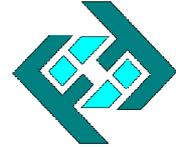




UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDROMETEOROLÓGICA



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**UMBRALES DE LLUVIA PARA ALUDES TORRENCIALES
EN EL ÁREA OESTE DEL ESTADO VARGAS**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
para optar al Título de
Ingeniero Hidrometeorologista.
Por la Br. Gascón A, Tania C. de los R.

Caracas, Junio de 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**UMBRALES DE LLUVIA PARA ALUDES TORRENCIALES
EN EL ÁREA OESTE DEL ESTADO VARGAS**

Tutor Académico: José Luis López

Br. Gascón A, Tania C. de los R.

Tutor Industrial: Francois Courtel

ACTA

El día: 06 de Junio de 2008 se reunió el jurado formado por los profesores: José Luis López, Henry Flores y Abraham Salcedo

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“UMBRALES DE LLUVIA PARA ALUDES TORRENCIALES EN EL ÁREA OESTE DEL ESTADO VARGAS”**. Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGERIERO HIDROMETEOROLOGISTA**.

Una vez oída la defensa oral que la bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

| NOMBRE | CALIFICACIÓN | |
|----------------------------------|--------------|--------|
| | Números | Letras |
| Br. Tania C. de los R. Gascón A. | | |

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

José Luis López

Henry Flores

Abraham Salcedo

Caracas, 06 de Junio de 2008

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más gratos agradecimientos al profesor José Luis López y al Ingeniero Francois Courtel por haberme guiado con dedicación e interés durante la realización de esta investigación.

Se agradece la colaboración prestada en lo que fue la recopilación de registros pluviométricos a la Dirección de Hidrografía del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN); al Departamento de Climatología de la Armada (Cagigal), especialmente al CF. José Contreras; al Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea de Venezuela (FAV); al Departamento de Hidrometeorología de la Universidad Central de Venezuela (DIH-UCV) y al señor Eduardo Arteaga.

A los profesores Abraham Salcedo y Freddy Pérez, al Ingeniero Estatio Gutiérrez, al Ingeniero Jacinto Artigas y a mis compañeros de clases Boris González y José Luis Jorquera por haberme prestado su ayuda desinteresada para la culminación exitosa de este trabajo les extiendo un sincero agradecimiento.

A mis padres quiero agradecerles hoy y siempre por haberme indicado las herramientas que conducen al éxito, por todo su apoyo y cariño infinito.

Finalmente le agradezco a todas las personas que de una u otra manera colaboraron conmigo e hicieron posible que llegase hasta esta meta.

Gascón A, Tania C. de los R.

**Umbrales de lluvia para aludes torrenciales
en el área oeste del Estado Vargas**

Tutor Académico: José L, López. Tutor Industrial: Francois Courtel

Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica. 2008. 220 páginas.

Palabras claves: eventos meteorológicos extremos, umbrales de lluvia, Línea Crítica, aludes torrenciales, Estado Vargas.

Resumen: el Litoral Central del país ha sido afectado en el pasado por diversos fenómenos meteorológicos extremos caracterizados por lluvias de grandes magnitudes, que han generado deslizamientos, aludes torrenciales e inundaciones causando enormes daños y pérdida de vidas humanas sobre las poblaciones asentadas en el Estado Vargas. Una de las causas por las cuales se han producido innumerables víctimas, se debe a la ausencia de sistemas de alerta temprana que pudiesen advertir con suficiente antelación la ocurrencia de estos eventos extremos.

Este trabajo tiene como objetivo estimar valores críticos de precipitación (umbrales) que permitan identificar condiciones propicias a la ocurrencia de aludes torrenciales en el área urbanizada de las cuencas de Tacagua, La Zorra y Mamo en el Estado Vargas. Para ello se hizo una recopilación y análisis de precipitaciones históricas ocurridas sobre el oeste del Litoral Central y se clasificaron, de acuerdo a la magnitud y duración de la lluvia antecedente, en precipitaciones causantes de aludes y precipitaciones no causantes.

Los datos fueron procesados usando dos métodos basados en la experiencia japonesa, y finalmente el análisis condujo a la definición de un gráfico donde se presenta una Línea Crítica para generación de aludes torrenciales en función de las variables que representan la lluvia de corta duración y larga duración. Para la definición de esta línea se tomaron en cuenta los eventos extremos causantes de aludes ocurridos en los años 1951, 1987, 1999 y 2005 y los eventos extremos no causantes de los años 1954, 1955, 1956, 1967, 1970, 1971, 1972, 1973, 1981, 1985, 1988, 1990, 1991 y 2001.

El gráfico puede ser usado en tiempo real para la evaluación de eventos de precipitaciones extremas, que puedan desencadenar aludes torrenciales a partir de los datos monitoreados por las estaciones de medición de lluvia que han sido instaladas recientemente en el Estado Vargas. Este gráfico constituye una herramienta fundamental para el desarrollo de los sistemas de alerta temprana en Vargas.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Agradecimientos | iii |
| Resumen | iv |
| Índice de figuras | viii |
| Índice de tablas | xii |
| | |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| 1.1 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.2 Objetivos | 4 |
| 1.3 Caracterización geográfica del Litoral del Estado Vargas | 5 |
| | |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 10 |
| | |
| 2.1 Corrientes naturales de agua en zonas montañosas | 10 |
| 2.1.1 Ríos | 10 |
| 2.1.2 Torrentes | 10 |
| 2.1.3 Caudal sólido | 12 |
| 2.1.4 Procesos erosivos de las cuencas | 13 |
| 2.2 Movimientos de masas | 14 |
| 2.2.1 Tipos de movimientos | 15 |
| 2.2.2 Influencia de las situaciones meteorológicas del país ante los movimientos de masas | 18 |
| 2.3 Inundaciones Fluviales | 20 |
| 2.4 Aludes torrenciales | 21 |
| 2.4.1 Clasificación de los aludes torrenciales | 21 |
| 2.4.2 Reología de aludes torrenciales | 22 |
| 2.4.3 Medidas de control ante aludes torrenciales | 24 |
| 2.4.3.1 Medidas Estructurales | 24 |
| 2.4.3.2 Medidas No-Estructurales | 26 |
| 2.4.4 Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante aludes torrenciales | 26 |
| 2.5 Umbrales de eventos extremos | 27 |
| 2.5.1 Eventos extremos | 27 |
| 2.5.2 Umbral de caudal | 27 |
| 2.5.3 Umbral de lluvia | 27 |
| 2.5.4 Sistemas de Alerta Temprana | 28 |
| 2.5.4.1 Actores Involucrados | 28 |
| 2.5.4.2 Elementos que lo conforman | 28 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO | 30 |
| 3.1 Revisión bibliográfica | 30 |
| 3.2 Metodología de la Precipitación de Trabajo | 39 |
| 3.3 Método A | 41 |
| 3.3.1 Selección de eventos | 42 |
| 3.3.2 Representación de los eventos | 42 |
| 3.3.3 Definición de la Línea Crítica | 42 |
| 3.3.4 Definición de valores para la alerta y la evacuación | 42 |
| 3.3.5 Aplicación del Método A en Venezuela | 43 |
| 3.4 Método del Comité (Método C) | 48 |
| 3.4.1 Coeficientes de reducción | 49 |
| 3.4.2 Representación de los eventos | 51 |
| 3.4.3 Definición de la Línea Crítica | 51 |
| 3.4.4 Definición de valores para la alerta y la evacuación | 51 |
| 3.5 Metodología seguida en el estudio | 52 |
| 3.5.1 Aplicación del Método A | 52 |
| 3.5.2 Aplicación del Método C | 52 |
| 3.5.3 Análisis de sensibilidad | 54 |
| CAPÍTULO IV. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN | 58 |
| 4.1 Datos de precipitación | 58 |
| 4.2 Precipitaciones extremas ocurridas sobre el Litoral Central | 66 |
| 4.3 Eventos extremos más notables | 68 |
| 4.3.1 Eventos causantes | 69 |
| 4.3.1.1 Febrero de 1951 | 69 |
| 4.3.1.2 Septiembre de 1987 | 73 |
| 4.3.1.3 Diciembre de 1999 | 74 |
| 4.3.1.4 Febrero de 2005 | 78 |
| 4.3.2 Eventos no causantes | 80 |
| 4.3.2.1 Febrero – Marzo de 1970 | 80 |
| 4.3.2.2 Abril 1981 | 82 |
| CAPÍTULO V. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 85 |
| 5.1 Aplicación del Método A | 85 |
| 5.1.1 Análisis de eventos extremos basado en datos usados por JICA | 85 |
| 5.1.2 Incorporación de nuevos datos al Gráfico de la Cordillera Norte | 86 |
| 5.1.3 Análisis de los eventos extremos más destacados | 90 |
| 5.1.4 Replanteamiento de la Línea Crítica | 91 |
| 5.1.5 Trazado de Líneas locales | 91 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Aplicación del Método C | 95 |
| 5.2.1 Determinación de los coeficientes empíricos para procesar las series diarias | 95 |
| 5.2.2 Procesamiento de eventos | 101 |
| 5.2.2.1 Procesamiento de eventos causantes de aludes | 101 |
| 5.2.2.2 Procesamiento de eventos no causantes | 109 |
| 5.2.2.3 Definición de la Línea Crítica | 128 |
| 5.2.2.4 Análisis de las Líneas Serpientes en los eventos extremos | 131 |
| 5.2.2.5 Análisis de sensibilidad | 148 |
| 5.3 Propuesta para aplicar la Línea Crítica en el Sistemas de Alerta Temprana que se está implantando en las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo | 157 |
| CONCLUSIONES | 158 |
| RECOMENDACIONES | 160 |
| BIBLIOGRAFÍA | 161 |
| Anexo N° 1 Datos diarios y horarios de precipitación de los eventos extremos | 165 |
| Anexo N° 2 Precipitación horaria y funcional de los eventos extremos procesados por el Método A | 188 |
| Anexo N° 3 Cálculo de la precipitación de trabajo para los eventos que disponen de datos horarios, usando el Método | 205 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

| | | |
|------------|--|---|
| Figura 1.1 | Aludes torrenciales en el Litoral del Estado Vargas. Diciembre de 1999 | 1 |
| Figura 1.2 | Ubicación geográfica del Estado Vargas | 5 |
| Figura 1.3 | Principales ríos y quebradas del Litoral Central | 6 |
| Figura 1.4 | Mapa de ubicación de las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo | 7 |
| Figura 1.5 | Perfil longitudinal del Río Mamo y las quebradas Tacagua y La Zorra | 9 |

CAPITULO 2

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 2.1 | Torrentes de Mácara | 11 |
| Figura 2.2 | Partes de un torrente. Vista aérea de la cuenca del Río San Julián, en el Estado Vargas, Venezuela | 12 |
| Figura 2.3 | Representación de la carga total de sedimentos que transporta una corriente natural | 13 |
| Figura 2.4 | Movimientos de masas en laderas | 15 |
| Figura 2.5 | Deslizamiento de tierra | 16 |
| Figura 2.6 | Flujo de tierra y barro | 17 |
| Figura 2.7 | Derrumbe de piedras | 17 |
| Figura 2.8 | Avalancha de rocas | 18 |
| Figura 2.9 | Flujo de barro ocasionado por el desbordamiento del Río Tanaguarena en febrero de 2005 en el Estado Vargas | 19 |
| Figura 2.10a | Deslizamientos que desencadenaron los aludes torrenciales en el Estado Vargas en diciembre de 1999 | 20 |
| Figura 2.10b | Parte del material sólido que bajó de la montaña en diciembre de 1999 en el Estado Vargas | 20 |
| Figura 2.11 | Presa escalonada de Macuto, Estado Vargas | 24 |
| Figura 2.12 | Presa abierta (izquierda) en Qda. Guanape y presa cerrada (derecha) en Qda. Alcantarilla, colmatadas de sedimentos en el Estado Vargas | 25 |
| Figura 2.13 | Canalización en Qda. Guanape (izquierda) y canalización en Río Camuri Grande, Estado Vargas | 25 |

CAPITULO 3

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 3.1 | Curva Crítica para deslizamientos basada en precipitación diaria contra lluvia acumulada en 96 horas | 31 |
| Figura 3.2 | Umbral de intensidad de lluvia contra duración para Puerto Rico | 32 |
| Figura 3.4 | Precipitación acumulada en función de la duración de la lluvia que originó aludes torrenciales | 36 |
| Figura 3.5a | Registros de lluvias de Diciembre 1999 en la Estación Maiquetía, representados en el gráfico de Aboshi | 37 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.5b Condición crítica para falla de taludes de acuerdo a experiencias Japonesas | 38 |
| Figura 3.6 Gráfico de evaluación de la amenaza por aludes torrenciales en base a las precipitaciones | 40 |
| Figura 3.7 Esquema de precipitación antecedente y precipitación continua | 41 |
| Figura 3.8 Determinación de las Líneas de alerta y Evacuación | 43 |
| Figura 3.9 Trazado de la Línea Crítica | 46 |
| Figura 3.10 Línea de Alerta (WL) según datos estación Teleférico | 46 |
| Figura 3.11 Línea de Alerta (WL) y Evacuación (EL) según datos Los Venados | 47 |
| Figura 3.12 Formato del Gráfico de Evaluación del Método C | 49 |

CAPITULO 4

| | |
|---|----|
| Figura 4.1 Estaciones que existieron antiguamente en el área centro-oeste del Litoral del Estado Vargas | 59 |
| Figura 4.2a Estaciones que estaban cubriendo en el área centro-oeste del Litoral del estado Vargas antes del proyecto PREDERES | 60 |
| Figura 4.2b Estaciones instaladas por PREDERES en las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo | 61 |
| Figura 4.3 Registro de datos de precipitación diaria recabados para el estudio | 63 |
| Figura 4.4 Registro de datos de precipitación horaria recabados para el estudio | 64 |
| Figura 4.5 Isoyetas de las precipitaciones caídas entre los días 15 y 17 del mes de febrero de 1951, sobre la serranía del Ávila, valle de Caracas y altos mirandinos | 70 |
| Figura 4.6 Sedimentos transportados por el alud del 6 de Septiembre de 1987 en El Limón, estado Aragua | 73 |
| Figura 4.7 Grandes rocas depositadas en las planicies de inundación del Estado Vargas por los aludes torrenciales de diciembre de 1999 | 74 |
| Figura 4.8 Situación sinóptica entre los días 1 y 16 de diciembre de 1999 | 75 |
| Figura 4.9 Crecida de la Qda. Tacagua el 10-02-05 (Izquierda). Puente dañado por el Río Mamo (Derecha) | 79 |

CAPITULO 5

| | |
|--|----|
| Figura 5.1 Evaluación de precipitaciones no causante de aludes (Serie JICA) | 85 |
| Figura 5.2 Eventos extremos “no causantes” para estaciones del Litoral de Vargas y el Valle de Caracas | 88 |
| Figura 5.3 Gráfico de evaluación para eventos “no causantes” y causantes de flujos torrenciales | 89 |
| Figura 5.4 Precipitaciones extremas para la estación Los Caracas | 90 |
| Figura 5.5 Línea Crítica propuesta y prueba para la Línea de Evacuación en la estación Carayaca | 93 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 5.6 | Línea Crítica propuesta y prueba para la Línea de Evacuación en la estación Maiquetía | 94 |
| Figura 5.7 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Febrero -Marzo 1970) | 96 |
| Figura 5.8 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Cagigal (Abril 1981) | 97 |
| Figura 5.9 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Abril 1981) | 97 |
| Figura 5.10 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Noviembre 1991) | 98 |
| Figura 5.11 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Mamo (Diciembre 1999) | 98 |
| Figura 5.12 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Humboldt (Febrero 2005) | 99 |
| Figura 5.13 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Macuto (Febrero 2005) | 99 |
| Figura 5.14 | Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Febrero 2005) | 100 |
| Figura 5.15 | Gráfico de Evaluación de eventos extremos en el Litoral del Estado Vargas, usando el Método del Comité | 130 |
| Figura 5.16 | Líneas Serpientes para Febrero 1951 (Varias estaciones) | 131 |
| Figura 5.17 | Línea Serpiente Subida Pico Ávila - Febrero 1951 | 132 |
| Figura 5.18 | Línea Serpiente estimada para El Infiernito - Febrero 1951 | 133 |
| Figura 5.19 | Línea Serpiente Rancho Grande - Septiembre 1987 | 134 |
| Figura 5.20 | Línea Serpiente Maiquetía FAV – Diciembre 1999 | 135 |
| Figura 5.21 | Línea Serpiente Mamo Escuela Naval - Diciembre 1999 | 136 |
| Figura 5.22 | Línea Serpiente Humboldt - Febrero 2005 | 137 |
| Figura 5.23 | Línea Serpiente Macuto - Febrero 2005 | 138 |
| Figura 5.24 | Línea Serpiente Maiquetía FAV - Febrero 2005 | 139 |
| Figura 5.25 | Línea Serpiente para las precipitaciones de diciembre – noviembre 1954 (Maiquetía INOS) | 140 |
| Figura 5.26 | Línea Serpiente para las precipitaciones de diciembre – noviembre 1955 | 140 |
| Figura 5.27 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Enero 1956 (Maiquetía INOS) | 141 |
| Figura 5.28 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Marzo 1955 | 141 |
| Figura 5.29 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Marzo 1970 | 142 |
| Figura 5.30 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Agosto 1971 (Carayaca) | 143 |
| Figura 5.31 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Mayo 1972 | 143 |
| Figura 5.32 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 1973 (Carayaca) | 144 |
| Figura 5.33 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Abril 1981 | 145 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 5.34 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Diciembre 1985 (Carayaca) | 146 |
| Figura 5.35 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Agosto 1988 (Carayaca) | 146 |
| Figura 5.36 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Abril - Mayo 1990 (Carayaca) | 147 |
| Figura 5.37 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 1991 | 147 |
| Figura 5.38 | Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 2001 (Maiquetía FAV) | 148 |
| Figura 5.39 | Variación del indicador de largo plazo en los eventos con datos de precipitación horaria | 150 |
| Figura 5.40 | Posición de los eventos extremos para el TMV de 48 horas | 151 |
| Figura 5.41 | Posición de los eventos extremos para el TMV de 96 horas | 152 |
| Figura 5.42 | Estimación de las precipitaciones del evento 1970, en las estaciones Catia la Mar, Carayaca y Macuto, para el TMV de 48 horas | 155 |
| Figura 5.43 | Estimación de las precipitaciones del evento 1970, en las estaciones Catia la Mar, Carayaca y Macuto, para el TMV de 96 horas | 156 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

| | | |
|-----------|---|---|
| Tabla 1.1 | Características de las cuencas en estudio | 8 |
|-----------|---|---|

CAPITULO 3

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 3.1 | Características de los métodos usados para anticipar aludes en cuencas de Japón | 34 |
| Tabla 3.2 | Valores de precipitaciones para las líneas de alerta y líneas de evacuación en el Método A | 45 |
| Tabla 3.3 | Coefficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación según el TMV= 72 horas | 50 |
| Tabla 3.4 | Coefficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según el TMV= 72h | 50 |
| Tabla 3.5 | Coefficientes para valores de precipitación diaria | 54 |
| Tabla 3.6 | Coefficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación según el TMV= 48 horas | 55 |
| Tabla 3.7 | Coefficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según el TMV= 48 horas | 55 |
| Tabla 3.8 | Coefficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación según TMV= 96 horas | 56 |
| Tabla 3.9 | Coefficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según TMV= 96 horas | 56 |

CAPITULO 4

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 4.1 | Datos de precipitación diaria y horaria recabados para el estudio | 62 |
| Tabla 4.2 | Estaciones pertenecientes al área específica de estudio | 65 |
| Tabla 4.3 | Eventos extremos de precipitaciones históricas que han afectado al Litoral del Estado Vargas en el pasado | 68 |

CAPITULO 5

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 5.1 | Eventos extremos no causantes de aludes que pasaron la Línea Crítica (Serie JICA) | 86 |
| Tabla 5.2 | Valores de precipitaciones para una hora de duración, según su periodo de retorno | 92 |
| Tabla 5.3 | Valores de niveles de alerta máxima para un periodo de retorno de 50 años | 92 |
| Tabla 5.4 | Valores que permitieron hallar el coeficiente de corto plazo (del propio día del cálculo) para procesar los datos diarios | 95 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 5.5 | Valores que permitieron hallar el coeficiente de largo plazo (del propio día del cálculo) para procesar los datos diario | 96 |
| Tabla 5.6 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero 1951 | 102 |
| Tabla 5.7 | Cálculo de precipitaciones de trabajo para la estación Subida Pico Ávila. (Febrero 1951) | 103 |
| Tabla 5.8 | Cálculo de precipitaciones de trabajo para la estación El Infiernito, a partir de precipitaciones estimadas. (Febrero 1951) | 104 |
| Tabla 5.9 | Precipitaciones de trabajo estimadas para la estación Rancho Grande (Septiembre 1987) | 105 |
| Tabla 5.10 | Cálculo de las precipitaciones de trabajo para el día del alud en la estación Rancho Grande (Septiembre 1987) | 106 |
| Tabla 5.11 | Precipitaciones de trabajo para la estación Maiquetía FAV (Diciembre 1999) | 107 |
| Tabla 5.12 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre - Diciembre 1954 | 109 |
| Tabla 5.13 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Diciembre 1955 | 110 |
| Tabla 5.14 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Enero 1956 | 111 |
| Tabla 5.15 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Marzo 1967 | 112 |
| Tabla 5.16 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970 | 114 |
| Tabla 5.17 | (Continuación 1). Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970 | 115 |
| Tabla 5.17 | (Continuación 2). Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970 | 116 |
| Tabla 5.18 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Agosto 1971 | 117 |
| Tabla 5.19 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril - Mayo 1972 | 118 |
| Tabla 5.20 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 1973 | 119 |
| Tabla 5.21 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril 1981 | 121 |
| Tabla 5.22 | (Continuación) Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril 1981 | 122 |
| Tabla 5.23 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Diciembre 1985 | 123 |
| Tabla 5.24 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Agosto 1988 | 124 |
| Tabla 5.25 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril - Mayo 1990 | 125 |
| Tabla 5.26 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 1991 | 126 |
| Tabla 5.27 | Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 2001 | 127 |
| Tabla 5.28 | Precipitaciones de trabajo para los momentos picos de los eventos extremos | 128 |
| Tabla 5.29 | Indicadores de corto y largo plazo (según su TMV) para los eventos extremos con datos horarios | 149 |
| Tabla 5.30 | Coeficiente (del propio día del cálculo) para el TMV de 48 horas | 153 |
| Tabla 5.31 | Coeficiente (del propio día del cálculo) para el TMV de 96 horas | 153 |
| Tabla 5.32 | Valores de la precipitación de trabajo para distintos TMV, en el indicador de largo plazo | 154 |

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el problema de investigación, resaltando la necesidad de indagar y profundizar este tema, los objetivos propuestos para realizar la investigación y en que ámbito geográfico se ubica.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el norte de Venezuela se encuentra ubicado el Litoral Central, en donde se sitúa el Estado Vargas que se extiende desde la Cordillera de la Costa hasta el Mar Caribe. En diversas ocasiones, esta zona se ha visto afectada por flujos torrenciales (aludes) que han bajado de las montañas dejando a su paso cuantiosos daños en las poblaciones asentadas en las márgenes de sus ríos, quebradas y áreas de inundación (Figura 1.1).



Figura 1.1 Aludes torrenciales en el Litoral del Estado Vargas. Diciembre de 1999.
Fuente: IMF, 2007.

Las zonas montañosas por presentar pendientes inclinadas son propensas a sufrir movimientos en sus laderas. En el Litoral Central muchos de estos movimientos son causados por intensas precipitaciones que saturan los suelos y aumentan el escurrimiento superficial, ocasionando deslizamientos y el transporte intenso de los materiales deslizados sobre cauces naturales provocando un aumento tanto en la densidad como en la velocidad del flujo, y posteriormente facilitando el arrastre de grandes rocas y cobertura vegetal, que son depositados en los abanicos aluviales, principal zona de asentamientos urbanos y rurales de esta región. En años pasados el litoral del Estado Vargas ha sufrido, en diversas ocasiones, grandes daños causados por fenómenos naturales, entre los que destacan los denominados “aludes torrenciales” (flujos con altas concentraciones de material sólido), causados por lluvias extremas que han caído sobre la región sin que se pudiera alertar

previamente a la población en cuanto a su magnitud y a sus consecuencias potenciales. Se conocen como más devastadores los eventos de Febrero de 1798, Febrero de 1951 y Diciembre de 1999, debido a los numerosos daños que le ocasionaron a la población del Estado.

Un primer tipo de medida de protección, y la más utilizada consiste en la construcción de obras hidráulicas tales como: canales y presas de retención de sedimentos para control de flujos torrenciales. Pero esto no puede ser suficiente para proteger a la población, por lo tanto es preciso establecer medidas para anticiparlos, entre estas se tienen: la implementación de sistemas de monitoreo de las variables hidrometeorológicas, hidráulicas y sedimentológicas, y el establecimiento de sistemas de alerta temprana. Otras medidas de salvaguarda son la elaboración de planes de contingencia y la evacuación de las zonas de amenaza y riesgo.

Actualmente se carece de sistemas de alerta que les permitan a los habitantes de Vargas tomar medidas de salvaguarda ante la llegada de aludes. Esta investigación centra su enfoque específicamente en el área oeste del estado, comprendida por las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo, y en donde se ubica la población de Catia La Mar estimada en 100.000 personas de las 300.000 que conforman el Estado Vargas. Por ello ha surgido la necesidad de estudiar y analizar las lluvias extremas que han ocurrido en este estado a los fines de identificar los valores críticos o umbrales que han sido capaces de generar aludes torrenciales. Estos umbrales de lluvia constituyen una herramienta fundamental para el desarrollo de sistemas de alerta que permitan la evacuación de la población en caso de la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extraordinarios.

Pocas experiencias previas existen en nuestro país sobre el estudio de las lluvias críticas ó umbrales capaces de generar deslizamientos, inundaciones ó aludes torrenciales. En la cuenca del Río Guaire se instaló en la década de los años ochenta, un sistema de alerta temprana (SAT) basado en la transmisión de mediciones de precipitación y niveles, en algunos puntos del Río Guaire, que mediante un modelo de pronóstico de creciente permitía estimar el pico de la creciente esperada. Este sistema no se encuentra operativo en la actualidad y en las fuentes consultadas no mencionan su tiempo de operatividad. (Fuenmayor, 1991). Otras experiencias conocidas son la del sistema de alerta contra flujo de lodo, instalado en la cuenca del Río Limón, Edo. Aragua, por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), (Guillén, 1991), y la del sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del Río Boconó, del cual no se tienen referencias precisas.

Las curvas de umbrales de precipitación constituyen una herramienta fundamental para establecer sistemas de alerta que le permitan a las poblaciones asentadas en estas zonas tomar medidas de protección ante la llegada de aludes. Estas curvas pueden ser mejoradas si se complementan y calibran con parámetros que dependan de la pendiente del cauce, la capacidad de transporte y las propiedades mecánicas del material de la ladera, el cual es consecuencia de la geología, topografía, vegetación y clima del área, pero el conocimiento de los valores críticos de precipitación es de principal importancia ya que la lluvia es el factor detonante para que se generen estos flujos torrenciales.

Debido a los grandes daños y pérdidas que ocasionan estos flujos a la población, esta investigación intenta responder a la siguiente interrogante: ¿Cómo pueden ser usados los registros de precipitaciones extremas ocurridas en el pasado sobre el Litoral del Estado Vargas para anticipar aludes torrenciales en su parte oeste?

1.2 OBJETIVOS

General:

Estimar valores críticos de precipitación que permitan identificar condiciones propicias a la ocurrencia de aludes torrenciales en el área urbanizada de las cuencas de Tacagua, La Zorra y Mamo en el Estado Vargas.

Específicos:

- a) Enriquecer las bases de datos existentes en cuanto a las precipitaciones extremas ocurridas en el oeste del Estado Vargas, con especial enfoque en las que produjeron aludes torrenciales.
- b) Establecer mediante la definición de una Línea Crítica, una relación entre ocurrencia de aludes en el área de estudio y las precipitaciones, tanto de corto como de largo plazo, que los provocaron.
- c) Especificar los indicadores de precipitación más adecuados para establecer la Línea Crítica.
- d) Proponer orientaciones para usar esta Línea Crítica en el sistema de alerta temprana en curso de implantación en el área de estudio.

1.3 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL LITORAL DEL ESTADO VARGAS

El Litoral del Estado Vargas se encuentra situado hacia el Norte del Cerro Ávila, a 0 metros sobre el nivel del mar, entre los 10° 22' y los 10° 38' de latitud norte, y entre los 66° 18' y los 67° 24' de longitud oeste.

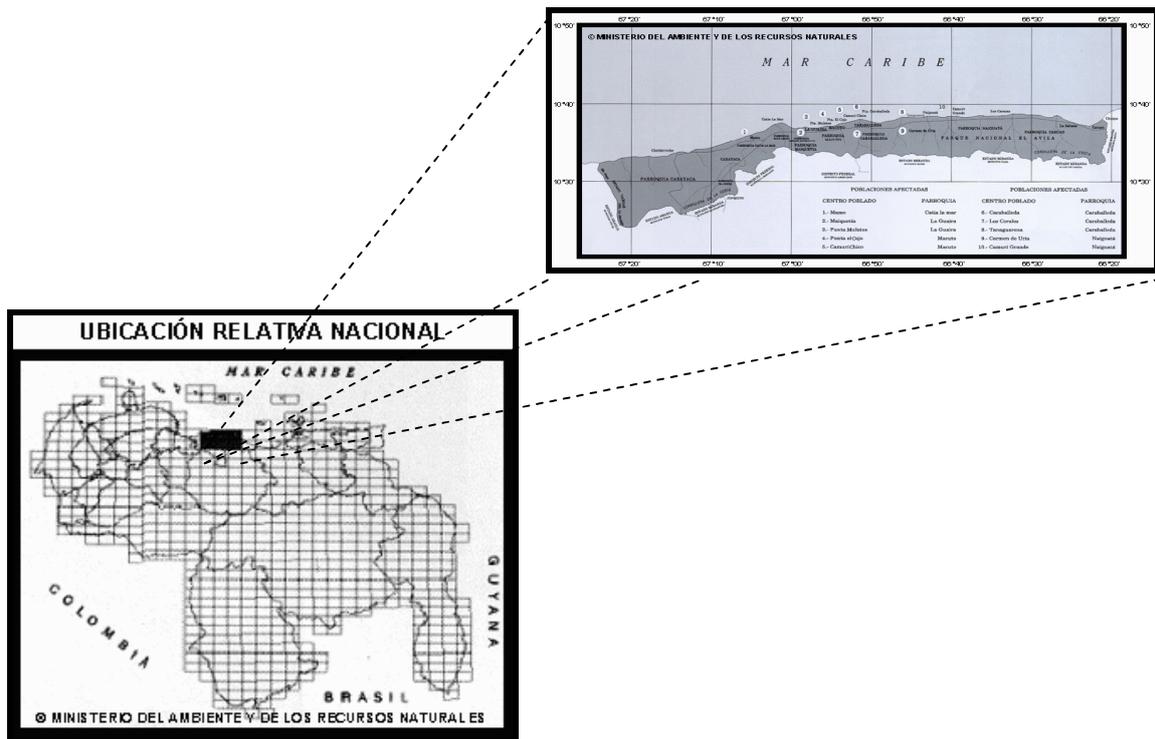


Figura 1.2 Ubicación geográfica del Estado Vargas.

Fuente: Servicio Autónomo de Geografía Nacional. <http://www.pdvsa.com/lexico/actualidad/atlas/mapa.htm>

Su sistema hidrográfico está formado por los ríos y quebradas; representados en la figura 1.3.



Figura 1.3 Principales ríos y quebradas del Litoral Central. Fuente: Andressen, 2007.

Presenta un clima tropical semiárido en la parte baja de la cordillera, con temperaturas medias anuales de 26 °C y un clima tropical húmedo en las zonas altas con temperaturas medias anuales entre 14 y 10 °C. Las precipitaciones son irregulares, con una media mensual entre 500 y 600 mm. El período húmedo comprende los meses de junio a diciembre. El resto del año son meses más secos. Por encima de los 1200 m las condiciones climáticas cambian probablemente con precipitaciones de 800 a 1200 mm (Andressen, 2007).

El área específica de estudio está enmarcada por las cuencas de las quebradas: Tacagua, La Zorra y el Río Mamo (Figura 1.4), pertenecientes al Estado Vargas, sin embargo se considera todo el Estado como zona vulnerable, razón por la cual se extiende parte del estudio a algunas zonas del Litoral, fuera del área de interés. Las características más resaltantes de las cuencas se obtuvieron de informes elaborados por el IMF durante el desarrollo del proyecto PREDERES (IMF, 2007), el cual comparte un área de estudio común con esta investigación.

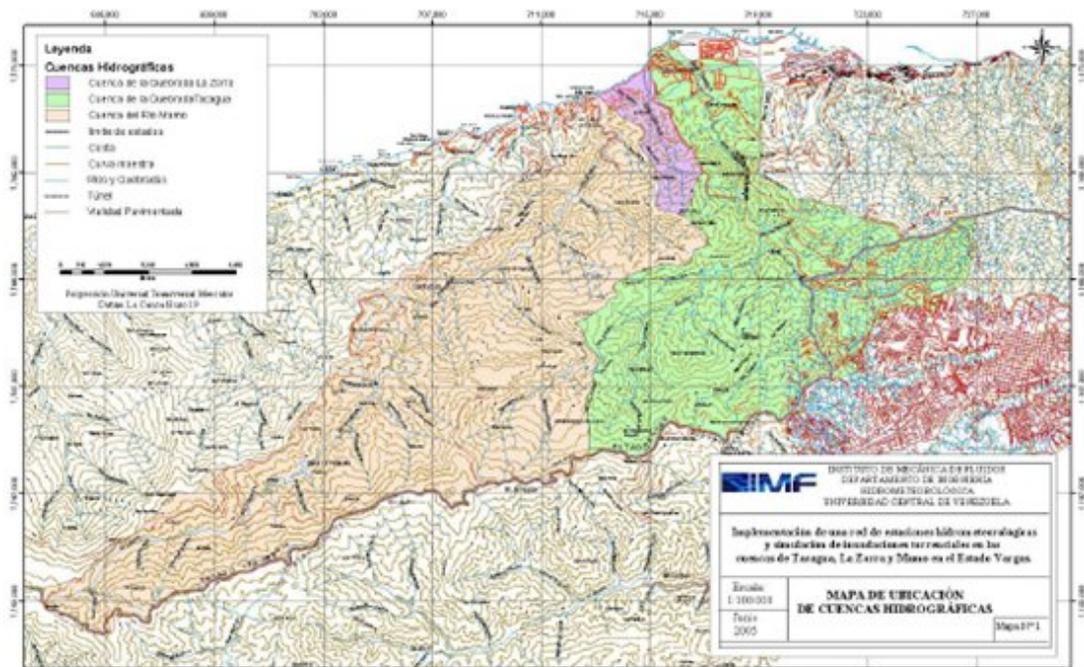


Figura 1.4 Mapa de ubicación de las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo. Fuente: IMF, 2007.

Caracterización de la zona en estudio

La Quebrada Tacagua y el Río Mamo nacen a alturas cercanas a los 2000 metros en la Cordillera de la Costa y sus cursos siguen una pendiente suave hasta descargar en el Mar Caribe. La Quebrada La Zorra presenta un recorrido paralelo más corto desde los 900 msnm aproximadamente. Sus características más importantes se resumen en la Tabla 1.1

| Río o Qda | Area (km ²) | Máxima elevación (msnm) | Longitud total (km) | Pdte media (%) | Pdte último tramo (%) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| Tacagua | 93.50 | 1800 | 25.4 | 7.1 | 3.9 |
| La Zorra | 6.34 | 1000 | 6.1 | 32,6 | |
| Mamo | 141.00 | 2100 | 38.5 | 5.5 | 1.5 |

Tabla 1.1 Características de las cuencas en estudio. Fuente: IMF, 2007.

La Quebrada Tacagua nace en las cercanías de la ciudad de Caracas y sigue un curso prácticamente paralelo a la autopista Caracas-La Guaira, en dirección este-oeste en los primeros 8,5 Km de recorrido y toma luego una dirección norte-sur hasta el mar. Recibe en su recorrido numerosos afluentes, entre los cuales se destacan por su margen izquierda, las quebradas Guamal, Tacagua Arriba, La Muerte y el Río Topo, y por su margen derecha, las quebradas Blandín, Ojo de Agua, La Negra y Las Trincheras.

El Río Mamo presenta la hoya hidrográfica más grande, 141 km², siendo la mayor de todas las cuencas del Litoral Central. Los principales afluentes son: Qda. Santa Cruz, Qda. Ocumarito, Qda. El Tigre y Qda. El Piache.

La Quebrada La Zorra se localiza entre las dos primeras y es la más pequeña de las tres, con un área de 6,34 km² aproximadamente. En la Figura 1.5 se muestra en conjunto el perfil longitudinal de los cauces principales de las cuencas en estudio.

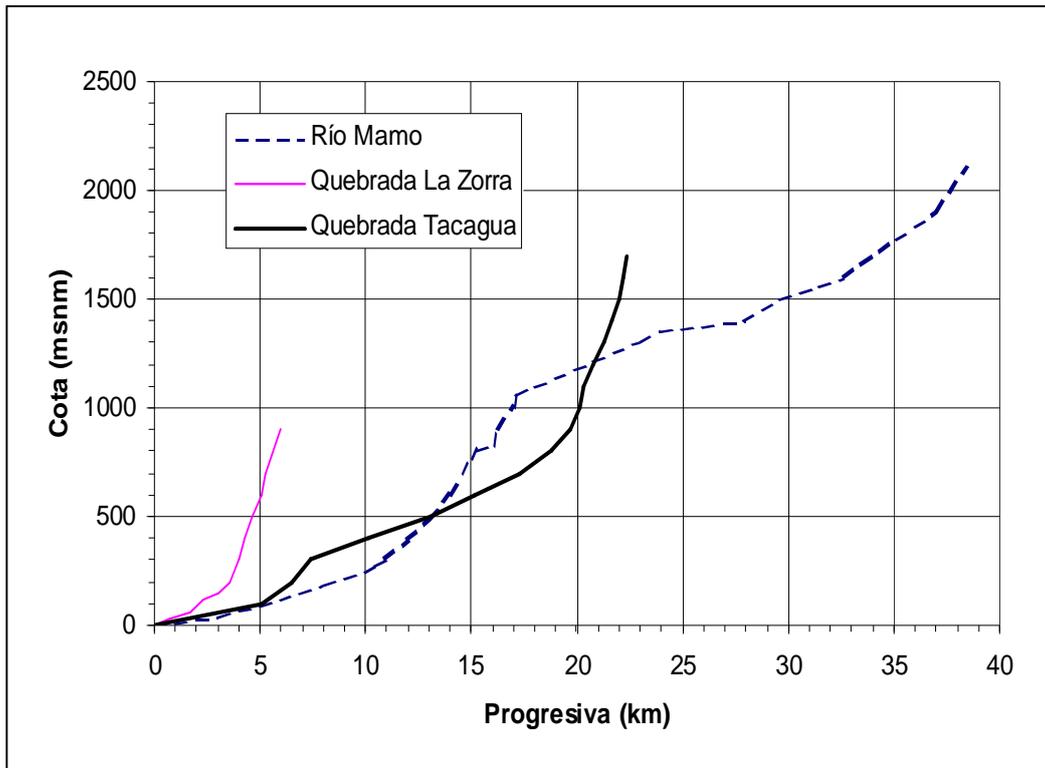


Figura 1.5 Perfil longitudinal del Río Mamo y las quebradas Tacagua y La Zorra. Fuente: IMF, 2007.

Las tres cuencas presentan una distribución similar, en las cuencas altas la vegetación es abundante y existe poco asentamiento urbano, pero en las partes bajas cercanas a la costa, aumenta el nivel poblacional llegando en algunos sitios a estar totalmente urbanizadas las áreas litorales.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Las precipitaciones intensas y/o continuas saturan los suelos y aumentan el escurrimiento superficial, causando en muchas ocasiones movimientos de masa en laderas o taludes de las montañas que posteriormente son acumulados en cauces de ríos o quebradas aumentando la vulnerabilidad, ante desastres, de las poblaciones asentadas en zonas donde se producen estos fenómenos. Con la finalidad de brindar al lector una mejor comprensión de la metodología expuesta, en este capítulo se describen ciertas definiciones referidas a movimientos de masas, inundaciones, aludes torrenciales, etc, todos ellos causados por precipitaciones.

2.1. CORRIENTES NATURALES DE AGUA EN ZONAS MONTAÑOSAS

Las corrientes naturales de agua están sometidas continuamente a procesos de erosión, agradación, cambios de cursos y desbordamientos (Silva, 2003). Los torrentes y ríos son cuerpos naturales de agua, que los podemos encontrar en zonas montañosa, por lo general incrementan su caudal en periodos lluviosos, llegando en muchas ocasiones a salirse de sus márgenes y a cambiar el curso de sus corrientes. Sus comportamientos varían de acuerdo a la época del año y a las características pluviométricas y geomorfológicas de cada cuenca hidrográfica y de los cauces.

2.1.1 Ríos de Montaña

López (1999) los describe como aquellas corrientes caracterizadas por altas pendientes (mayores que 0,1 %), una gran variabilidad en el tamaño de los sedimentos, y alturas de flujos del mismo orden de magnitud que los sedimentos del lecho. Otros autores (Jarret, 1990) definen un río de montaña como aquellos ríos de topografía abrupta con pendientes del lecho superiores a 0,2% (López, 1999).

Sus corrientes por la fuerza de gravedad fluyen de zonas altas a zonas bajas, es decir desde su nacimiento hasta su desembocadura, en ese recorrido predomina en su parte alta, las pendientes más pronunciadas, en su parte media se observan pendientes más suaves con valles abiertos y planos, en la parte baja generalmente el río es más caudaloso.

Debido a su pendiente tienen una alta capacidad de transporte de sedimentos, el cual es alimentado por los procesos erosivos que se presentan en el fondo y contra los taludes (Silva, 2003).

2.1.2 Torrentes

Son cursos de agua en regiones montañosas, de pendientes fuertes (mayores al 5%), donde las crecientes se manifiestan repentinamente acompañadas de procesos de erosión,

transporte y deposición de sedimentos (López et al, 2005). Su actividad es generalmente estacional y está relacionada con la lluvia.

Presentan gran capacidad de arrastre de sedimentos, debido a las grandes velocidades que puede alcanzar el flujo. La cantidad de material que efectivamente transportan estos cauces depende de la conformación del fondo y de la potencialidad de la fuente que produce los sedimentos. El lecho del río puede ser rocoso, aluvial o de material cohesivo. En el primer caso la sección transversal es estable; en el segundo se presenta transporte de material aluvial dentro de la capa de material suelto, y en el tercero el grado de cohesión es un factor que reduce la posibilidad de movimiento del material de fondo, en comparación con el material aluvial del mismo tamaño.

Debido a su gran capacidad de transporte de sedimentos los cauces de régimen torrencial presentan a lo largo de sus trayectorias fenómenos de socavación y agradación; siendo la segunda consecuencia de la primera (Silva, 2003).

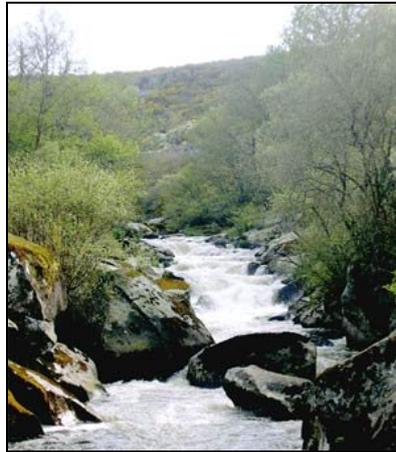


Figura 2.1 Torrentes de Mácara. Galicia, España.
Fuente: www.scdcondado.org/.../05/torrentesMacara.jpg

Partes de un torrente

Se pueden distinguir tres partes en un curso torrencial, en las cuales se producen fenómenos diferentes. Estas partes son: cuenca tributaria, garganta y cono de deyección (López et al, 2005).

La cuenca receptora o de alimentación, donde se forman los flujos y se producen la mayor parte de los materiales de arrastre. Es la parte más alta y extensa del torrente, tiene forma de abanico, y en ella se captan las aguas provenientes de precipitaciones o deshielo. Es una zona de gran pendiente, por la que el agua transcurre con gran violencia arrastrando materiales. Por tanto, en la cuenca de recepción se produce una intensa acción erosiva.

La garganta, es el tramo al que comúnmente suele llamarse torrente, es la parte estrecha al final de la cuenca receptora. En este cauce circula el agua y predomina el transporte de

sedimentos y material pétreo, profundizando el valle. En la garganta la pendiente suele ser muy inclinada y variable, favoreciendo el incremento de las velocidades del flujo

El abanico aluvial y cono de deyección, un área de pendiente suave a la salida de la montaña donde predomina la sedimentación, debido a la disminución de la velocidad de la corriente. Es la desembocadura del torrente en el valle, configurando una masa de forma cónica. En este lugar los aludes torrenciales depositan su carga sólida, produciendo las llamadas inundaciones de sedimentos finos y gruesos.



Figura 2.2 Partes de un torrente. Vista aérea de la cuenca del Río San Julián en el Estado Vargas, Venezuela. Fuente: IMF, 2007.

2.1.3 Caudal sólido

El caudal sólido de un río está constituido por el material arrastrado por la corriente de agua. La carga total de sedimentos transportada por una corriente es la suma de la carga de fondo, los sedimentos en suspensión y sedimentos en saltación (Silva 2003), a su vez estos son función de la dimensión de las partículas, la densidad de las mismas y la velocidad del flujo.

Sedimentos en suspensión: se trata en general de material fino, arcilla, limo y arenas finas que llegan a la corriente por procesos de erosión pluvial de la cuenca vertiente o por el lavado de material suelto de las márgenes. Se mantienen en suspensión mientras la fuerza ascensional que se genera por la velocidad del flujo sea mayor que su propio peso. Al suceder lo contrario el material se deposita en el fondo, formando bancos.

Sedimentos en saltación: este movimiento de las partículas es intermitente, y muy variable en función de variaciones localizadas de la velocidad del agua, parte de la carga de fondo sube y se mantienen en suspensión por un periodo corto. Este tipo de movimiento se da para partículas de arena más gruesas.

Carga de fondo: está comprendida por el material sólido que se mueve en proximidades del lecho de la corriente. Es alimentada por los sedimentos que conforman el lecho y por los materiales gruesos que son transportados desde la cuenca por procesos de remoción en masa. El arrastre del material de fondo, es característico de flujos torrenciales y el tamaño del material transportado puede llegar a grandes dimensiones de rocas.

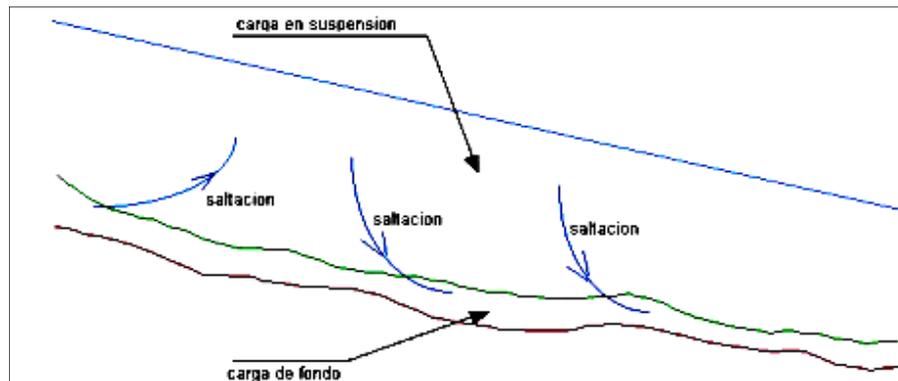


Figura 2.3 Representación de la carga total de sedimentos que transporta una corriente natural.
Fuente: Silva (2003).

Cada sección de un río tiene una determinada capacidad de arrastre de material sólido, que dependen de la velocidad del agua, de su profundidad y de la geometría de la sección. Si artificialmente se retira de la corriente el material sólido transportado naturalmente por esta, por ejemplo introduciendo en el cauce del río un embalse, aguas abajo del embalse el flujo representa un importante factor erosivo (Silva, 2003).

2.1.4 Procesos erosivos en las cuencas

En periodos lluviosos los ríos y afluentes que conforman las cuencas son propensos al desbordamiento, este factor junto con los cambios de temperatura, la acción del viento, la intervención del hombre, entre otros, debilitan las laderas de las zonas montañosas y causan el desgaste de materiales sólidos y vegetal, que por arrastre son depositados en los cauces, contribuyendo a la carga de material sólido de las corrientes naturales. Según Silva (2003) son dos los procesos que mayormente contribuyen a la carga de sedimentos.

Remoción en masa

Fenómeno asociado con deslizamientos de grandes masas de material sólido que se han concentrado en sitios inestables, donde la causa de inestabilidad viene dada por factores geotécnicos que tienen que ver con las pendientes de los taludes, el manejo inadecuado del suelo, la tala de árboles y el almacenamiento de agua lluvia en los suelos.

Antes de que ocurra una remoción las masas de material permanecen por algún tiempo en un equilibrio precario en los sitios inestables, pero basta la presencia de un factor detonante para que se produzca el deslizamiento. Este factor detonante puede ser un sismo, un período prolongado de lluvias intensas o la pérdida de soporte al pie de un talud.

Cuando el deslizamiento se produce directamente sobre una de las márgenes de una corriente natural el material deslizado se deposita sobre el lecho obstruyendo el paso libre del agua, pero a medida que pasa el tiempo el mismo flujo de agua se encarga de transportar el material hacia aguas abajo, parte como carga de fondo y parte en suspensión. Si los deslizamientos se producen lejos de las corrientes de agua, entonces solamente una parte del material puede llegar a las corrientes por erosión hídrica.

Erosión hídrica

Generada cuando las gotas de lluvia que caen sobre un suelo tienen suficiente energía para remover partículas del mismo, dejándolas libres para que puedan ser transportadas por la escorrentía superficial hacia las corrientes de drenaje.

En la actualidad la magnitud de la erosión hídrica se mide por medio de la Pérdida de Suelo, que es un índice medio anual del potencial erosivo de la cuenca, expresado en milímetros por año (mm/año).

Los factores que actúan en la generación de la pérdida de suelo en una cuenca son los siguientes: la lluvia, morfometría del área vertiente, suelo y cobertura vegetal. Los estudios que existen sobre el tema consideran que solamente un pequeño porcentaje de la pérdida de suelo llega hasta la corriente de drenaje y puede entrar a formar parte de la carga en suspensión.

2.2. MOVIMIENTOS DE MASAS

Los movimientos de masas son propios de laderas montañosas, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2007) los define como movimientos gravitacionales de masas de suelos y/o rocas que afectan a las laderas naturales. Ellos constituyen los procesos erosivos más extendidos que provocan la destrucción de vertientes en cualquier región climática y afectan todo tipo de materiales y morfología.

Las áreas más propensas a la inestabilidad son las zonas montañosas y de pendientes fuertes (Figura 2.4), zonas de relieve con procesos erosivos y de meteorización intensos, laderas de valles fluviales, zonas con materiales blandos y sueltos, macizos rocosos arcillosos y alterables, zonas sísmicas, zonas de precipitación elevada, etc.

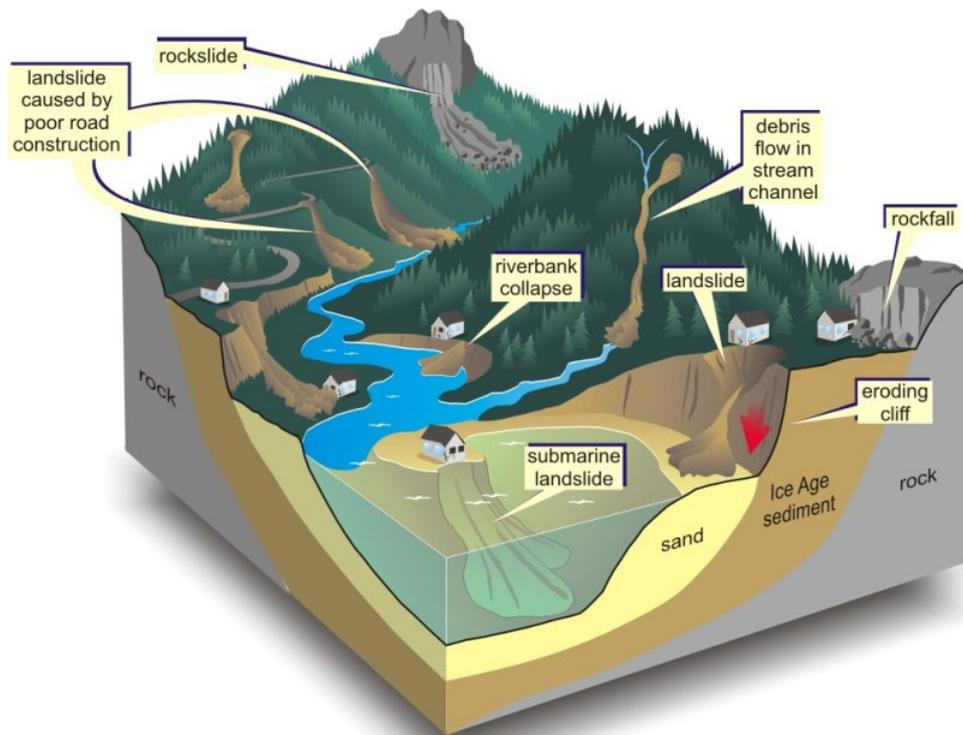


Figura 2.4 Movimientos de masas en laderas.

Fuente: <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2007/08/22.aspx>

Además de las causas naturales, como las precipitaciones y la acción erosiva de los ríos, las actividades humanas pueden provocar movimientos de ladera. Las grandes excavaciones y obras lineales, las voladuras y las construcciones de embalses y escombros sobre laderas pueden dar lugar al desarrollo de inestabilidades con resultados desastrosos y cuantiosas pérdidas económicas.

2.2.1 Tipos de movimientos

Entre los tipos de movimientos en masas se encuentran (IGME, 2007):

Deslizamiento

Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que deslizan sobre una o varias superficies de rotura netas al superarse la resistencia al corte de estos planos; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido; la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes proporciones (varios millones de metros cúbicos).

Es un movimiento de grandes volúmenes de material meteorizado y/o bloques de masa de roca fresca. Se desprenden de su lecho y se desplazan cuesta abajo, como una sola unidad,

sobre un plano inclinado o sobre una superficie cóncava, lubricados. Según la superficie del deslizamiento se puede tener deslizamiento planar o rotacional (FUNVISIS, 2007).

- Deslizamiento planar: se verifica en una superficie más o menos plana o con alguna ondulación, esto corresponde frecuentemente a una discontinuidad estructural como fallas, fisuras, estratificaciones o contacto entre roca y detritos
- Deslizamiento rotacional: debido a las fuerzas que producen un movimiento de rotación alrededor de un punto localizado sobre el centro de gravedad de la masa. La superficie del movimiento tiene forma cóncava.

De manera general se puede decir que el deslizamiento es considerado un movimiento de ladera en el cual parte de la capa del suelo o material rocoso es transportado pendiente abajo por influencia de la gravedad. Para que se genere deben presentarse al menos dos elementos: relieve abrupto (topografía del terreno) y un estímulo externo o disparador (lluvias, sismicidad, actividad volcánica y/o actividad antrópica).



Figura 2.5 Deslizamiento de tierra.

Fuente: <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/remocion/general>

Flujo

Son movimientos de masas de suelos (flujos de barro o tierra), derrubios (debris flow) o bloques rocosos (coladas de fragmentos rocosos) que por su contenido de agua y la disgregación del material sólido, se comportan como fluidos viscosos. El agua es el principal agente desencadenante; afecta los suelos causando la pérdida de cohesión de las partículas que los conforman.



Figura 2.6 Flujo de tierra y barro. Fuente: IDI, 2004.

Derrumbes

Pueden ser definidos como el desplazamiento vertical de grandes masas de tierra, barro o piedra y generalmente sucede en zonas de suelos inestables, agudizándose la posibilidad de ocurrencia en épocas de lluvia.



Figura 2.7 Derrumbe de piedras. Fuente: IDI, 2004.

Avalanchas rocosas

Son procesos muy rápidos de caída de masas de rocas o derrubios que se desprenden de laderas inclinadas. Las masas rocosas se rompen y pulverizan durante la caída, dando lugar a depósitos con una distribución caótica de bloques, con tamaños muy diversos, sin estructura, prácticamente sin abrasión y con gran porosidad. Las avalanchas son generalmente el resultado de deslizamientos o desprendimientos de gran magnitud que, por lo elevado de la pendiente y la falta de estructura y cohesión de las masas rotas, descienden a gran velocidad ladera abajo en zonas abruptas, pudiendo superar los 100 Km/hora.

Todos estos movimientos constituyen un riesgo geológico importante, que afectan edificaciones, vías de comunicación, embalses, cauces y en el peor de los casos a la población. Los flujos pueden ser considerados como los más devastadores, debido a su poder de arrastre y a la velocidad que pueden alcanzar en forma repentina, generalmente son desencadenados por deslizamientos, derrumbes o alguna otra falla de ladera producida por lluvias, que han sobresaturado los suelos causando la pérdida de cohesión de sus moléculas y por ende obligándolos a ceder ante el estímulo de las precipitaciones.



Figura 2.8 Avalancha de rocas.

Fuente: <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/remocion/general>

2.2.2 Influencia de las situaciones meteorológicas del país ante los movimientos de masas

En la cordillera de la costa de nuestro país, así como en las zonas montañosas, los movimientos de masas más frecuentes corresponden a deslizamientos y flujos, debido principalmente a precipitaciones de carácter continuo e intenso. La mayoría de estos eventos o mejor dicho los de mayor magnitud se han producido en la temporada seca del

país y han sido causados por distintas situaciones meteorológicas destacándose, las vaguadas y frentes fríos estacionarios. Tal es el caso de las precipitaciones caídas en febrero de 1951 donde una vaguada en la altura causó grandes deslizamientos de tierra que fueron acumulados en los cauces y desencadenaron aludes torrenciales en el Litoral (Pacheco, 2002). Otro evento producido por una causa meteorológica similar es el de febrero de 2005, que originó grandes movimientos de masas y flujos de barro (Figura 2.9).



Figura 2.9 Flujo de barro ocasionado por el desbordamiento del Río Tanaguarena en febrero de 2005 en el estado Vargas. Fuente: IMF, 2005.

El mayor evento del cual se tiene documentación de movimientos de masas producidos por intensas lluvias, corresponde a diciembre de 1999, el cual fue originado por una masa de aire frío de altas latitudes que produjo una vaguada en altura con restos de frente frío (Cárdenas, 2000). Este evento es considerado de carácter extraordinario, debido a la cantidad de agua caída en la costa central que sobresaturó los suelos y alcanzó una magnitud nunca vista. Las intensas precipitaciones causaron numerosos deslizamientos, desprendimientos de rocas, tierra, avalanchas rocosas, entre otros, (Figura 2.10a) que posteriormente fueron arrastrados por los cursos de ríos y quebradas produciendo aludes torrenciales que bajaron de la montaña ocupando las planicies de inundación y llevándose a su paso tanto numerosas viviendas como la vida de miles de personas (Figura 2.10b).



Figura 2.10a. Deslizamientos que desencadenaron los aludes torrenciales en el Estado Vargas en diciembre de 1999. **Figura 2.10b.** Parte del material sólido que bajó de la montaña en diciembre de 1999 en el estado Vargas. Fuente: IMF, 2005.

Los fenómenos meteorológicos si bien son los principales causantes de deslizamientos y otros movimientos en masas en el país, no se les puede atribuir toda la responsabilidad, en la mayoría de los casos las zonas afectadas por estos fenómenos han sido alteradas por el hombre con la urbanización o modificación de laderas y áreas de inundación, incrementando su amenaza ante deslizamientos y flujos en general.

Las actividades de tipo urbano aumentan además el grado de impermeabilización de los suelos con el consecuente aumento del escurrimiento, multiplicando además los movimientos de tierra y la producción de sedimentos (López, 2005).

Los movimientos en masas no pueden ser evitados, son sucesos naturales donde las situaciones atmosféricas son el principal agente activante, lo que se puede hacer es realizar estudios, con fines de evaluar la ocupación de las planicies inundables y en el mejor de los casos sugerir el reordenamiento de las comunidades que se encuentran en zonas de alta amenaza.

2.3 INUNDACIONES FLUVIALES

Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos y quebradas, subida de las mareas por encima del nivel habitual o avalanchas.

Las inundaciones fluviales son fenómenos naturales donde el flujo de crecida de un río, o quebrada sobrepasa sus márgenes y corre sobre las planicies o llanuras de inundación (López, 2005). Son ocasionadas usualmente por lluvias intensas que producen demasiada agua que no puede ser almacenada en la cuenca, ni transportada en los cauces naturales o canalizaciones. Pueden ser causados también, por la ruptura de una represa o por el deshielo.

2.4 ALUDES TORRENCIALES

Se denomina aludes torrenciales aquellos flujos con altas concentraciones de sedimentos (hiperconcentraciones) que se generan en las cuencas montañosas, cuyo origen está asociado a la ocurrencia de deslizamientos durante lluvias prolongadas y de alta intensidad, y que pueden estar conformados por agua, barro, rocas, y grandes restos de vegetación, así como por todo tipo de desperdicios y arrastres de materiales fabricados por el hombre. Los tamaños de los sedimentos arrastrados varían desde micrones (arcillas) hasta varios metros de diámetro (peñones). Usualmente se acepta un valor de 20% para definir el límite inferior de concentración (en volumen) de los flujos hiperconcentrados. Para concentraciones menores que 20% se considera un flujo de agua con arrastre convencional de carga suspendida y carga de fondo (López, 2005).

Es importante destacar que los aludes torrenciales se originan en cauces y en algunos casos en laderas, a este último también se le conoce como avalanchas rocosas o aludes de tierra y peñas, pueden ser originados por precipitaciones o fallas en laderas, ya sea debido a la acción sísmica u otra causa. En este estudio el término de alud torrencial está referido estrictamente a movimientos en cauces.

Vivas (2003) hace mención a los siguientes autores citados, donde Aguirre (2000) describe que los flujos hiperconcentrados se diferencian entre sí por los procesos físicos involucrados en cada uno de ellos, función de la reología de la mezcla agua-sedimento.

Hübl y Steinwendtner (2000) refieren que la concentración de sedimentos de este tipo de flujo es tan alta que el agua y la fase sólida se desplazan juntas, comportándose el flujo como un barro homogéneo, en el cual el fluido y los materiales sólidos grandes no se separan hasta que se depositan.

Por último señala que Takahashi (1991) describe que este fenómeno puede darse por las siguientes causas:

- Licuefacción o deslizamientos de laderas que pueden incluir grandes bloques.
- El colapso de una presa natural
- Material sedimentado del fondo del río y de las márgenes al desprenderse, arrastrado por la corriente.

2.4.1 Clasificación de los aludes torrenciales

No existe una clasificación única para caracterizar los aludes torrenciales, generalmente están basadas en un enfoque cualitativo como: observaciones de campo, características del flujo, comportamiento de los materiales, composición, etc. para establecer un criterio propio de alud torrencial. López (2005) menciona como algunos autores clasifican los tipos de flujos:

Takahashi (1991) se refiere a flujos de detritos rocosos, flujos inmaduros de detritos, y flujos turbulentos de barro.

Wang (1994) clasifica los flujos en viscosos, sub viscosos, y no-viscosos, basándose en las características del flujo y la densidad de la mezcla de agua y sedimentos. También los clasifica, en función de la composición del material sólido, en flujos de barro, flujos de barro y rocas, y flujos de agua y rocas.

Julien y O'Brien (1997) se refieren a los flujos de sedimentos hiperconcentrados y los clasifican en inundaciones de barro (mud floods), flujos de barro (mudflows), y flujos de detritos (debris flows). Esta es una de las clasificaciones más usadas para la caracterización de flujos con alto contenido de materiales sólidos.

- **Flujo de barro turbulento (mudfloods):** son hiperconcentraciones de partículas no cohesivas, tales como las arenas y los limos. Presentan un comportamiento muy fluido con concentraciones volumétricas de sedimentos que varía entre 20% y un máximo de 45%. Consiste fundamentalmente en una masa de agua turbulenta que por lo general se desborda del cauce y provoca inundaciones a su paso.
- **Flujo de Barro (mudflows):** se caracterizan por grandes concentraciones de limo y arcillas lo cual cambia las propiedades de la matriz del fluido y ayuda a transportar sedimentos gruesos como carga de fondo. Se comporta como una masa viscosa capaz de transportar rocas cerca de la superficie del flujo. Entre 45% y 55% se encuentran las concentraciones volumétricas de sedimentos.
- **Flujo de detritos o flujo de barro y escombros (debris flows):** se le conoce también como alud torrencial, son flujos rápidos, mezcla de una alta concentración de sedimentos, agua, aire y fragmentos grandes de material aluvional, incluyendo parte de cobertura vegetal arrancada de laderas, objetos grandes como carros y restos de viviendas. Por la alta concentración de material sólido este flujo se mueve como una masa compacta similar al concreto con velocidades cercanas a 20 m/s, haciéndolo altamente destructivo.

Finalmente cita que Aguirre y Moncada (1999) utilizan otra clasificación y se refieren a aluviones de agua, flujos hiperconcentrados, y flujos de barro y escombros.

2.4.2 Reología de aludes torrenciales

Dentro de los flujos hiperconcentrados de sedimentos, el comportamiento reológico involucra la interacción de diversos y complejos procesos físicos. Las partículas sólidas pueden chocar, rozar, rotar y vibrar en el desarrollo del movimiento.

Los cuatro elementos clave en el intercambio de momento de un flujo hiperconcentrado de sedimento son: la viscosidad de la matriz del fluido, la turbulencia, la fricción entre partículas y la colisión entre las mismas.

La cohesión entre partículas finas de sedimento controla el comportamiento no newtoniano de la matriz del fluido. Esta cohesión contribuye al esfuerzo de cedencia τ_y , que debe ser excedido por una tensión aplicada para iniciar el movimiento del fluido.

Para grandes tasas de corte (du/dy , velocidad de deformación), como puede ocurrir en abanicos aluviales empinados, pueden generarse tensiones turbulentas. Una componente adicional de la tensión de corte, la dispersiva, aparece en flujos turbulentos por la colisión de las partículas de sedimento bajo grandes tasas de deformación. Las tensiones dispersivas altas ocurren cuando las partículas más grandes de sedimento dominan el flujo y el porcentaje de partículas cohesivas es pequeño. A muy altas concentraciones de sedimentos finos, el impacto turbulento y dispersivo entre partículas es suprimido, y el flujo se aproxima a uno laminar.

La concentración de sedimentos puede variar drásticamente en un mismo evento de crecida, alternándose el dominio de las tensiones viscosas y turbulentas, produciéndose flujos pulsantes. La tensión de corte total en flujos hiperconcentrados de sedimentos, puede ser calculada por la suma de cinco componentes:

$$T = \tau_c + \tau_{mc} + \tau_v + \tau_t + \tau_d$$

Donde la tensión de corte total τ depende del esfuerzo de cedencia cohesivo τ_c , la tensión de corte de Mohr-Coulomb τ_{mc} , la tensión de corte viscosa τ_v , la tensión de corte turbulenta τ_t , y la tensión de corte dispersiva τ_d . Escribiendo la ecuación anterior en términos de la tasa de corte dv/dy o gradiente de velocidad, se obtiene la ecuación cuadrática reológica publicada por O'Brien y Julien en 1985:

$$\tau = \tau_y + h \left(\frac{dv}{dy} \right) + C \left(\frac{dv}{dy} \right)^2$$

Siendo τ_y el esfuerzo de cedencia, h la viscosidad dinámica y C representa el coeficiente de la tensión de corte inercial.

Los dos primeros términos de la ecuación corresponden a las tensiones de corte de Bingham y representan las tensiones de resistencia internas de un fluido de esas características. La suma de la tensión de cedencia y la viscosa define la tensión de corte de un fluido hiperconcentrado de sedimentos cohesivo en un régimen de flujo viscoso. El último término es la suma de las tensiones de corte dispersiva y turbulenta, que es función del cuadrado del gradiente de velocidad.

La resolución de la ecuación diferencial permite desarrollar modelos numéricos, a partir de cuya aplicación pueden obtenerse resultados de interés para la resolución de problemas ingenieriles relacionados con los flujos densos. En la práctica, la ausencia de los datos básicos necesarios, más la dificultad de determinarlos o definirlos, complica el uso de estas herramientas en la mayoría de los casos, por lo que debe recurrirse al empirismo, Brea et al (2003).

2.4.3 Medidas de control ante aludes torrenciales

Debido al alto poder destructivo que tienen los flujos hiperconcentrados es necesario implementar medidas de protección o anticipo, que le permitan a las poblaciones asentadas en zonas de alta amenaza reducir los riesgos que pueden correr ante estos sucesos. Claro con esto no se garantizaría una reducción de la vulnerabilidad que presentan estas comunidades.

Las medidas de control o bien de prevención y mitigación ante inundaciones torrenciales se clasifican generalmente en “medidas estructurales” y “medidas no estructurales” (López, 2005).

2.4.3.1 Medidas Estructurales

Basadas en la construcción de obras hidráulicas para el control de flujos y de arrastres sólidos aportados por los torrentes. Estas obras consisten en:

- Obras para el control de erosión en cárcavas, laderas y pendientes inestables, construidas con el fin de disminuir el aporte de sedimentos en la parte alta de la cuenca, mediante pequeñas obras de retención y protección de suelos.
- Obras de estabilización de cauces, cuyo objetivo es levantar el fondo de las laderas y reducir la erosión de los cauces, consisten en pequeñas presas escalonadas que se construyen en cauces principales o tributarios, reduciendo la energía del flujo para transportar sedimentos.

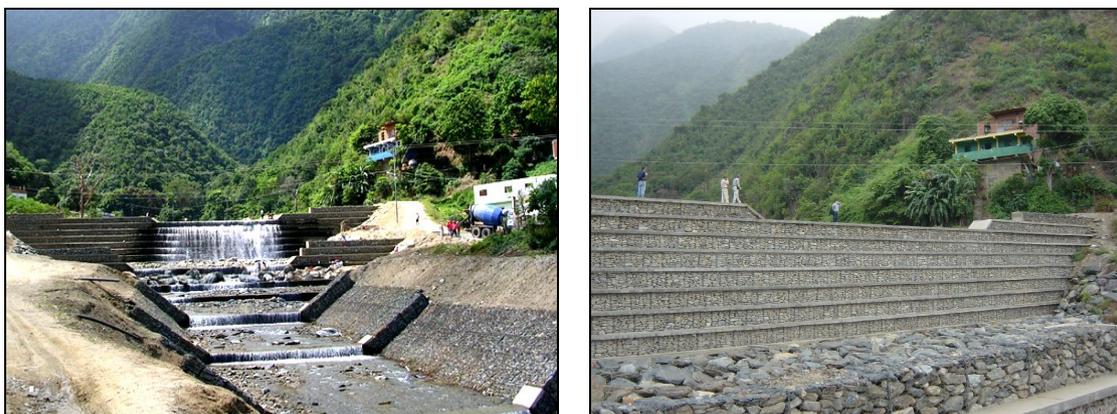


Figura 2.11 Presa escalonada de Macuto, Estado Vargas. Fuente: IMF, 2007.

- Obras de control y retención de sedimentos, consisten en presas para capturar y almacenar los arrastres sólidos, son construidas usualmente en gargantas de los torrentes o en afluentes principales. Pueden ser del tipo cerrado o abierto, ambas cumplen la función de reducir la concentración de sedimentos transportados por la corriente reduciendo así su caudal pico. Las presas abiertas dejan pasar por sus

aberturas los materiales más finos obstaculizando el paso de los más gruesos. Las presas cerradas reducen las corrientes torrenciales, depositando los sedimentos en sus vasos de almacenamiento.

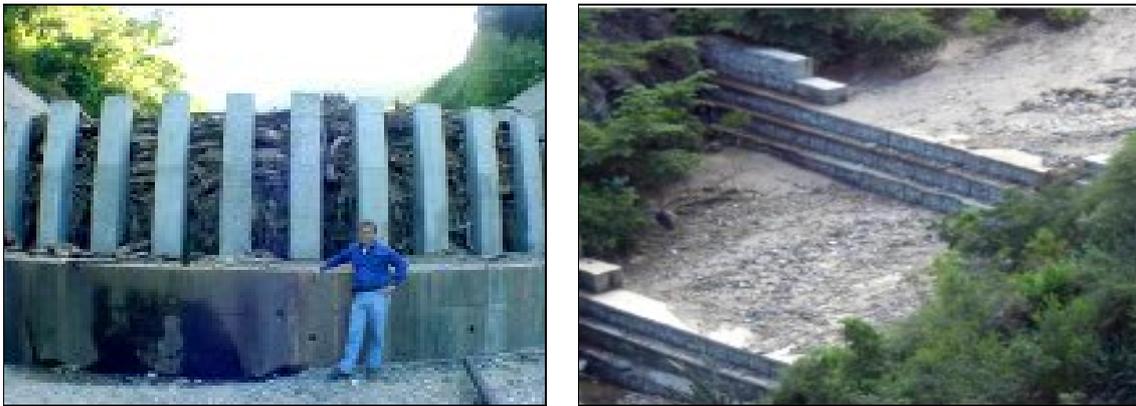


Figura 2.12 Presa abierta (izquierda) en Qda. Guanape y presa cerrada (derecha) en Qda. Alcantarilla, colmatadas de sedimentos en el Estado Vargas. Fuente: IMF, 2005.

- Obras de conducción de flujos (canalizaciones), constituyen las vías o canales que se utilizan para conducir los flujos de las presas hasta los lugares de descarga.

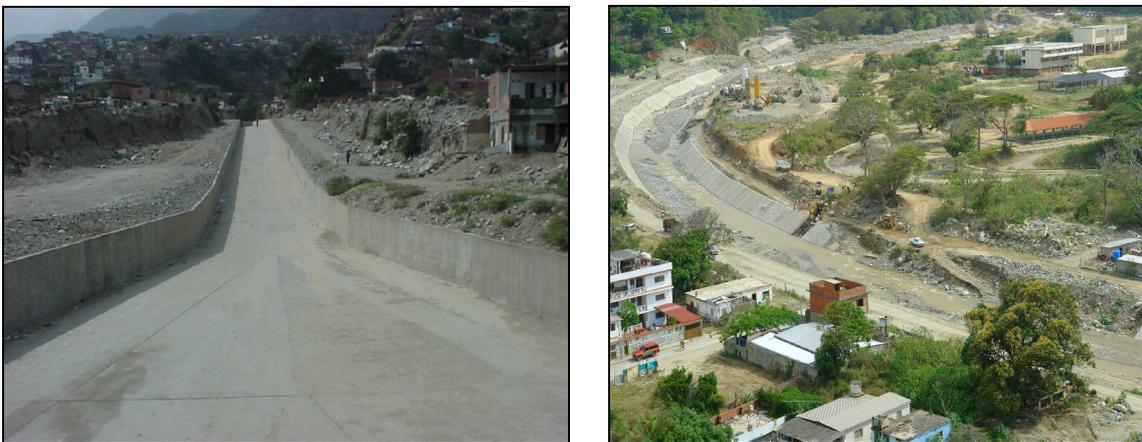


Figura 2.13 Canalización en Qda. Guanape (izquierda) y canalización en Río Camuri Grande, Estado Vargas. Fuente: IMF, 2005.

2.4.3.2 Medidas No-Estructurales

Se basan en las siguientes estrategias:

- Instrumentación de sistemas de monitoreo hidrometeorológico, hidráulico y sedimentológico en la cuenca.
- Implementación de sistemas de alerta temprana para dar aviso a la población.
- Elaboración de mapas de amenazas y riesgo.
- Elaboración de planes de contingencia y evacuación de la población.
- Ejecución de programas de educación a las comunidades, que conlleven al desarrollo de una cultura de prevención para disminuir los efectos de las amenazas naturales.

2.4.4 Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante aludes torrenciales

Suarez (1998) menciona las siguientes definiciones basadas en Varnes (1984):

Amenaza natural: es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo.

La amenaza es un factor que se representa generalmente en mapas que clasifican una determinada zona de acuerdo a sus niveles de amenaza y riesgo.

Vulnerabilidad: es el grado de pérdida de un determinado elemento o grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud determinada. Se expresa en una escala de 0 (no pérdida) a 1 (pérdida total).

Riesgo: es el número esperado de vidas humanas perdidas, personas heridas, daño a la propiedad, y pérdidas económicas relacionadas con la ocurrencia de un determinado fenómeno.

Es una medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad o el ambiente. Se mide en vidas humanas y propiedades en riesgo. Generalmente se le estima como el producto de probabilidad multiplicado por las consecuencias.

Las medidas de prevención y control deben ser implementadas, previo a la identificación de los niveles de riesgo. Para lo cual es necesario la realización de un análisis basado en la observación y registro tanto de parámetros naturales como de aquellos producidos por causas externas, que puedan participar o desencadenar deslizamientos, flujos de escombros o algún fenómeno similar. Este análisis permitirá caracterizar una determinada zona de acuerdo a los niveles de riesgo que presenta. El conocimiento y evaluación de características como: la cantidad de habitantes, las condiciones de las viviendas e infraestructuras diversas y los daños que han causado determinados fenómenos naturales, son factores que permiten analizar la vulnerabilidad presente en determinadas áreas.

Los mecanismos usados para anticipar o reducir el riesgo ante aludes torrenciales, o cualquier otro fenómeno similar, no garantizan una seguridad total. López et al (2005) mencionan que la reducción de riesgos se busca mediante medidas dirigidas a disminuir tanto la amenaza como la vulnerabilidad. Pues en el pasado se atacaba principalmente la amenaza, a través de obras destinadas a disminuir la intensidad de los eventos naturales, lo que representaba una solución de eficiencia limitada, debido al carácter imprevisible de los fenómenos naturales que los originaron. En la actualidad se busca actuar en primer lugar sobre la vulnerabilidad, evitando al máximo la exposición al riesgo, ya sea mediante la regulación del uso del suelo en áreas consideradas como de amenaza, o la prohibición de nuevas construcciones en zonas de alta amenaza y la reubicación de viviendas y estructuras en caso de ser necesario.

2.5. UMBRALES DE EVENTOS EXTREMOS

El estudio de umbrales como valores críticos es uno de los componentes necesarios para establecer un sistema de alerta temprana; estos valores pueden ser de lluvia o caudal generalmente producidos en eventos de precipitaciones extremas. La proximidad o superación de un nuevo evento a los umbrales establecidos permiten activar una alerta o alarma para advertir a la población del peligro de aludes torrenciales, deslizamiento, inundaciones o algún otro fenómeno hidrometeorológico.

2.5.1 Eventos extremos

Generalmente se acepta como evento extremo el acontecimiento ocurrido en un periodo de tiempo determinado (por ejemplo: tres días, una semana, etc.), donde intensas y/o continuas lluvias desencadenaron fenómenos naturales, como aludes torrenciales, avalanchas, derrumbes, deslizamientos, inundaciones, entre otros, que han ocasionado o pueden ocasionar daños a la población.

2.5.2 Umbral de caudal

Se puede definir un umbral de caudal como el gasto máximo, de ríos o quebradas propensos al desbordamiento, que puede tener el escurrimiento que fluye por ellos antes de salirse de los cauces.

2.5.3 Umbral de lluvia

Los umbrales de lluvia se obtienen analizando registros históricos de precipitación ya sea diaria u horaria, y determinando cual es el valor o valores pico capaces de generar deslizamientos, inundaciones ó aludes torrenciales.

Conocer los valores máximos de lluvias y los daños causados por estas, le permite a los científicos usar herramientas que sirvan para advertir sobre nuevos eventos hidrometeorológicos y tener una idea comparativa de cómo podrá ser el comportamiento de los mismos en el futuro, para una determinada región.

2.5.4 Sistemas de Alerta Temprana

De acuerdo a CENAPRED (2006), se podría definir a los sistemas de alerta temprana como un conjunto de elementos organizados con el objetivo de informar con tiempo suficiente y de una manera apropiada a las comunidades amenazadas por eventos o peligros naturales, a fin de reducir la posibilidad de daños a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Entre estos eventos se encuentran inundaciones, deslizamientos, aludes torrenciales o de nieve, tsunamis, huracanes, volcanes, incendios, entre otros. La implementación de los SAT depende de la amenaza que presente cada región. En Latinoamérica los tres primeros eventos naturales mencionados son los de mayor recurrencia, por lo que los sistemas de anticipo están abocados a estos.

2.5.4.1 Actores involucrados

Según participantes de la Consulta Hemisférica sobre Alerta Temprana en el continente Americano concluyeron que la alerta temprana es un proceso que abarca actores de tres tipos (Villagrán et al, 2007):

- Instituciones científicas y técnicas, las cuales están encargadas del estudio y monitoreo de eventos naturales, para proveer modelos que pueden ser utilizados para el pronóstico de eventos en términos de intensidad, tiempo y región geográfica.
- Autoridades y agencias de Protección Civil, que estarán a cargo de establecer operaciones y marcos relacionados con la preparación y la respuesta en caso de dichos eventos.
- Comunidades, las cuales deben entender la naturaleza de las amenazas, sus posibles intensidades y rangos, y reaccionar de acuerdo con las guías impartidas por las instituciones de protección civil junto con las autoridades.

2.5.4.2 Elementos que lo conforman

Un sistema de alerta temprana completo y efectivo, según CENAPRED (2006), se compone de los elementos descritos a continuación:

- Conocimiento previo de los riesgos que se enfrentan

Los riesgos surgen de la combinación de peligros y vulnerabilidades presentes en una región en particular en un momento determinado. Estar al tanto de los mismos permite crear conciencia y sensibilizar a las personas que van a ser alertadas, así como priorizar las necesidades de los SAT y facilitar la preparación de la respuesta.

- Sistemas de medición y monitoreo

Basados en conocimientos científicos que permitan la elaboración de pronósticos y/o predicciones efectivas, así como un monitoreo continuo (24 horas) de parámetros meteorológicos e hidrométricos, entre otros, y la detección de precursores que permitan general alertas precisas y oportunas.

- Mecanismos de comunicación y disseminación

Establecidos de tal forma que los alertamientos lleguen a la mayoría de las personas en riesgos, los mismos tienen que ser claros, comprensibles y con información útil, de tal forma que permitan responder adecuadamente.

- Capacidad de respuesta

Es necesario que las comunidades entiendan el riesgo y que sepan como reaccionar, para lo cual deben estar previamente educadas en cuanto a planes y manuales de procedimiento se refiere, los cuales debieron ser practicados y probados.

Finalmente CENAPRED (2006) señala que la falla de una de estas partes puede conducir a la falla de todo el sistema.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El objetivo de la investigación es estimar valores críticos de precipitación que permitan identificar condiciones propicias a la ocurrencia de aludes torrenciales en el área urbanizada de las cuencas de Tacagua, La Zorra y Mamo en el Estado Vargas. En este capítulo se describe la metodología para la determinación de estos valores.

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los aludes representan una gran amenaza debido a las pérdidas humanas y materiales que acarrearán, por tal razón han sido motivo de estudio y control en diversos países. Japón es uno de los países más afectados, donde los aludes torrenciales ocurren varias veces al año. Para mitigar su amenaza se han construido numerosas obras hidráulicas y se han instalado sistemas de observación y medición en cuencas. China también ha sufrido las consecuencias de sus efectos, Vivas 2003 hace mención a Zhicheng 1990, el cual señala que en ese país se producen alrededor de entre 17 y 30 aludes torrenciales al año, lo cual ha llevado a su monitoreo desde hace 40 años. En países europeos como Austria, Italia y Suiza los aludes ocurren principalmente por el derretimiento de la nieve en Los Alpes. En Latinoamérica países como Argentina, Brasil y Venezuela han sufrido grandes aludes torrenciales, esto los ha llevado a implementar nuevos planes de contingencia y estrategias para su control. Como podemos ver, el estudio de estos fenómenos es de importancia mundial, y uno de los principales intereses radica en conocer cuando se pueden producir tales eventos y la reducción de sus ataques.

A continuación se muestra la descripción de varios trabajos referidos a lluvias generadoras de aludes y sistemas de alerta temprana para anticipar deslizamientos, flujos torrenciales o inundaciones.

Guillén (1991) hace referencia al sistema de alerta contra flujos de Lodo en la Cuenca del Río Limón, Estado Aragua, menciona que el sistema consta de un conjunto de estaciones telemétricas medidoras de precipitación y flujo de lodo en la cuenca, las cuales emiten información sobre el evento. Esta información es procesada en tiempo real por un equipo de vigilancia. Los datos de lluvia generan un pronóstico de ocurrencia de flujo de lodo y en base a la información de las estaciones medidoras de flujo de lodo se advertirán sobre la ocurrencia del mismo. Para el pronóstico del flujo de lodo se fijaron umbrales críticos de lluvia, basados en registros históricos de precipitación en el área y su relación con los desastres ocurridos, dando una señal de alarma para 88 mm de precipitación o la evacuación de la población con 93 mm de precipitación. Este sistema de alerta fue instalado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Ortigao et al (2000) describen el sistema de alarma contra deslizamientos de tierra en la ciudad de Río de Janeiro, para el cual se instaló una red de estaciones medidoras de precipitación y un conjunto de inclinómetros y piezómetros automatizados en diversos taludes. El sistema permitió estudiar el efecto de las lluvias sobre los deslizamientos, y esto, a su vez, elaborar una la curva crítica que se muestra en la figura 3.1 donde el máximo probable o umbral para que ocurra el deslizamiento es 180 mm/día con una precipitación antecedente de 4 días. Cabe destacar que posteriormente este sistema fue mejorado con la inclusión de un radar meteorológico Doppler.

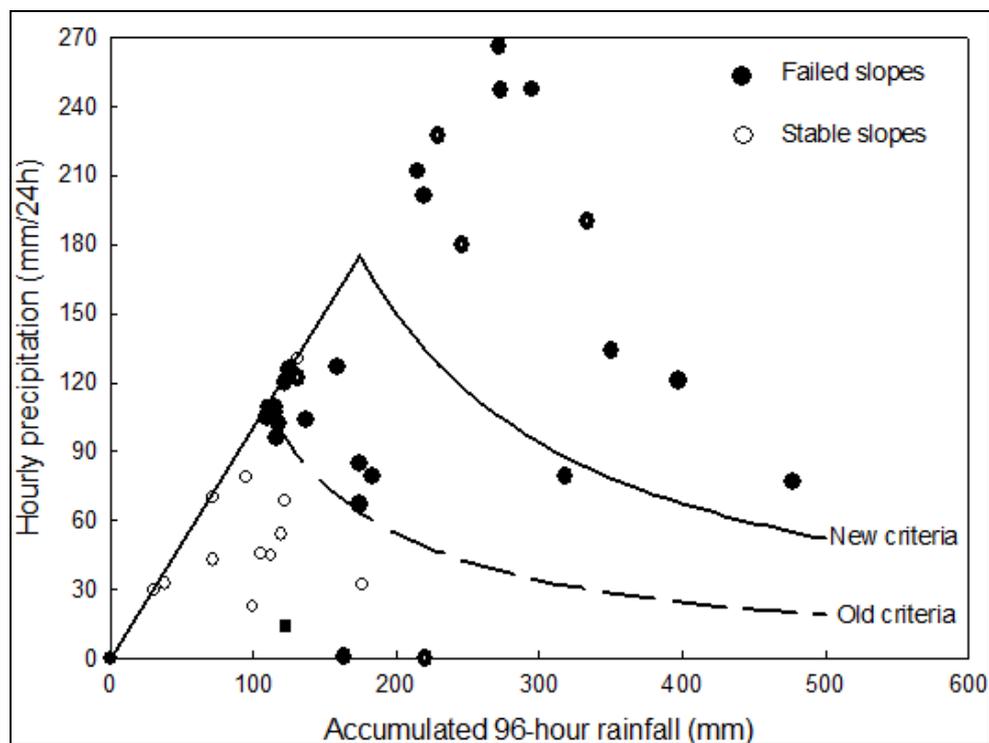


Figura 3.1 Curva Crítica para deslizamientos basada en precipitación diaria contra lluvia acumulada en 96 horas. Fuente: Ortigao, 2000.

Pando et al (2003) analiza problemas de deslizamientos provocados por lluvias intensas y propone curvas umbrales de intensidad vs. duración de lluvia. Toma como referencia el estudio realizado por Larsen y Simon (1993), en el cual relacionaron mediante la siguiente ecuación: $I = 91,46 D^{-0,82}$, la intensidad (I) y duración (D) de precipitaciones de 41 eventos que causaron flujos superficiales de derrubios y suelos, avalanchas o fallas circulares profundas en Puerto Rico. Haciendo uso de la metodología expuesta por Caine (1980), donde a través del análisis de 73 tormentas muestra un umbral a nivel mundial, llega

a una expresión de umbral para deslizamiento con la inclusión de 34 tormentas distintas a las analizadas por Larsen y Simon (1993) y establece un nuevo umbral para deslizamiento en Puerto Rico, sus resultados se muestran en la figura 3.2.

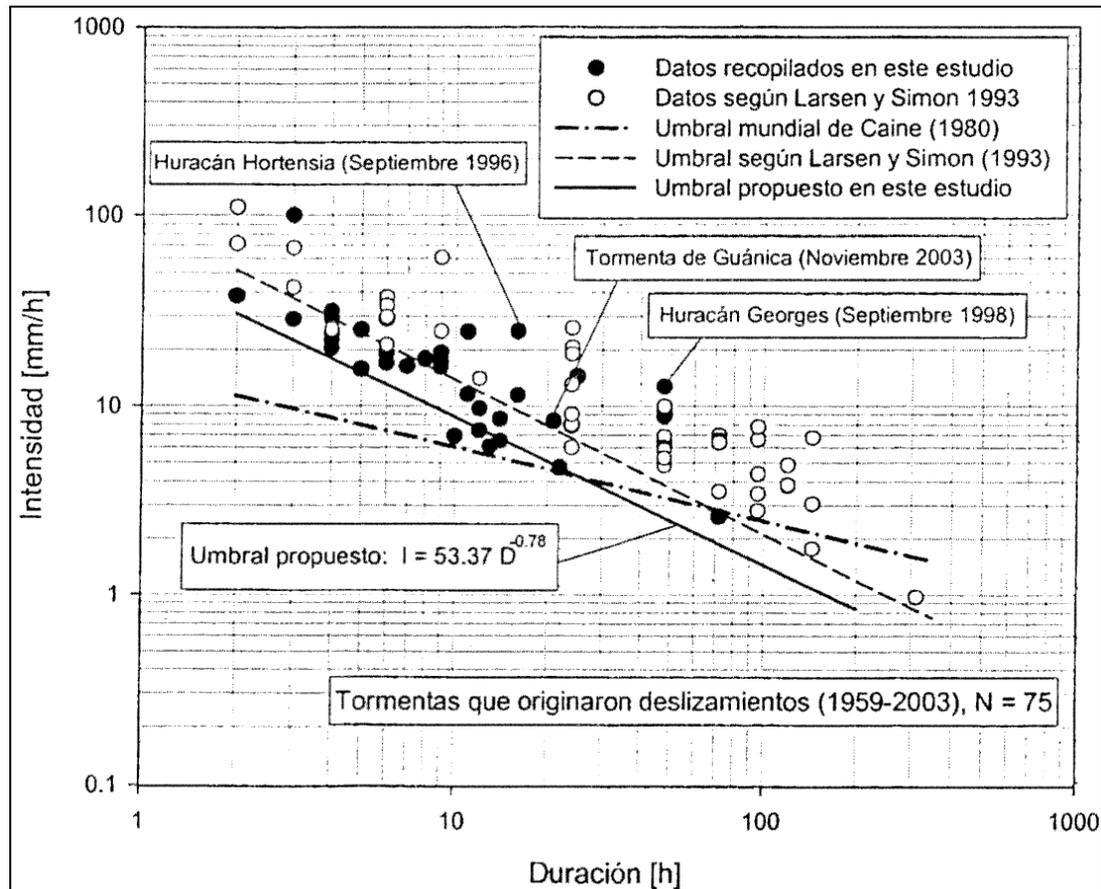


Figura 3.2 Umbral de intensidad de lluvia contra duración para Puerto Rico.
Fuente: Pando et al (2003).

González-García y Mayorga-Márquez (2004) presentan curvas de umbrales para deslizamientos, basadas en precipitaciones diarias y antecedentes en 4 regiones de Colombia con distintas orografía y susceptibilidad físico-ambiental. Mencionan que los distintos movimientos en masas son ocasionados por lluvias de diferentes características donde el 96% de eventos catastróficos se debe a condiciones meteorológicas extremas, 56% a lluvias de larga duración y 37% son causados por lluvias intensas de corta duración, las cuales también producen diferentes movimientos en laderas dependiendo de las condiciones del suelo. Utilizan probabilidades y períodos de retorno para las lluvias consideradas. Finalmente realizaron una correlación lineal entre la lluvia crítica (acumulada antecedente) y la lluvia anual, llegando a la siguiente expresión:

$$LL_{cr}(\text{mm}) = 51,4 + 0,403 LL_{anual}(\text{mm}),$$

y otra para la duración y la lluvia crítica

$$D_{cr}(\text{días}) = 0,3283 LL_{cr}(\text{mm})^{0,416}.$$

Concluyeron que existe una alta variabilidad entre sus resultados para las regiones analizadas, recomendando la regionalización de las curvas umbrales, dependiendo de las características pluviométricas de las cuencas.

IDI (2004) el Instituto para el Desarrollo de Infraestructura del Japón (IDI) presenta una guía que señala los métodos usados en Japón para anticipar aludes torrenciales, los cuales relacionan intensidad de la lluvia con la precipitación acumulada anteriormente, todos estos métodos usan “Precipitación de Trabajo”, la cual considera la precipitación acumulada como contribución de una lluvia continua y de precipitaciones antecedentes expresada bajo la forma de “Precipitación de Trabajo”. En la tabla 3.1 se muestran las descripciones de cada uno de estos métodos.

| Method | Method (subcategory) | Index | Target phenomena | Outline | Features |
|---|--|---|----------------------------------|--|---|
| Method using tank model | Method by Suzuki et al. | (i) Storage height in 1 st tank (ii) Storage height in 2 nd tank | Slope failure Debris flow | This method uses a tank model in which a tank with an outlet in the bottom and another outlet on the side is vertically placed in three layers. This method makes use of good relationship seen between the water height stored in tanks against the input rainfall value and the occurrence timing of a slope failure or a debris flow. | It is desirable to determine various constants of tanks which indicate permeability characteristics of the target area by evaluating conformity with the measurement results such as the flow rate. However, measurement data are usually insufficient, which makes the determination of those constants difficult. It is said that relatively effective disaster prediction is possible even in different geological conditions, if constants in the area of granite are used. |
| | Method by Michiue et al. | (i) Storage height in 1 st tank (ii) Total of storage height in 1 st and 2 nd tanks | Slope failure Debris flow | | |
| | Method by Makihara et al. | Total of storage height in three tanks | Slope failure | | |
| Method using working rainfall | Method by the tentative guidelines in 1984 (Method A) | Working rainfall (antecedent rainfall, half-life: daily) | Debris flow | Setting of standard and judgment are made using a rainfall index derived by adding the antecedent working rainfall to the continuous rainfall from the start of rain. | During the examination process, the hourly rainfall at a given time and the working rainfall up to one hour before a given time are treated separately, but judgment is made using only the working rainfall up to a given time. Thus, the examination process is rather difficult to understand. This method is in a sense easy to disseminate because the rainfall index used is only one and it is similar to the continuous rainfall. It is pointed out, however, that this method shows some unconformity if used for a long rain or an intermittent rain. |
| | Method by the tentative guidelines in 1984 (Method B) | (i) Working rainfall intensity (ii) Working rainfall (antecedent rainfall, half-life: daily) | Debris flow | Evaluation is made using a rainfall index derived by combining of the working rainfall used in Method A and the effective rainfall intensity. Because the rainfall index is a combination type index, setting of the standard and judgment is made using a X-Y graph. | Because the antecedent working rainfall used in Method A is also used, this method (Method B) is pointed out to have some unconformity if employed for a long rain or an intermittent rain. This method is recognized as a reference to be used when setting of standard by Method A is difficult. Hence, actual application is not so many compared with Method A. |
| | Method by Yano (Yano Method) | (i) Working rainfall (one-tank model) | Debris flow | A rainfall index is derived by improving the operation method of the working rainfall in Method A, and by making it to be harmonizing with the transition of the moisture content in the soil. | Unconformity for a long rain or an intermittent torrential rain has been improved by the change of the operation method of working rainfall. This index is also effective for the cancellation of warning. No concrete method is specified about the setting of half-life. |
| | Method by the Committee for Studying Comprehensive Sediment Disaster Control Measures (Committee Method) | (i) Working rainfall (half-life: 1.5 hours) (ii) Working rainfall (half-life: 72 hours) | Slope failure Debris flow *) | The operation method of working rainfall given in Yano Method and the disaster prediction method using a three-layered tank model are adopted. The rainfall index is derived using a combination of two half-lives, 1.5 hours and 72 hours. | As this method uses the working rainfall used in Yano Method, unconformity for a long rain or an intermittent torrential rain seen in Method A is improved. This index is also effective for the cancellation of warning. The general-purpose applicability of this method is confirmed through use at various locations. |
| Method using rainfall intensity within the traveling time of runoff water | Method by Hirano et al. | Rainfall intensity within the traveling time of runoff water | Slope failure Debris flow | The rainfall intensity within the traveling time of runoff water derived by using the occurrence model (physical model) of debris flow or slope failure, is used as the index. | Although the traveling time of runoff water differs by topographical and geological conditions, it can be obtained empirically by analyzing causing and non-causing rainfalls in the past. This empirical derivation method is showed. |
| Method using multiple factor analysis | Method by Araki et al. | A combination of topographical factors and rainfall factors | Debris flow Slope failure **) | Topographical factors deeply related to the occurrence of a debris flow are surveyed and measured at each mountain stream at risk of this disaster. Equations for analysis are derived incorporating these survey results and various rainfall indexes. | Laborious measurement of topographical features is required as the prior work. But, it can be done using topographical maps, and labor can be saved if the distinct element method (DEM) or other efficient method is employed. The standard value can be set for each mountain stream or for a group of similar streams. |

*) This method is proposed exclusively for the precipice failure. But, as the tank model used by this method is useful for debris flows, this method is considered to be useful for debris flows.

**): In the literature concerning this method, mountain streams at risk of debris flow are mainly treated. Basically, however, the occurrence of a slope failure and the occurrence of a debris flow are assumed identical.

Tabla 3.1 Características de los métodos usados para anticipar aludes en cuencas de Japón. Fuente: IDI (2004).

Alfaro (2005) describe el sistema de alerta temprana para desastres en Costa Rica basado en una guía para crecidas por inundaciones repentinas en Centro América, la cual permite detectar con varias horas de anticipación las cuencas hidrográficas que podrían estar en peligro de inundación ante un evento hidrometeorológico extremo. Este sistema de prevención consta de los siguientes componentes hidrológicos: el modelo de humedad de suelos (Georgakakos and Smith 2001), el modelo del umbral de escorrentía (Carpenter et al. 1999) y el modelo de la guía de inundaciones repentinas (Georgakakos 2004). Igualmente integra imágenes digitales provenientes del satélite geostacionario GOES, las cuales permiten estimar la cantidad de lluvia en tiempo real cada media hora y su distribución sobre el país, un conjunto de estaciones climatológicas automáticas y los modelos numéricos de mesoescala WS ETA y MM5 para la predicción de tiempo.

El modelo de umbral y la guía de inundaciones repentinas permiten calcular la cantidad de lluvia acumulada en un tiempo determinado suficiente para que se produzca el desbordamiento del río en la salida de las cuencas.

Adicionalmente se presentan otros trabajos extraídos textualmente del informe IMF (2007).

Kanji et al (2000) presentan dos resultados de interés en cuanto al efecto de la lluvia. Una curva de lluvia acumulada (P) versus duración D (horas)

$$P = 22,4 (D)^{0,41},$$

y un método para calcular un grado de susceptibilidad que varía entre cero (alta probabilidad de falla) y 100 (muy estable). Este índice contempla la influencia de la lluvia horaria, pendiente del talud, pendiente del cauce fluvial, área de la cuenca, altura del talud, uso de la tierra y vegetación, y unos geoindicadores. También presentan una curva donde graficaron una gran cantidad de datos correspondientes a lluvias que causaron aludes torrenciales o deslizamientos catastróficos, correlacionando la precipitación acumulada contra la duración (Figura 3.4).

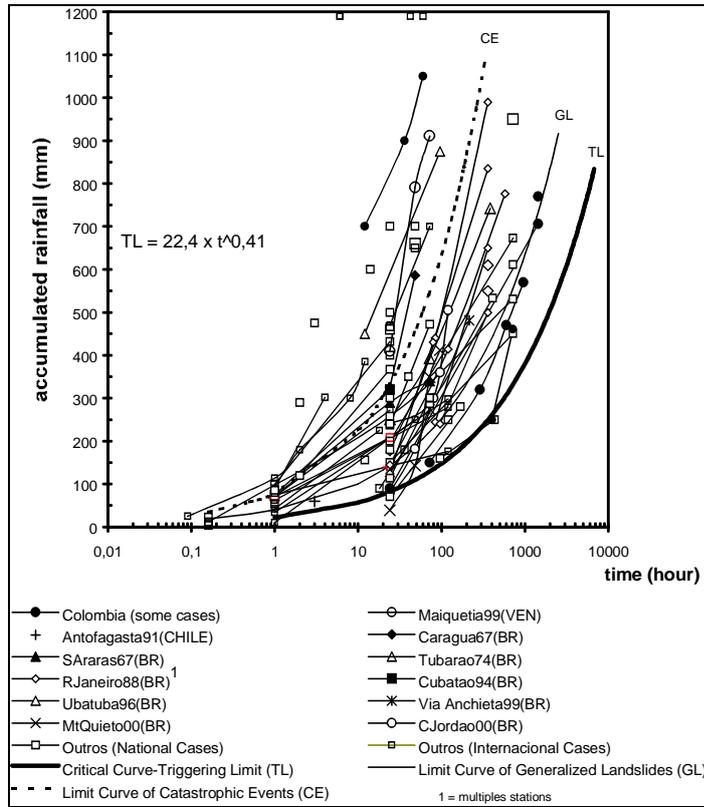


Figura 3.4 Precipitación acumulada en función de la duración de la lluvia que originó aludes torrenciales. La línea inferior es el límite crítico para generación de movimientos de masa (Kanji et al., 2000).

Salcedo (2000) presenta un trabajo muy completo sobre los factores geológicos, topográficos, de vegetación y de permeabilidad de los suelos que influyen en los deslizamientos. Presenta algunos resultados teóricos para el deslizamiento de un talud infinitamente extenso de pendiente constante y también para fallas con cuñas tridimensionales, que se complementan con el análisis dimensional aquí presentado. Salcedo reporta los resultados de Aboshi (1972), donde se predice la falla de laderas correlacionando la lluvia total caída durante dos semanas antes del día previo, y la lluvia de dicho día. Esta correlación se muestra en la figura 3.5a donde se han incorporado los datos del alud de Diciembre de 1999. Presentándose los registros de la Estación Maiquetía, se puede deducir que para el día 14 de Diciembre, el evento se encontraba en la región definida en el gráfico como “desastre severo”. Puede verse en el mismo gráfico elaborado a una escala diferente en la figura 3.4 expuesta por Kanji et al (2000), cuanto lejos se estaba el 16 de Diciembre de 1999, de la curva que define el umbral de grandes desastres.

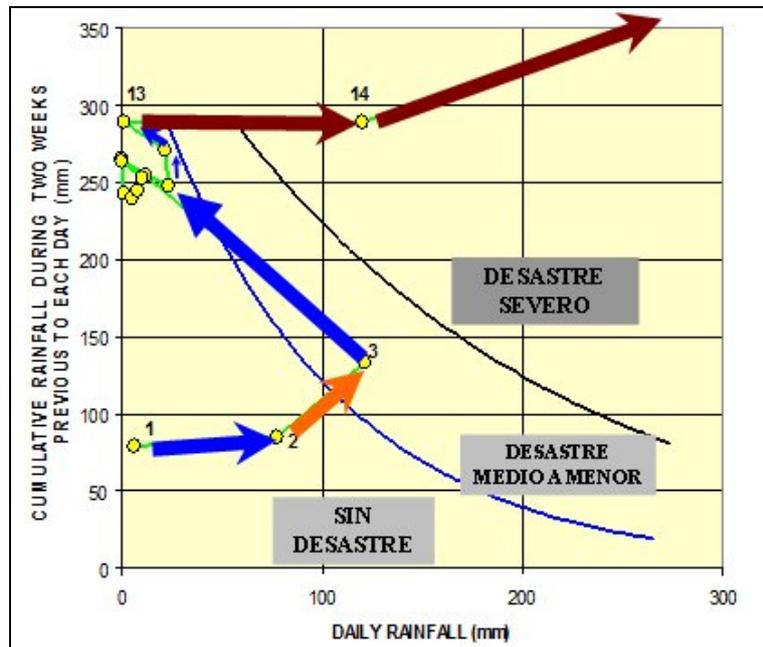


Figura 3.5a. Registros de lluvias de Diciembre 1999 en la Estación Maiquetía, representados en el gráfico de Aboshi (Salcedo, 2000).

En la Figura 3.5b se presenta otra curva que define la condición crítica de ocurrencia de falla de taludes en función de la precipitación (intensidad y duración), basado en experiencias Japonesas (Japanese Geotechnical Society, 1997). A esta figura se le han incorporado datos de los tres eventos torrenciales más importantes ocurridos en nuestro país en los últimos años: la tormenta de 1951 en El Litoral Central, el caso del Río Limón, en 1987, y la de Diciembre de 1999. En todos los casos se observa que los puntos se ubican a la derecha de la curva, donde ocurre el colapso de los taludes, confirmando la validez del modelo para esos eventos extraordinarios.

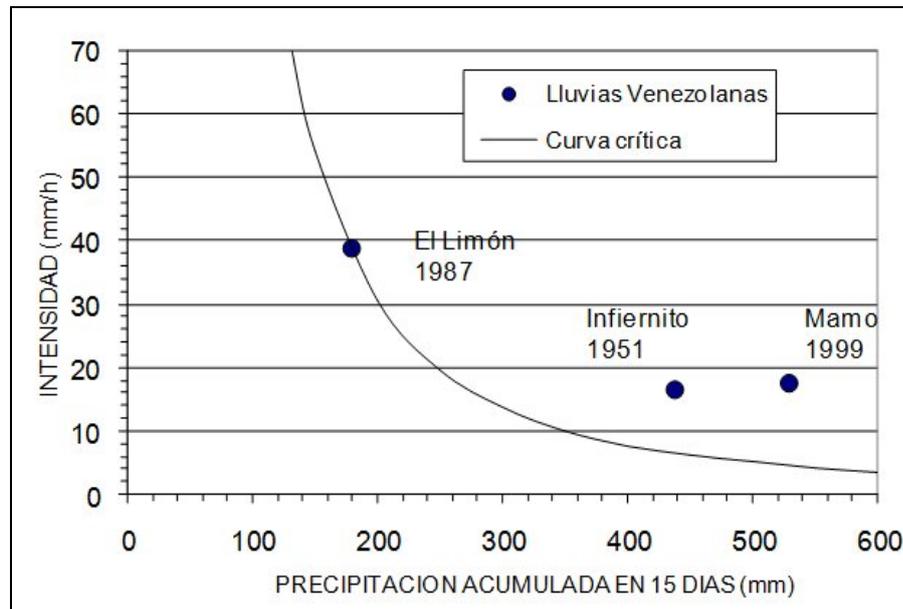


Figura 3.5b Condición crítica para falla de taludes de acuerdo a experiencias japonesas.

Tashita (2001) estudia los desastres de tierra y arena divididos en tres grupos: avalanchas de tierras y rocas; deslizamiento de tierra; y deslizamiento de precipicios. Presenta planillas y métodos para la recopilación de datos, aún no suficientes para establecer criterios claros para anunciar alarma o refugio (evacuación). Presenta gráficos similares a los que hizo JICA luego de Vargas 1999: lluvia reciente horaria versus lluvia antecedente acumulada hasta llegar a una línea crítica. La aproximación a dicha línea podría ocurrir en dos horas (alarma) o en una hora (evacuación).

Hürlimann et al (2003) describen la instrumentación para registro de eventos de aludes en las regiones subalpinas suizas. Mencionan que sistemas ultrasónicos y radar son de mucha ayuda, mientras que los geófonos lo son menos. Se tomaron videos disparados por los mismos fenómenos. Hacen un análisis dinámico del progreso de un alud y presentan la siguiente ecuación como límite inferior para el inicio de un alud:

$$I = 32 (D)^{-0,70},$$

y mencionan las imprecisiones de este resultado debido a dificultades para registrar los datos con certeza. En sus conclusiones describen la modelación dinámica desde el punto de vista reológico.

3.2 METODOLOGÍA DE LA PRECIPITACIÓN DE TRABAJO

Esta metodología intenta relacionar la intensidad de la lluvia con la precipitación acumulada anteriormente (denominada “precipitación de trabajo”), para determinar valores a partir de los cuales se pueden generar aludes torrenciales. A continuación se indican las variantes del método, de los cuales serán usados: el Método A para darle continuidad al trabajo realizado por JICA y el Método C, sugerido como mejora del anterior y de nueva aplicación en el país.

- Método A o Método de la Directriz
- Método B, una variante del anterior
- Método Yano
- Método del Comité (Método C)

Estos métodos se basan en registros históricos de precipitación con fines de determinar, niveles críticos de lluvia por encima de los cuales se pueden generar aludes torrenciales. Consideran eventos significativos de lluvias continuas sobre varios días, ocurridas en el pasado, y determinan cuáles produjeron o no produjeron aludes. Posteriormente los eventos son representados en un gráfico que considera dos parámetros:

- el “indicador de precipitación de largo plazo” que refleja la precipitación acumulada el mismo día y los días anteriores al momento considerado, y
- el “indicador de corto plazo” que refleja la precipitación caída en la hora o en las horas inmediatamente anteriores al momento considerado.

En el gráfico (Figura 3.6) se traza una línea denominada “Línea Crítica” (LC) que separa precipitaciones “no causantes” de aludes, ubicadas a la izquierda del gráfico en un área denominada “zona segura”, de las “causantes” de aludes ubicados a la derecha en un área denominada “zona insegura”.

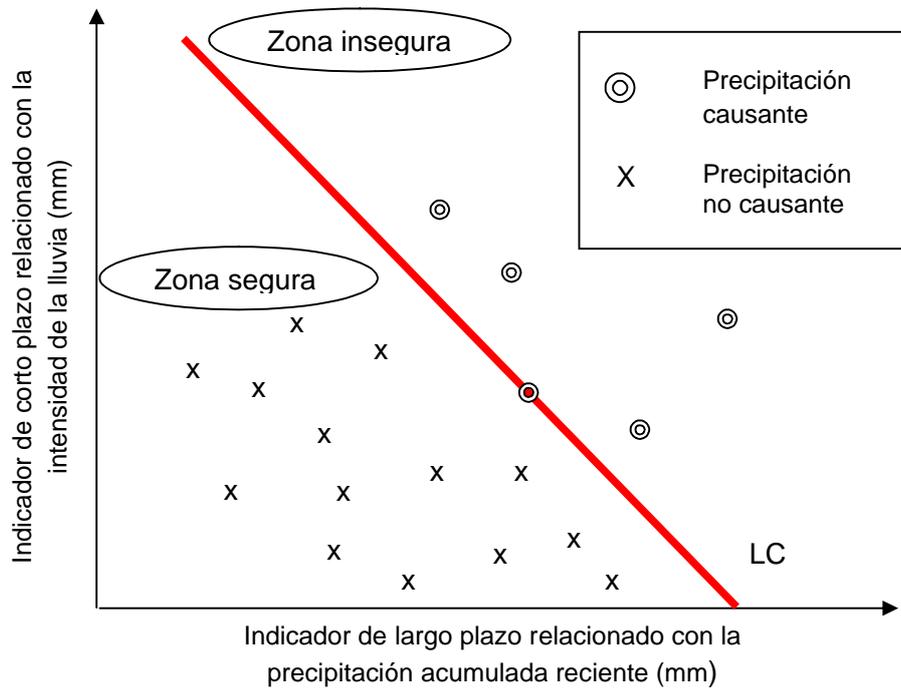


Figura 3.6. Gráfico de evaluación de la amenaza por aludes torrenciales en base a las precipitaciones. Fuente: IDI, 2004.

Si se dispone de una información en tiempo real acerca de las precipitaciones de la cuenca y de pronósticos confiables de precipitación, se puede seguir una situación pluviométrica mediante la trayectoria del punto representativo en el gráfico y evaluar la amenaza a partir del acercamiento a la zona insegura. De acuerdo a esto se llamará al gráfico final, “Gráfico de Evaluación de Amenaza”.

En caso de que existan pronósticos cuantitativos se evalúa la posición del punto representativo de las precipitaciones pronosticadas y dependiendo de la proximidad del mismo se podrá emitir la alerta.

De no existir pronósticos y querer usar el gráfico en tiempo real se utilizan dos líneas adicionales: una basada en niveles críticos para la alerta (Línea de Alerta Previa o LAP) y la otra en niveles críticos para la evacuación (Línea de Alerta Máxima o LAM). Ambas líneas se fundamentan en precipitaciones de referencia.

Puntos resaltantes de la metodología:

- la Línea Crítica, se define en base a dos parámetros, y no simplemente a un solo valor “umbral”.
- a diferencia de estudios similares, que basan su definición de la línea crítica solo en eventos causantes, la metodología de la precipitación de trabajo incluye también el análisis de eventos no-causantes.

- la metodología para determinar la LAP y LAM es independiente de la metodología usada para la LC.
- en caso de existir pronósticos cuantitativos confiables, las LAP y LAM no son necesarias.
- en caso de que una situación pluviométrica requiera emitir alerta, tanto los procedimientos de la misma como su emisión, serán responsabilidad de las autoridades locales y de protección civil, siendo el gráfico sólo uno de los elementos de decisión.

3.3 MÉTODO A

En este método la “precipitación de trabajo” es el equivalente a la lluvia acumulada, figura en la abscisa del Gráfico de Evaluación, es calculada como la suma de la “precipitación antecedente” y de la “precipitación continua” (Figura 3.7).

Lluvia continua

Es la suma de las precipitaciones anteriores a la hora, en la cual se produjo el alud, durante un período que tenga como interrupción en las precipitaciones un tiempo no mayor de 24 horas.

Lluvia antecedente

Es la precipitación acumulada sobre un período anterior a la serie continua, fijado arbitrariamente, por ejemplo una semana. Se trata de una suma ponderada, donde el peso de las precipitaciones va disminuyendo a medida que éstas son más antiguas.

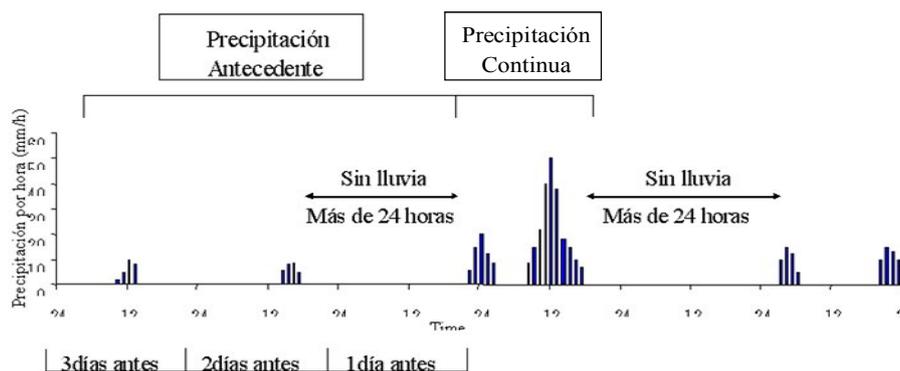


Figura 3.7 Esquema de precipitación antecedente y precipitación continua. Fuente: JICA (2005).

3.3.1 Selección de eventos

La selección de eventos extremos de precipitación se realiza analizando series continuas que no tengan más de 24 horas (1 día) de interrupción, que hayan alcanzado un acumulado mayor a 80 mm y que dentro de este incluyan por lo menos una lluvia diaria superior o igual a 20 mm.

3.3.2 Representación de los eventos

Una vez seleccionados los eventos, se grafica la lluvia acumulada contra la lluvia máxima horaria del día de acuerdo a los siguientes criterios:

- la lluvia máxima horaria del día, corresponde a la mayor precipitación registrada para el día considerado.
- la lluvia acumulada se toma como la precipitación caída hasta la hora en que se registro la lluvia máxima del día más la precipitación de trabajo.

3.2.3 Definición de la Línea Crítica

Luego de representar en el gráfico los eventos se traza una “Línea Crítica” (LC) de 45° con pendiente negativa (-1) que divida a los eventos “no causantes” de los “causantes”. Se menciona en la Guía del IDI que la pendiente puede tomar valores entre -1 y 0, pero su justificación no es muy clara.

3.3.4 Definición de valores para la alerta y la evacuación

Cuando no se pueda contar con pronósticos en tiempo real, se usan líneas de alerta previa (LAP) y de alerta máxima (LAM), basadas en precipitaciones de referencia (Figura 3.8), considerando el período de retorno para minimizar las alertas no acertadas. Para ello, se empieza con la precipitación máxima registrada en el sitio. Si el resultado no es satisfactorio se usan las precipitaciones con 10 años de período de retorno, e incluso se baja a 2 años si fuera necesario.

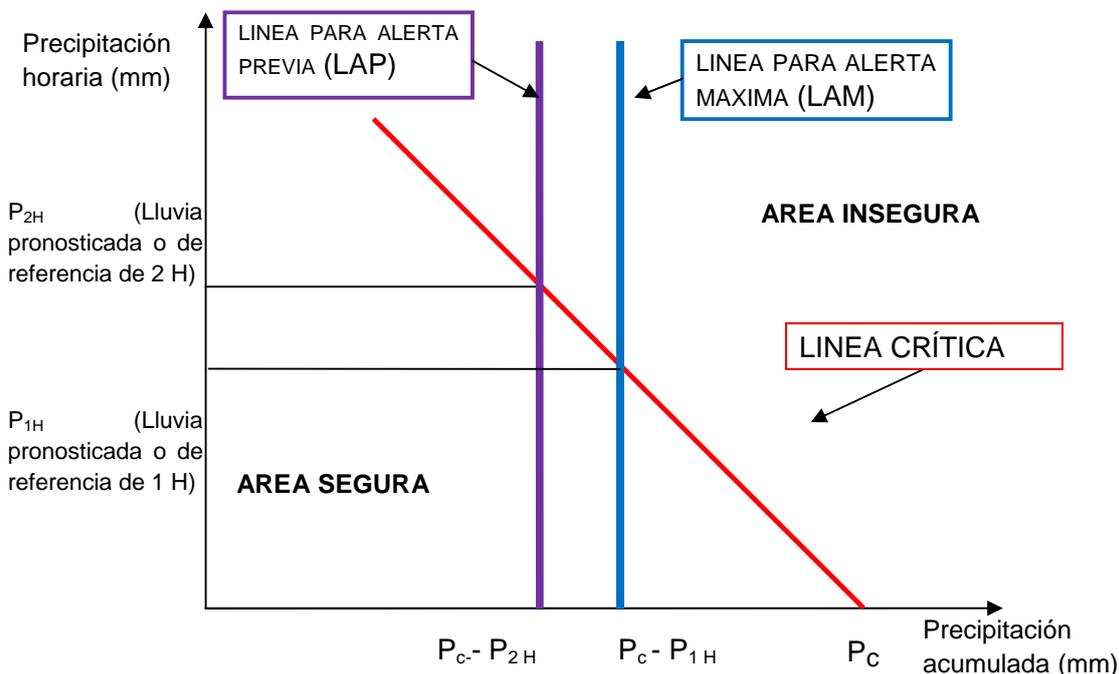


Figura 3.8 Determinación de las Líneas de alerta y Evacuación. Fuente: IDI, 2004.

Para el trazado de ambas líneas están fijados tiempos mínimos de 2 hora y 1 hora respectivamente. Esto quiere decir, que la LAP será fijada considerando que podría caer, en las 2 horas posteriores a la emisión de la alerta, la lluvia máxima histórica registrada en el sitio para esta duración y la LAM se establece al igual que la anterior pero considerando que podría caer en 1 hora, antes de superar la LC, la máxima histórica registrada para esa duración. Cabe destacar que estas dos Líneas variarán dependiendo de los máximos históricos registrados en cada área y que por usar precipitaciones máximas esperadas no siempre el alud previsto ocurrirá al superar las 2 horas previo la alerta o a 1 hora seguido a la evacuación, sino después o podría darse el caso de no ocurrencia. Este factor es un punto importante a explicar a la población una vez establecido un sistema de alerta, justificando lo que se podría percibir como “fallas” del Sistema.

3.3.5 Aplicación del Método A en Venezuela

El equipo de trabajo de La Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) culminó en el 2005 para el MARN un gráfico de líneas críticas con el propósito de ser usado en un futuro como herramienta ante las decisiones de emisión de alerta y orden de evacuación en el Área Metropolitana de Caracas.

Como complemento al Gráfico del valle de Caracas y debido a la falta de datos que existen para evaluar la zona, JICA incluyó en este estudio un primer trabajo que la misma agencia

había realizado luego de ocurrir el alud torrencial en El Limón (Estado Aragua), en Septiembre de 1987, el cual ha desencadenado en el país estudios sobre las lluvias que ocasionan estos fenómenos.

Para la Cordillera Norte Central del país se resumió en un gráfico de líneas críticas registros de precipitación de Aragua, parte del Litoral de Vargas y el valle del Caracas. Considerando eventos de lluvias extremas ocurridas en el pasado, incluyendo los desastres por alud torrencial de El Limón (1987), Vargas (1951), Vargas (1999) y Caracas (1999).

Puntos resaltantes de la metodología usada por JICA

- Se aplicó el método A de forma simplificada, considerando como precipitación de trabajo la lluvia continua y obviando la lluvia antecedente.
- En cuanto a la representación de los eventos:
 - Los eventos con alud se representaron de forma horaria para el período inmediatamente anterior al evento, cumpliendo con el requerimiento del método, lo que supone que se investigó sobre las horas en las cuales ocurrieron los aludes.
 - Los eventos sin alud se representaron también de forma horaria, pero a partir de datos diarios ya que no se conocía la hora en la que ocurrieron. Para la ubicación del punto en el gráfico se estimó la precipitación máxima de cada día, como se explica a continuación:
 - la lluvia máxima horaria del día se consideró como la mitad de la lluvia diaria
 - la lluvia acumulada el mismo día en las horas anteriores a la hora del alud, se tomó como la otra mitad de la lluvia diaria. La precipitación de trabajo, llamada en este caso “lluvia funcional” es el acumulado de los días anteriores más la mitad de la lluvia del día considerado.
- La selección de los eventos, se basó en series continuas (sin superar más de 1 día de interrupción) que haya alcanzado un acumulado mayor a 80 mm y en el cual incluyan por lo menos una lluvia diaria superior a 20 mm.

Datos de precipitación procesados

Para eventos sin aludes

En el estudio muestran la recopilación de series de datos diarios de varias estaciones del valle de Caracas, pero sólo describen el análisis de los datos de Humboldt (1959-1974, 2000-2002) y los de Los Venados (1994-2003). Sin mencionar porque razón obviaron los datos de las otras estaciones, más aún cuando algunas de éstas sí se usaron para graficar los eventos con alud (Maiquetía, Subida del Ávila).

Para eventos con aludes

Se tomaron en cuenta los aludes ocurridos en los años 1951, 1987 y 1999 para las áreas que se señalan a continuación:

- Vargas 1951, los datos son obtenidos de la curva masiva en la estación Subida Pico Ávila.
- Maracay 1987, de la estación Rancho Grande.
- Vargas 1999, utilizan datos horarios para las horas cumbres del evento, generados a partir de la imagen satelital de USGS, para evaluar las cuencas San Julián y San José de Galipán, también usan la estación Maiquetía para evaluar los días anteriores al evento.
- Caracas 1999, se usan datos horarios simulados por USGS para el área de Catuche y Anauco, los cuales fueron ajustados con datos de la estación Cagigal, usada para evaluar los días anteriores al evento.

El periodo de ocurrencia del alud de 1951 se asumió como el momento de la precipitación pico del evento, en cambio para 1999 la ocurrencia de los aludes fue establecida en relación a la evaluación de los resultados de entrevistas realizadas por el U.S. Geological Survey (USGS). Para 1987 se disponía de datos horarios medidos durante el evento.

Resultados obtenidos con la aplicación del método

Se estableció la Línea Crítica para la Cordillera Norte, que se puede observar en la figura 3.9 (en rojo). Esta nueva línea varía poco respecto a la definida en el primer estudio para el área de Aragua, específicamente El Limón, y que le corresponde una precipitación acumulada de 187 mm.

Se muestran las Líneas de Alerta y Línea de Evacuación basadas en la precipitación máxima histórica, para las estaciones: Teleférico (Figura 3.10) con una precipitación por hora máxima de 91 mm usada para la alerta y una precipitación máxima de dos horas de 87,3 mm en los Venados (Figura 3.11) usada para la evacuación, ya que no se cuenta con esa precipitación para Teleférico.

| | Precipitación Crítica para la Alerta | Precipitación Crítica para la Evacuación |
|-----------------------------|---|---|
| Caso 1 (Teleférico) | 96,0mm | - |
| Caso 2 (Los Venados) | 99,7mm | 135,7mm |

Tabla 3.2 Valores de precipitaciones para las líneas de alerta y líneas de evacuación en el Método A.

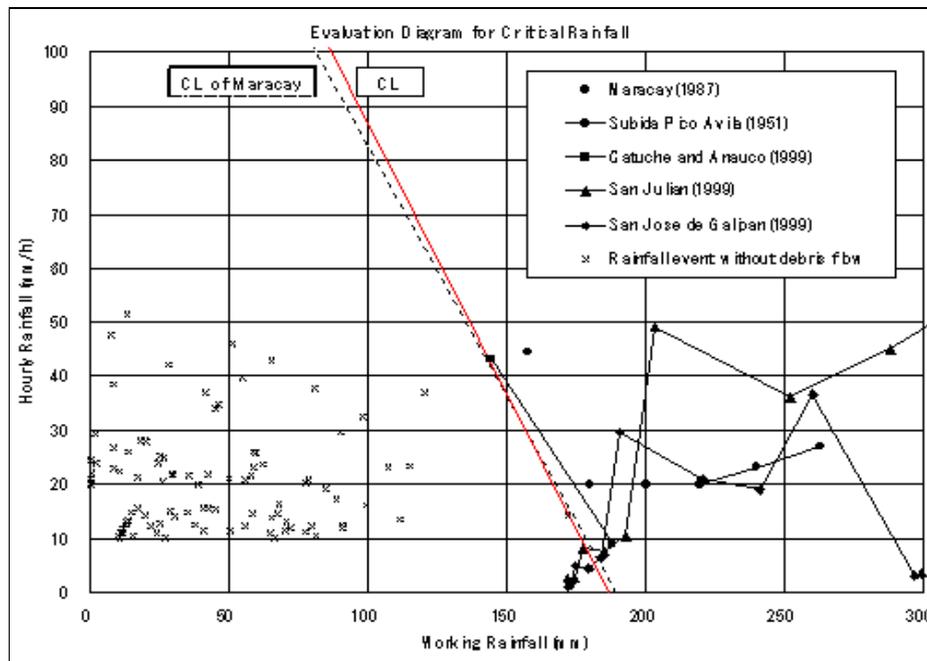


Figura 3.9 Trazado de la Línea Crítica.

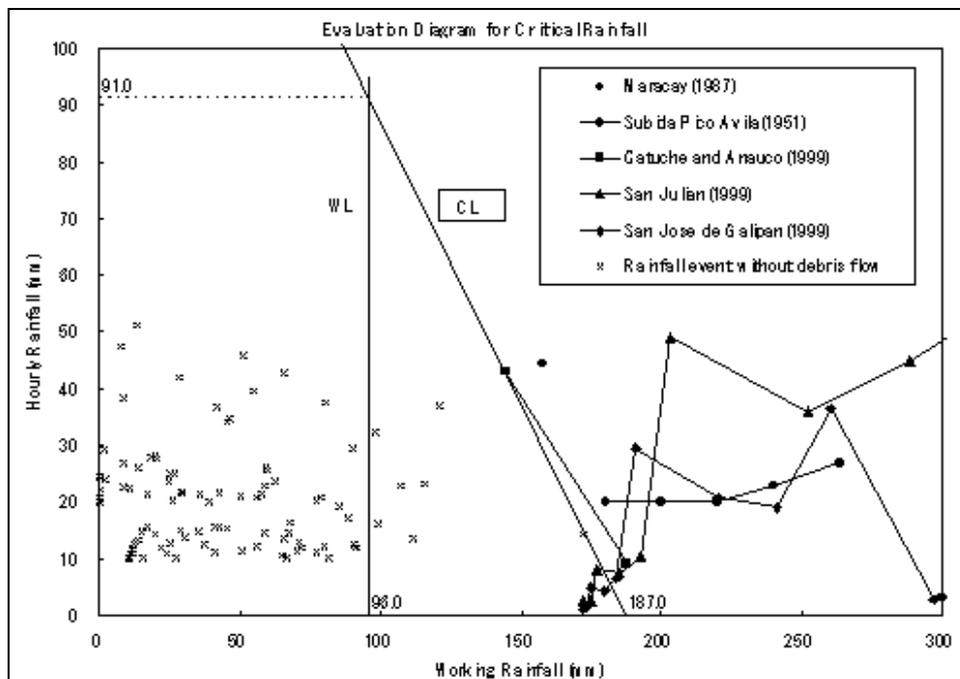


Figura 3.10 Línea de Alerta (WL) según datos estación Teleférico.

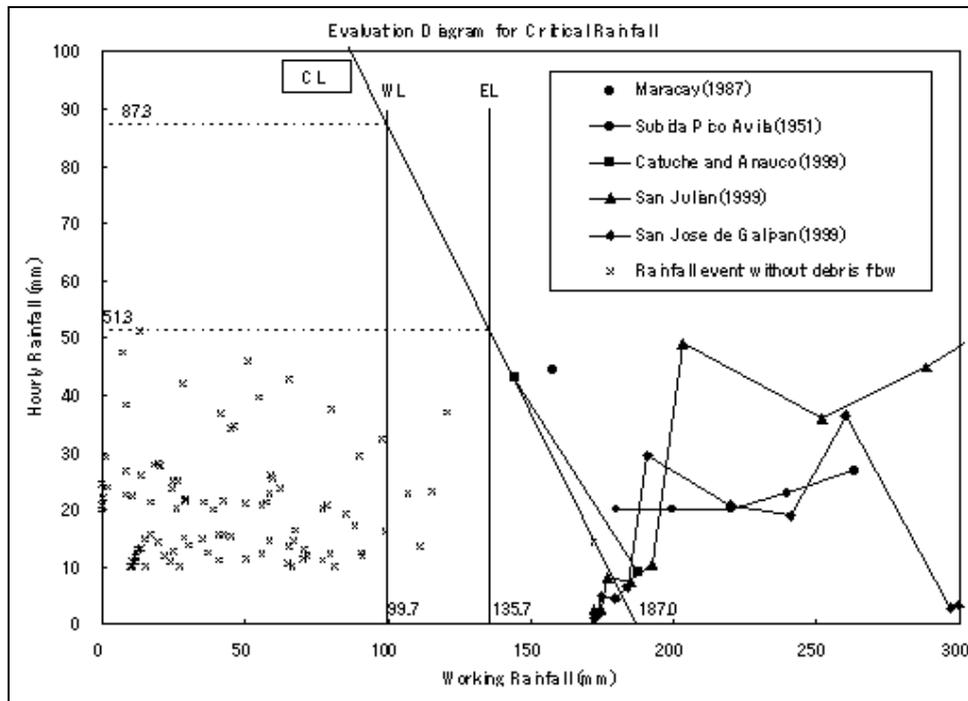


Figura 3.11 Línea de Alerta (WL) y Evacuación (EL) según datos Los Venados.

3.4 MÉTODO DEL COMITÉ (MÉTODO C)

Este método considera todas las precipitaciones ponderadamente, incluyendo la reflejada en la abcisa y ordenada. Tanto para el indicador de largo plazo que refleja la precipitación acumulada como para el de corto plazo que expresa la intensidad de la lluvia usa la “precipitación de trabajo”.

La precipitación de trabajo P_W es la suma de las precipitaciones de la serie de lluvias, afectadas de un coeficiente de reducción que refleja su antigüedad en la serie.

$$P_W = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 + \alpha_3 P_3 + \dots = \sum \alpha_t P_t$$

Donde:

P_t precipitación t horas antes del momento del cálculo

α_t coeficiente de reducción correspondiente a P_t

$$\alpha_t = 0,5^{t/T}$$

T “tiempo de media vida”, es decir tiempo en que el coeficiente de reducción se hace igual a 0,5.

Si por ejemplo $T = 1$ hora

$$P_W = 0,5P_1 + 0,25P_2 + 0,125P_3 + \dots$$

En el Gráfico de Evaluación (Figura 3.12) los dos indicadores son:

- en abcisa, la precipitación de trabajo calculada con tiempo de media vida (TMV) de 72 horas (tres días), que es usada como indicador de largo plazo
- en ordenada, la precipitación de trabajo calculada con tiempo de media vida de 1,5 hora, expresando el indicador de corto plazo.

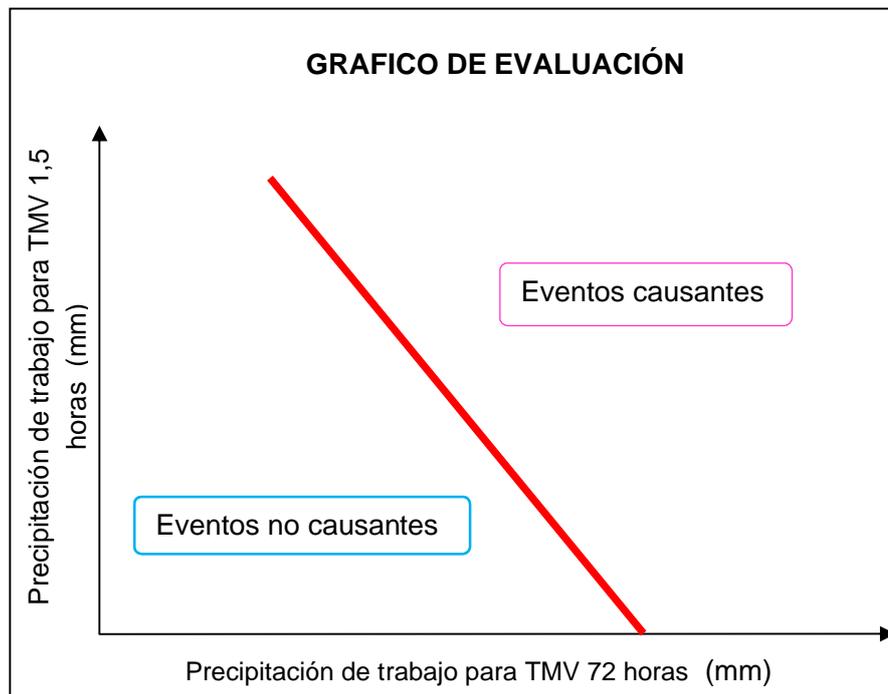


Figura 3.12 Formato del Gráfico de Evaluación del Método C.

3.4.1 Coeficientes de reducción

Los coeficientes de reducción según la antigüedad se indican en la tabla 3.3 y tabla 3.4. Se puede observar que las precipitaciones de más de 12 horas dejan de tener influencia sobre el valor del indicador de corto plazo, y las de más de 23 días sobre el indicador de largo plazo, debido a que se ven afectadas de coeficientes de reducción menores a 0,5%.

| Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida (horas) | |
|--------------------|------------------------------|--------|
| | 1.5 | 72 |
| 1 | 0.6300 | 0.9904 |
| 2 | 0.3969 | 0.9809 |
| 3 | 0.2500 | 0.9715 |
| 4 | 0.1575 | 0.9622 |
| 5 | 0.0992 | 0.9530 |
| 6 | 0.0625 | 0.9439 |
| 7 | 0.0394 | 0.9348 |
| 8 | 0.0248 | 0.9259 |
| 9 | 0.0156 | 0.9170 |
| 10 | 0.0098 | 0.9082 |
| 11 | 0.0062 | 0.8995 |
| 12 | 0.0039 | 0.8909 |
| 13 | 0.0025 | 0.8824 |
| 14 | 0.0016 | 0.8739 |
| 15 | 0.0010 | 0.8655 |
| 16 | 0.0006 | 0.8572 |
| 17 | 0.0004 | 0.8490 |
| 18 | 0.0002 | 0.8409 |
| 19 | 0.0002 | 0.8328 |
| 20 | 0.0001 | 0.8249 |
| 21 | 0.0001 | 0.8170 |
| 22 | 0.0000 | 0.8091 |
| 23 | 0.0000 | 0.8014 |
| 24 | 0.0000 | 0.7937 |

Tabla 3.3 Coeficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación el TMV= 72 h.

| Antigüedad (días) | Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida = 72 h |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 24 | 0.7937 |
| 2 | 48 | 0.6300 |
| 3 | 72 | 0.5000 |
| 4 | 96 | 0.3969 |
| 5 | 120 | 0.3150 |
| 6 | 144 | 0.2500 |
| 7 | 168 | 0.1984 |
| 8 | 192 | 0.1575 |
| 9 | 216 | 0.1250 |
| 10 | 240 | 0.0992 |
| 11 | 264 | 0.0787 |
| 12 | 288 | 0.0625 |
| 13 | 312 | 0.0496 |
| 14 | 336 | 0.0394 |
| 15 | 360 | 0.0313 |
| 16 | 384 | 0.0248 |
| 17 | 408 | 0.0197 |
| 18 | 432 | 0.0156 |
| 19 | 456 | 0.0124 |
| 20 | 480 | 0.0098 |
| 21 | 504 | 0.0078 |
| 22 | 528 | 0.0062 |
| 23 | 552 | 0.0049 |
| 24 | 576 | 0.0039 |

Tabla 3.4 Coeficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según el TMV= 72 h.

3.4.2. Representación de los eventos

En cuanto a su representación en el Gráfico de Evaluación se realiza de la siguiente forma:

- Eventos causantes

Una vez determinada la hora exacta del día en que ocurrió el alud, se representa en el gráfico la precipitación de trabajo con TMV de 72 horas en abscisa, y de 1,5 hora en ordenada para esta hora. Si se conoce sólo la hora aproximada se representan dos puntos en el gráfico, correspondientes al principio y al final del intervalo horario donde ocurrió el alud.

- Eventos no causantes

El punto de la serie representado en el gráfico es el punto que se ha alejado más del origen, es decir el punto de la serie donde $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$ ha alcanzado su máximo.

3.4.3 Definición de la Línea Crítica

El trazado de la Línea Crítica sigue pasos similares al Método A. Una vez seleccionados los eventos extremos para una determinada área, estos se dividen en “series causantes” y “series no causantes” de aludes torrenciales. Al estar representado cada grupo se traza la Línea Crítica entre ambos, cuando hay dos puntos para representar un evento, de ser necesario se asumirá el más cercano al origen como evento no-causante y el otro como evento causante, con el fin de que puedan ser separados por la línea.

3.4.4 Definición de valores para la alerta y la evacuación

La evaluación en tiempo real de una determinada situación se podrá realizar siguiendo el desplazamiento del punto representativo en el Gráfico a lo largo de la “línea-serpiente” (formada por el recorrido de un evento). De existir en tiempo real un pronóstico cuantitativo de la precipitación, la alerta se emitirá cuando el punto basado en este pronóstico alcance la Línea Crítica

Puntos resaltantes para la aplicación del Método C:

- la Guía señala que para la mayoría de las cuencas conviene el tiempo de media vida de 1,5 hora para el indicador de corto plazo, pero se debe estudiar la adecuación del tiempo de 72 horas para el otro indicador, ya que este depende en parte de las características del subsuelo de cada cuenca. Se puede tantear para obtener el tiempo que produzca la mejor separabilidad, lo cual sería objeto de un estudio de sensibilidad, lo cual sería el objeto del estudio de sensibilidad.
- Según los ejemplos indicados, la LC es una recta de pendiente negativa de 45°.

- una vez que un evento analizado requiera emitir una alerta, es posible la cancelación de la misma, si la línea-serpiente regresa al área segura del Grafico de Amenaza, cosa que no sucedía con el Método A. La Guía recomienda que la toma de decisión para alertar o evacuar a una población, no solo dependerá del movimiento de la línea sino de otros factores relacionados con el Plan de Emergencia Implementado.

3.5 METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL ESTUDIO

Los métodos “A” y “C” descritos anteriormente serán aplicados para el procesamiento de la data. Se indican a continuación las modalidades del procesamiento.

3.5.1 Aplicación del Método A

Con la aplicación de este método se busca confirmar y ampliar los resultados de JICA, con la inclusión de datos nuevos. Este método será usado de forma simplificada, en la cual se utiliza como precipitación de trabajo solo la precipitación continua, ignorando la precipitación antecedente.

Se llevará a cabo mediante las siguientes actividades:

1. Incluir nuevos eventos en el gráfico regional para el Valle de Caracas, a partir de nuevas estaciones no tomadas en cuenta por JICA.
2. Validar la Línea Crítica o proponer otra, a partir de la representación de antiguos y nuevos eventos.
3. Proponer una Línea de Alerta Previa (LAP) y Línea de Alerta Máxima (LAM) por lo menos para una estación, usando precipitaciones locales de referencia.

3.5.2 Aplicación del Método C

Con este método se busca evitar los inconvenientes del método anterior, lo que llevará a introducir una metodología nueva en el país.

El método C está previsto para datos horarios y los mismos se procesarán siguiendo los criterios reseñados en la sección 3.3. Dado que no se cuenta con datos horarios para todas las estaciones se buscaran coeficientes empíricos para procesar los datos diarios.

Coefficientes empíricos para procesar los datos diarios

Estimación de PT72 en base a datos diarios

- Contribución de los días anteriores al día de cálculo

Se planteó la hipótesis de que en cada uno de los días anteriores al día del cálculo, la precipitación diaria se repartía en precipitaciones horarias iguales, y se calculó la contribución de cada día como la suma de las contribuciones horarias correspondientes. Lo cual resultaba igual a aplicar a la precipitación diaria el coeficiente correspondiente a 24 horas.

- Contribución del día de cálculo

Como se cuenta con datos horarios para varios eventos extremos se halló un coeficiente empírico para estimar la contribución del propio día del cálculo.

La contribución del día del cálculo se realizó de la siguiente manera:

- primero se procesaron los eventos con datos horarios usando los coeficientes propios del método
- luego se relacionó en cada evento las contribuciones de PT72 (horaria) para el día del cálculo, con la precipitación total del día.
- finalmente se promediaron estas relaciones y se obtuvo el coeficiente deseado.

El detalle del cálculo se indica en la sección 5.2.1

Estimación de PT1.5

Para calcular la precipitación de trabajo correspondiente al tiempo de media vida de 1.5 hora, se halló un coeficiente procediendo igual que en la estimación anterior.

Coefficientes a utilizar

Los coeficientes empíricos a usar para estimar PT72 y PT1,5 en base a precipitaciones diarias se resumen en la tabla 3.5

| ORDEN DEL DÍA | ALFA (1.5) | ALFA (72) |
|---------------|------------|-----------|
| 24 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 0.01 |
| 22 | 0.00 | 0.01 |
| 21 | 0.00 | 0.01 |
| 20 | 0.00 | 0.01 |
| 19 | 0.00 | 0.02 |
| 18 | 0.00 | 0.02 |
| 17 | 0.00 | 0.02 |
| 16 | 0.00 | 0.03 |
| 15 | 0.00 | 0.04 |
| 14 | 0.00 | 0.05 |
| 13 | 0.00 | 0.06 |
| 12 | 0.00 | 0.08 |
| 11 | 0.00 | 0.10 |
| 10 | 0.00 | 0.13 |
| 9 | 0.00 | 0.16 |
| 8 | 0.00 | 0.20 |
| 7 | 0.00 | 0.25 |
| 6 | 0.00 | 0.32 |
| 5 | 0.00 | 0.40 |
| 4 | 0.00 | 0.50 |
| 3 | 0.00 | 0.63 |
| 2 | 0.00 | 0.79 |
| 1 | 0.25 | 0.92 |

Tabla 3.5 Coeficientes para valores de precipitación diaria.

3.5.3 Análisis de sensibilidad

Uno de los objetivos planteados es definir los indicadores de precipitación más adecuados para establecer la línea crítica. Respecto a esto se tanteará con varios tiempos de media vida para el indicador de largo plazo.

Tiempo de media vida de 48 horas

| Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida= 48 h |
|--------------------|----------------------------|
| 1 | 0.9857 |
| 2 | 0.9715 |
| 3 | 0.9576 |
| 4 | 0.9439 |
| 5 | 0.9303 |
| 6 | 0.9170 |
| 7 | 0.9039 |
| 8 | 0.8909 |
| 9 | 0.8781 |
| 10 | 0.8655 |
| 11 | 0.8531 |
| 12 | 0.8409 |
| 13 | 0.8288 |
| 14 | 0.8170 |
| 15 | 0.8052 |
| 16 | 0.7937 |
| 17 | 0.7823 |
| 18 | 0.7711 |
| 19 | 0.7601 |
| 20 | 0.7492 |
| 21 | 0.7384 |
| 22 | 0.7278 |
| 23 | 0.7174 |
| 24 | 0.7071 |

Tabla 3.6 Coeficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación según el TMV= 48h.

| Antigüedad (días) | Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida = 48 h |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 24 | 0.70711 |
| 2 | 48 | 0.50000 |
| 3 | 72 | 0.35355 |
| 4 | 96 | 0.25000 |
| 5 | 120 | 0.17678 |
| 6 | 144 | 0.12500 |
| 7 | 168 | 0.08839 |
| 8 | 192 | 0.06250 |
| 9 | 216 | 0.04419 |
| 10 | 240 | 0.03125 |
| 11 | 264 | 0.02210 |
| 12 | 288 | 0.01563 |
| 13 | 312 | 0.01105 |
| 14 | 336 | 0.00781 |
| 15 | 360 | 0.00552 |

Tabla 3.7 Coeficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según el TMV=48 h.

Tiempo de media vida de 96 horas

| Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida= 96 h |
|--------------------|----------------------------|
| 1 | 0.9928 |
| 2 | 0.9857 |
| 3 | 0.9786 |
| 4 | 0.9715 |
| 5 | 0.9645 |
| 6 | 0.9576 |
| 7 | 0.9507 |
| 8 | 0.9439 |
| 9 | 0.9371 |
| 10 | 0.9303 |
| 11 | 0.9236 |
| 12 | 0.9170 |
| 13 | 0.9104 |
| 14 | 0.9039 |
| 15 | 0.8974 |
| 16 | 0.8909 |
| 17 | 0.8845 |
| 18 | 0.8781 |
| 19 | 0.8718 |
| 20 | 0.8655 |
| 21 | 0.8593 |
| 22 | 0.8531 |
| 23 | 0.8470 |
| 24 | 0.8409 |

Tabla 3.8 Coeficientes de reducción hasta 24 horas de antigüedad de la precipitación según el TMV= 96.

| Antigüedad (días) | Antigüedad (horas) | Tiempo de media vida = 96 h |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 24 | 0.8409 |
| 2 | 48 | 0.7071 |
| 3 | 72 | 0.5946 |
| 4 | 96 | 0.5000 |
| 5 | 120 | 0.4204 |
| 6 | 144 | 0.3536 |
| 7 | 168 | 0.2973 |
| 8 | 192 | 0.2500 |
| 9 | 216 | 0.2102 |
| 10 | 240 | 0.1768 |
| 11 | 264 | 0.1487 |
| 12 | 288 | 0.1250 |
| 13 | 312 | 0.1051 |
| 14 | 336 | 0.0884 |
| 15 | 360 | 0.0743 |
| 16 | 384 | 0.0625 |
| 17 | 408 | 0.0526 |
| 18 | 432 | 0.0442 |
| 19 | 456 | 0.0372 |
| 20 | 480 | 0.0313 |
| 21 | 504 | 0.0263 |
| 22 | 528 | 0.0221 |
| 23 | 552 | 0.0186 |
| 24 | 576 | 0.0156 |
| 25 | 600 | 0.0131 |
| 26 | 624 | 0.0110 |
| 27 | 648 | 0.0093 |
| 28 | 672 | 0.0078 |
| 29 | 696 | 0.0066 |
| 30 | 720 | 0.0055 |

Tabla 3.9 Coeficientes de reducción hasta 24 días de antigüedad de la precipitación según el TMV= 96 h.

Los coeficientes para el TMV de 48 horas y 96 horas, se usarán para procesar los eventos de precipitación extrema con datos horarios, lo que permitirá analizar la eficiencia del primer tiempo de media vida propuesto en Método C, mediante la comparación de la posición que ocuparán estos eventos, en el gráfico, para los TMV señalados.

CAPÍTULO IV RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

A continuación se mostrarán las series de datos pluviométricos recabados para la realización de este estudio, lo cual permitirán enriquecer la base de datos existente, con especial enfoque en las que han ocasionado aludes torrenciales en el oeste del Estado Vargas. También se presenta información detallada para precipitaciones importantes, en orden de magnitud y daños, ocurridas en el pasado sobre el Litoral del Estado Vargas.

4.1 DATOS DE PRECIPITACIÓN

Los registros de precipitación se obtuvieron de los siguientes organismos: Dirección de Hidrografía del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN), Departamento de Climatología de la Armada (Cagigal), Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea de Venezuela (FAV), Departamento de Hidrometeorología de la Universidad Central de Venezuela (DIH-UCV) y de un valioso aporte por parte del señor Eduardo Arteaga.

Se recabaron series diarias de precipitación de estaciones que existieron antiguamente tanto en el área de estudio como en zonas cercanas (Figura 4.1), en las cuales existía un amplio registro. De años recientes se obtuvieron registros diarios y horarios de precipitación de: Mamo Escuela Naval, Maiquetía FAV y Cagigal, las cuales eran las únicas estaciones hidrometeorológicas que estaban cubriendo la zona de estudio (Figura 4.2), antes de que se instalaran las estaciones de PREDERES en el periodo 2007 - 2008. Estas estaciones se han instalado en las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo. Se trata de estaciones climatológicas, pluviométricas e hidrométricas que permitirán registrar diariamente información hidrometeorológica en tiempo real para esta zona (IMF, 2007).

En la tabla 4.1 y las figuras 4.3 y 4.4 se muestra la recopilación de los datos de precipitación diaria y horaria de las estaciones usadas en este estudio, se incluyen algunas estaciones representativas de la parte este, central y oeste del Litoral de Vargas, así como del Valle de Caracas, las cuales se usan para complementar el estudio realizado por JICA (2004).

Las características de las estaciones pertenecientes al área de estudio y usadas para el procesamiento se muestran detalladamente en la tabla 4.2.

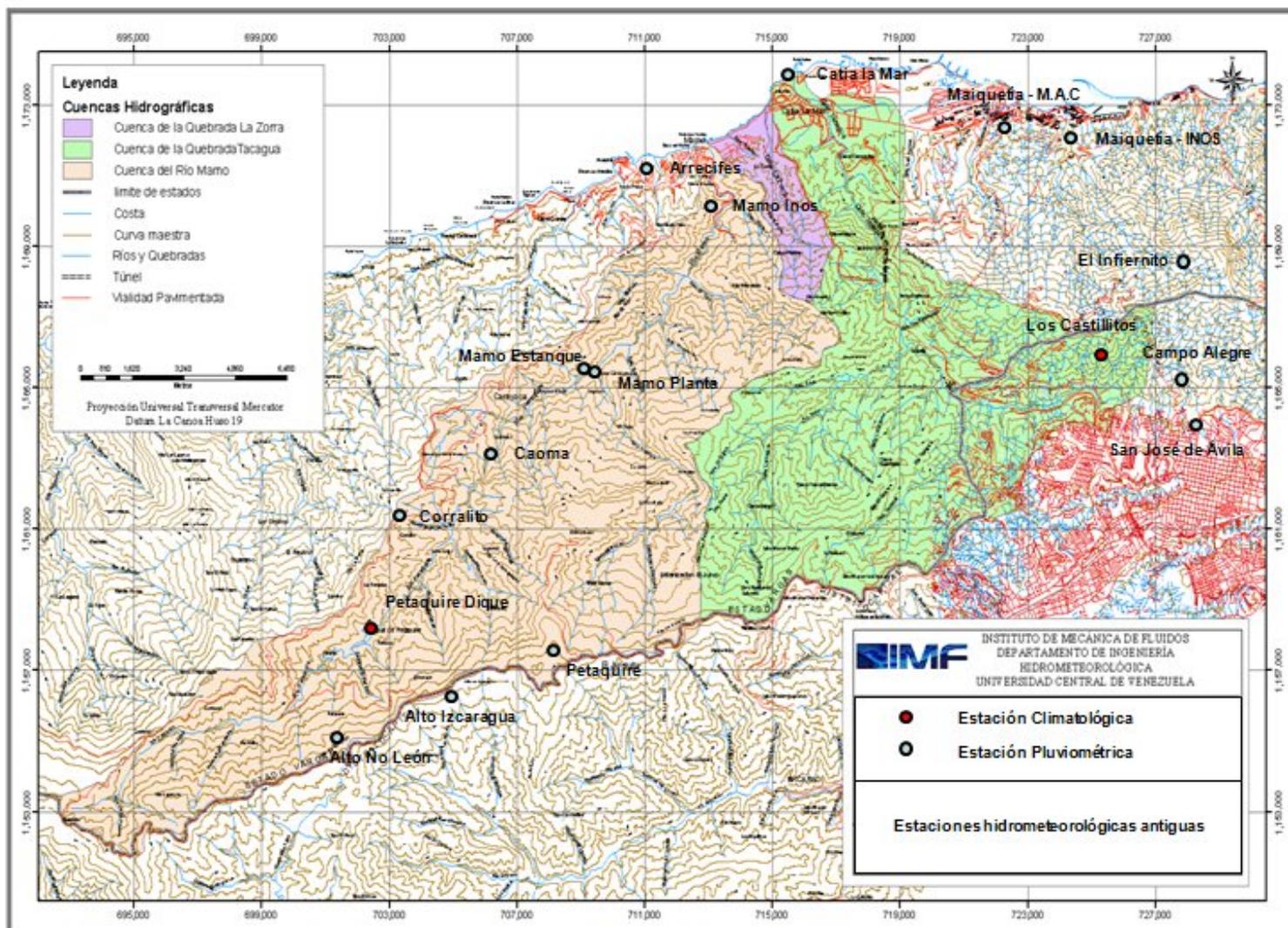


Figura 4.1 Estaciones que existieron antiguamente en el área centro-oeste del Litoral del Estado Vargas.

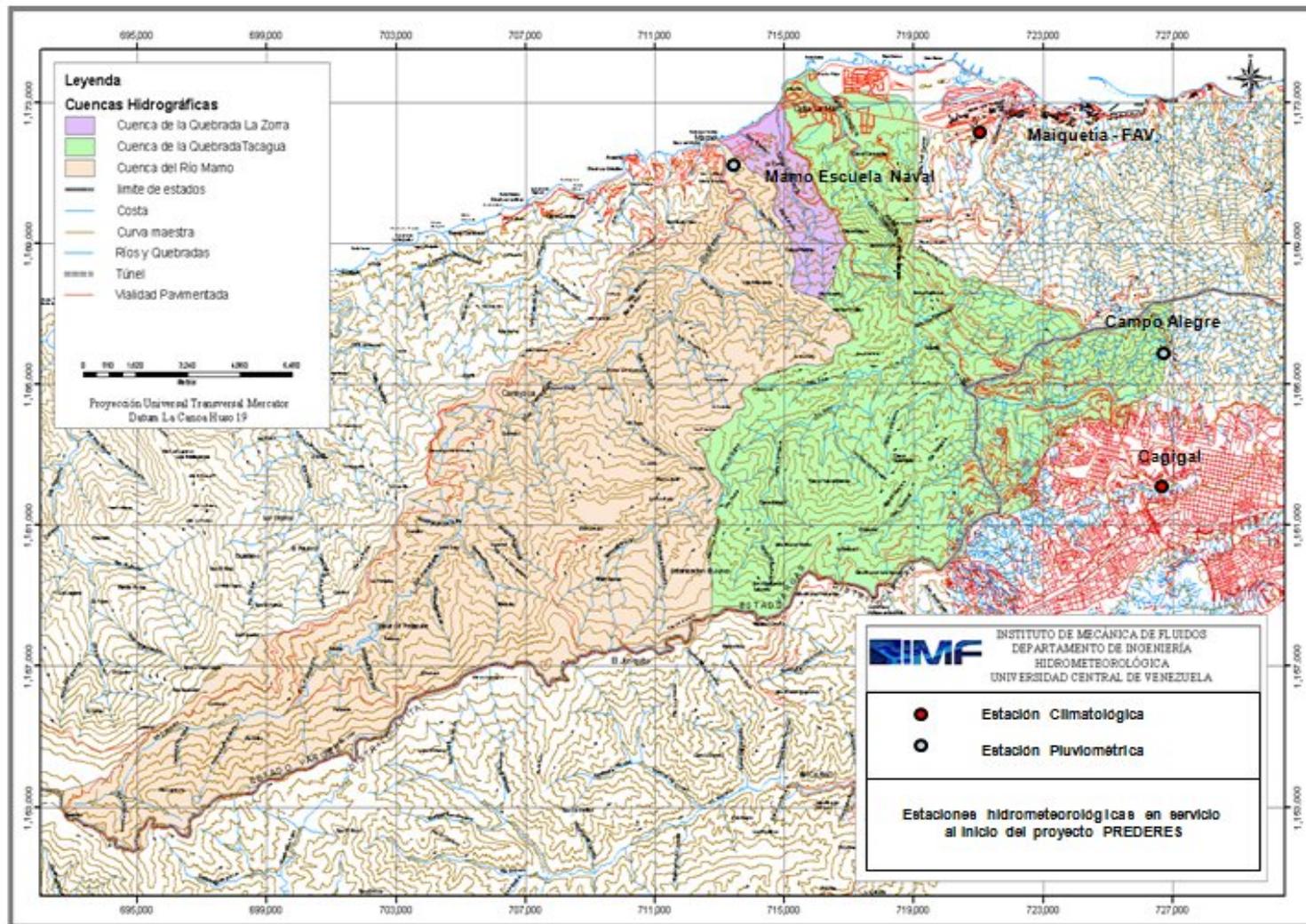


Figura 4.2a Estaciones que estaban cubriendo el área centro-oeste del Litoral del Estado Vargas antes del proyecto PREDERES.

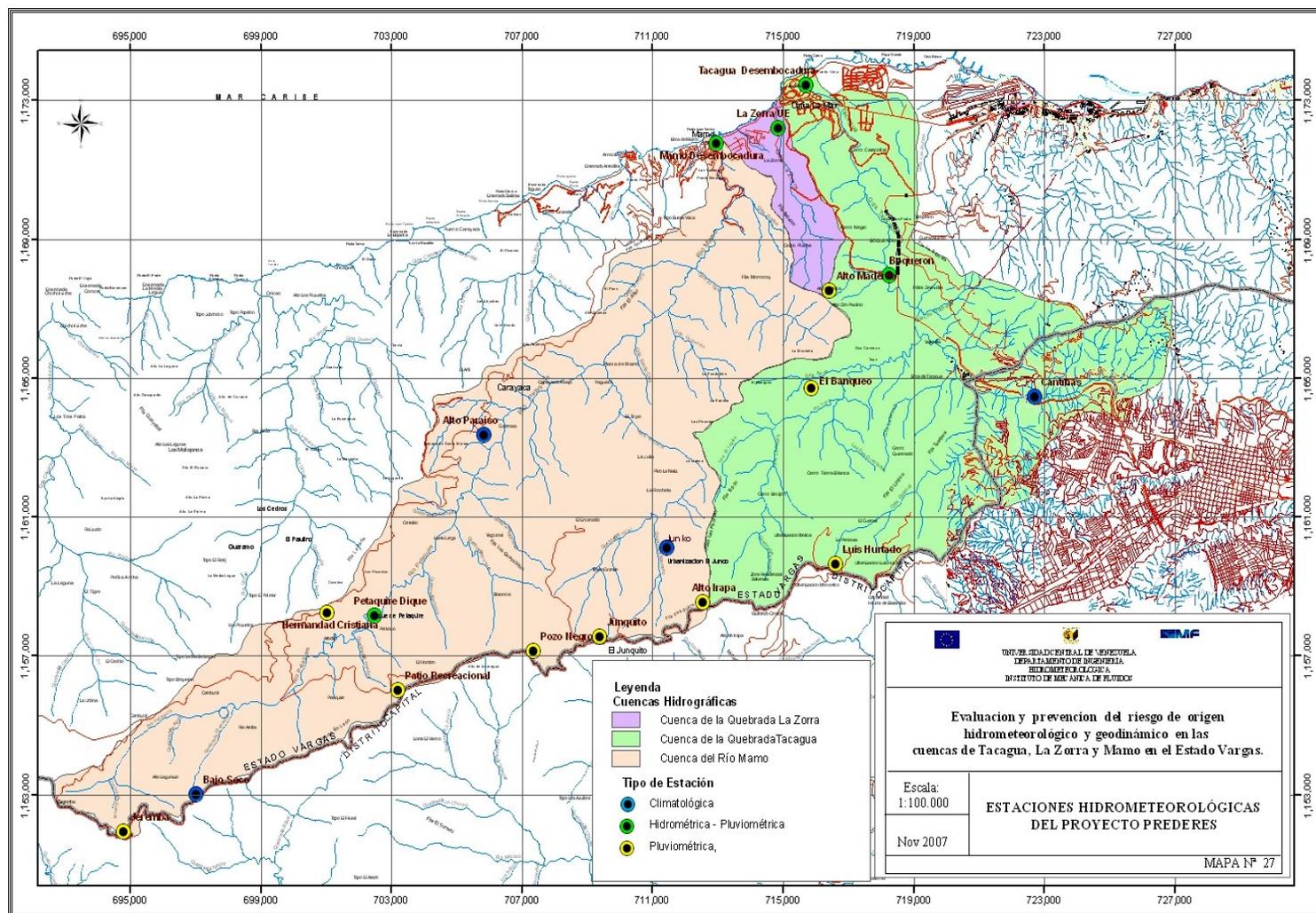


Figura 4.2b Estaciones instaladas por PREDERES en las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo. Fuente: IMF, 2007.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| | Serial | Estación | Diarios | Horarios |
|------------------|--------|-------------------|---|--|
| Vargas Oeste | 1425 | Alto Ño León | 1948 - 51 / 53-63 / 67-94 / 97-98 / 2000 - 2001 | - |
| | 9311 | Carayaca | 1967 - 95 / 97-98 | - |
| | 5003 | Corralito | 1956 - 63 / 67-83 | - |
| | 422 | Catía La Mar | 1970 - 72 / 75-82 | - |
| | 0502 | Maiquetía - INOS | 1948 - 59 / 61-63 / 67-83 | - |
| | 0503 | Maiquetía FAV | 1961 – 2005 | 1967, 1970, 1981, 1990, 1991 (eventos), Feb 2005 |
| | 9308 | Mamo-EN | Diciembre 1999 | Diciembre 1999 |
| | 1401 | Mamo-INOS | 1956-63 / 67-83 | - |
| | 9361 | Petaquire Dique | 1971 – 1983 | - |
| Vargas Central | 0519 | Humboldt | 1958 -74 / 2000 - 2006 (Ene - Ago) | Dic 2000 - Ene 2002 / 2004 - 2006 (Ago) |
| | 0508 | Macuto | 1952 - 63 / 67-95 / 97-98 | - |
| | | Macuto Proceda | 2004 – 2005 | Febrero 2005 (evento) |
| | 0630 | Manzanares | 2004 - 2006 (Ene - Jun) | - |
| | S/N | Picacho Galipán | 2004 (Jun - Dic) - 2006 (Ene - Oct) | Jun 2004 - Jul 2005 |
| | S/N | San Francisco | 2004 (Feb - Dic) - 2005 / 2007 (Ene - Ago) | Febrero 2005 (evento) |
| | 0631 | San José | 2004 (Ene - Oct) - 2005 / 2006 (Ene - Ago) | Febrero 2005 (evento) |
| | 0629 | San Isidro | 2004 - 2006 (Ene - Ago) | Febrero 2005 (evento) |
| | 5024 | Subida Pico Ávila | 1967 – 1974 | Febrero 1951 (evento) |
| Vargas Este | 5011 | Los Caracas | 1967 - 1995 / 1997 - 1998 / 2000 (Ago, Sep, Dic) / 2001 - 2003 / 2004 (Sep - Dic) | |
| Valle de Caracas | 0531 | Cagigal | 1891 – 1988 | 1981 - Agos 2004 |
| | 5027 | Caurimare | 1957 - 61 / 67-74 / 77-98 / 2001 – 2004 | - |
| | 0514 | Los Venados | 1994 - 95 / 97-98/ 2000 - 2003/ 2004 (Abr - Dic) - 2006 (Ene - Ago) | May 2004 - 2005 |
| | 0539 | UCV | 1949 - 63 / 67-80 /2005 (Mar - Ago, Oct, Dic)/ 2006 (Ene - Oct) | Febrero 2005 (evento) |
| Aragua | 0426 | Rancho Grande | 1967 – 2003 | Septiembre 1987 (evento) |

Tabla 4.1 Datos de precipitación diaria y horaria recabados para el estudio.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación | Serial | Organismo | Tipo | Coordenadas geográficas | | Coordenadas UTM | | Altitud (msnm) | Periodo de registro |
|-------------------------------|--------|------------|---------------|-------------------------|-------------|-----------------|----------|----------------|---------------------|
| | | | | Latitud | Longitud | Latitud | Longitud | | |
| ESTACIONES EN SERVICIO | | | | | | | | | |
| Alto Ño León | 1425 | M.A.R.N | Pluviométrica | 10° 26' 24" | 67° 09' 36" | | | 2101 | 1948- |
| Cagigal | 531 | ARMADA | Climatológica | 10° 30' 24" | 66° 55' 39" | 1.162.181 | 726.822 | 1035 | 1891- |
| Maiquetía FAV | 503 | FAV | Climatológica | 10° 36' 13" | 66° 58' 38" | 1.172.870 | 721.309 | 44 | 1949- |
| Mamo Escuela Naval | 9308 | ESC. NAVAL | Climatológica | 10° 35' 43" | 67° 02' 50" | 1.171.899 | 713.654 | 81 | 1968- |
| ESTACIONES ANTIGUAS | | | | | | | | | |
| Carayaca | 9311 | M.A.R.N | Climatológica | 10° 32' 09" | 67° 07' 07" | | | 893 | 1956- |
| Catia La Mar | 422 | M.A.R.N | Pluviométrica | 10° 37' | 67° 02' | 1.174.275 | 715.159 | 7 | 1969-84 |
| Corralito | 5003 | M.A.R.N | Pluviométrica | 10° 30' 18" | 67° 08' 37" | | | 1473 | 1956-84 |
| Maiquetía INOS | 502 | INOS | Pluviométrica | 10° 36' 00" | 66° 56' 48" | 1.172.493 | 724.656 | 45 | 1948-84 |
| Mamo INOS | 1401 | INOS | Pluviométrica | 10° 35' 05" | 67° 03' 00" | 1.170.730 | 713.357 | 250 | 1956-84 |
| Petaquire Dique | 9361 | M.A.R.N | Climatológica | 10° 28' 12" | 67° 09' 04" | | | 1300 | 1971-85 |

Tabla 4.2 Estaciones pertenecientes al área específica de estudio.

4.2 PRECIPITACIONES EXTREMAS OCURRIDAS SOBRE EL LITORAL CENTRAL

En el pasado han sido varios los acontecimientos donde fuertes lluvias afectaron al Estado Vargas, pero se conoce como más severos, según las fuentes consultadas, los de los años: 1798, 1951, 1999 y 2005, debido a los arrastres torrenciales, inundaciones y otros fenómenos que las precipitaciones desencadenaron. El primero de estos eventos dada a su magnitud fue descrito por viajeros y pobladores de la zona. Las descripciones hechas se parecen a los deslaves ocurridos en Vargas, en Diciembre de 1999. Pacheco (2002) menciona que según un oidor de la Real Audiencia de Caracas llovió desde el día 11 hasta el 13 de febrero de 1798, casi sin haber interrupción y el último día se desencadenaron los aludes que bajaron de las montañas destrozando todo a su paso. En el año 1951, fuertes precipitaciones arremetieron contra el Litoral de Vargas, produciendo aludes de barro, lodo y arrastres torrenciales. El evento más reciente y de menor envergadura en comparación con los anteriores, fue el de Febrero de 2005 donde precipitaciones por cuatro días seguidos sobre Vargas y gran parte de la Costa Central, ocasionaron movimientos de masas y arrastres torrenciales que trajeron como consecuencia grandes pérdidas su población.

En la tabla 4.3 se resaltan las características más importantes de diversos eventos que han afectado el Litoral, en siglos pasados.

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|---|---|
| Centro de La Guaira y Macuto | Movimientos de masa Grandes olas | Lluvia intensa | Desestabilización de algunos torlimes Daños al castillo de la Guaira por efecto de las olas | | Lugo (2002) Pacheco (2002) |
| Centro de la Provincia de Venezuela | | | Daños diversos | | |
| La Guaira | Flujos de agua, piedras, lodo y árboles Desbordamientos de ríos y quebradas | Lluvia de dos días con intensa lluvia al final antes del alud | Derribamiento del 44% de las casas Destrucción de puentes Pérdida de embarcaciones por fuertes olas | 200 muertos Varios heridos | Lugo (2002) Pacheco (2002) |
| Cuenca del río Osorio y La Guaira | Desbordamiento de ríos | Lluvia intensa | | | Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas | Desbordamiento de quebradas, deslizamientos | Lluvias intensas | Daños en la carretera Caracas – La Guaira | | Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas | Desbordamiento de ríos Aludes | Lluvia intensa y continua de 2 días | Daños en puentes y vialidad Pérdidas agrícolas | | Pacheco (2002) |
| Caracas | | | Daños en viviendas y vialidad | Varios damnificados | |
| Litoral de Vargas | Inundaciones Vientos Huracanados Mar de leva | Intensas precipitaciones de larga duración | Daños en casas y edificaciones Serios daños marítimos y férreos (muelles, vías y caminos costeros) | Decenas de damnificados | Pacheco (2002) |
| Este de La Guaira | Desbordamiento de ríos Deslizamientos | Precipitación de gran intensidad | Daños agrícolas Numerosas viviendas afectadas | Más de veinte | Pacheco (2002) |
| La Guaira | Flujos de agua y lodo Inundaciones | Precipitación torrencial de gran intensidad | Daños en calles y construcciones Daños en línea de tranvías. | | Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas y Caracas | Derrumbes Desbordamiento de ríos y quebradas | Lluvias intensas y continuas Último día con lluvia torrencial de más de 6 horas | Daños en viviendas, calles, locales comerciales y vehículos Interrupción de la carreta Caracas - La Guaira | Pérdidas humanas superiores a 15 | Bolívar Films (1938) Pacheco (2002) |
| Cuenca Mamo | Flujo de agua, lodo y escombros Inundación | Fuertes lluvias | Numerosas viviendas afectadas Daños en cultivos y vialidad. | | Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas | Flujo de agua y barro Desbordamiento de ríos | Lluvia de 445 mm, en aprox. tres horas y media en la parte alta de la montaña | Más de 128 viviendas destruidas, arrastres de puentes, cultivos y animales de cría Grandes daños en la vialidad | 18 muertos Varios heridos | Bolívar Films (1948) Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas | Desbordamiento de ríos Flujo de agua, barro y escombros Deslizamientos | Fuertes lluvias con precipitación de 419 mm en 24 horas | Más de 120 viviendas y ranchos arrastrados Pérdidas de vehículos y daños en vialidades Daños en puentes y acueductos Grandes daños en infraestructura | Más de cuatro decena De muertos Cientos de heridos | El Universal (1951) Pacheco (2002) CAF (2002) |
| Costa Central del País | | | Arrastre de más de 300 viviendas | | |
| Caracas | | | Daños en viviendas, vialidad e infraestructura | | |
| Litoral de Vargas | Derrumbes | Lluvia continua | Arrastre de varios ranchos | 6 personas muertas | El Universal (1970) |
| Caracas | Agrietamiento de calles | | Pérdida de viviendas y daños en vialidad | Más de 400 damnificados | |
| Litoral de Vargas | Desbordamientos de quebradas | Fuertes precipitaciones continuas | Pérdidas de numerosas viviendas Daños en infraestructura y vialidad | 400 damnificados Varios muertos | Arellano (1982) |
| Caracas | Flujo de agua y barro Deslizamientos | | Pérdidas de viviendas, inmuebles y vehiculos | Cientos de damnificados Varios heridos | |
| Resto del País | | | Pérdidas agrícolas Serios daños en infraestructura | Gran cantidad de damnificados | |
| Rancho Grande | Desbordamiento del río El Limón Alud Torrencial | Intensa precipitación | Pérdidas y daños en infraestructuras Numerosas casas afectadas | Varios muertos Cientos de damnificados | Pacheco (2002) |
| Litoral de Vargas | Deslizamientos Desbordamientos de ríos Alud Torrencial | Lluvias extraordinarias Último día con precipitación de 410,1 mm | Centenares de viviendas afectadas Daños en la vialidad | Más de 10.000 muertos 5.342 viviendas destruidas y 2.667 viviendas afectadas | CEPAL, (2002) CAF, (2002) |
| Caracas | | | Pérdidas de viviendas Daños en edificaciones y vialidad | Varios muertos 3.030 viviendas destruidas y 890 viviendas afectadas | Lopez, J.L et all Lugo (2002) Pacheco (2002) |
| Resto del país | | | Pérdida de ciento de viviendas Daños agrícolas | Varios muertos 1745 viviendas destruidas y 3056 viviendas dañadas | |
| Litoral de Vargas | Desbordamiento de ríos y quebradas | Fuertes lluvias por vaguada estacionaria | Cientos de viviendas afectadas Daños en vehículos, infraestructura y vialidad | 9.315 damnificados Varios heridos | MINCI (2007) |
| Caracas | Deslizamientos Flujo de barro y lodo | | Daños en viviendas, infraestructura y vialidad | 3 Muertos Varios heridos Casi 4 000 damnificados | |

4.3 EVENTOS EXTREMOS MÁS NOTABLES

En esta sección se resumen las características más resaltantes de los eventos extremos más notables del área de estudio. Se recuerda que se considera como un evento extremo todo aquel que tenga una serie de precipitación continua (sin más de 1 día de interrupción) mayor a 80 mm y en la cual incluya por lo menos lluvia mayor o igual a 20 mm.

Ahora bien, los eventos extremos los clasificamos como “causantes” y “no causantes” dependiendo si causaron o no causaron aludes torrenciales.

Por otro están los eventos extremos más notables, que comprenden todos aquellos eventos “causantes” y eventos “no causantes” que se destacan entre estos, debido a la magnitud, duración y daños que produjeron sus precipitaciones sobre el Litoral Central.

4.3.1 Eventos causantes

4.3.1.1 Febrero de 1951

Condiciones generales

A mediados del mes de febrero de 1951 la costa central del país y el valle de Caracas se vieron sometidos por fuertes vientos y precipitaciones. Pacheco (2002) menciona que según cálculos del Servicio de Hidrología del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, las precipitaciones máximas se registraron en El Infiernito con un acumulado de 419 mm en 24 horas. Esta lluvia antes de ocurrir las precipitaciones de 1999, se puede considerar conjuntamente con las de 1798 (de acuerdo a relatos existentes) como las más devastadoras, debido a que desencadenaron múltiples deslizamientos, aludes e inundaciones que causaron daños e incluso pérdidas de vidas en las poblaciones asentadas en las costas del Litoral de Vargas.

Este evento tuvo una duración de 72 horas correspondiente a los días 15, 16 y 17 de febrero. Se puede resaltar también las precipitaciones ocurridas a finales de mes para los días 25 (que afectaron al sector de Mamo) y 27 (a los Caracas) que tuvieron características similares a las anteriores y fueron producidas por la misma causa meteorológica que aún prevalecía en estos días¹.

Circunstancias meteorológicas

Debido a la alta incidencia de restos de frentes durante el mes de febrero de 1951, la situación sinóptica para el día 13 de ese mes se caracterizó por una baja presión casi estacionaria que se desplazaba de noreste a sur sobre el Mar Caribe y estaba acompañada por una vaguada en altura, limitada al este y al oeste por anticiclones, que no permitían su movimiento.

Para los días 15 y 16 de febrero las masas de aire alcanzaron la cordillera de la costa, generando intensas precipitaciones sobre el Litoral Central. En la figura 4.5 se aprecia las curvas isoyéticas para las precipitaciones caídas entre estos días.

¹ Según Pacheco 2002, referido a Sardi 1959.

² Para este evento se hizo otro intento de calcular las precipitaciones de trabajo de Maiquetía FAV, relacionando con la

Registro de precipitaciones

Para el evento de 1951 se cuenta con registros de precipitación diaria de las siguientes estaciones: Alto Ño León, Cagigal y Maiquetía INOS (Anexo 1). Se posee un registro de 30 horas de precipitación, entre los días 16 y 17 de febrero, para la estación Subida Pico Ávila. De la estación El Infiernito, según CAF et al (2000) se tiene una precipitación acumulada de 419 mm en 24 horas y de 529 mm en 60 horas, a partir de mapas isoyéticos elaborados por el Servicio de Hidrología del INOS.

La estación Cagigal no se encuentra en la zona, no obstante se incluye en el estudio debido a su amplio registro y a la proximidad con la misma. En cambio la estación Subida Pico Ávila que tampoco pertenece al área de estudio se incluye por poseer un registro horario de interés para este estudio.

Fenómenos reportados y efectos observados

- Área de Estudio

Las quebradas La Zorra y Tacagua superaron su volumen desbordando puentes, arrastrando casas y causando numerosos daños en inmuebles. En Catia la Mar en las urbanizaciones Soubllette y La Atlántida fueron inundadas con daños serios en varios inmuebles y calles. El río Mamo también se desbordó y provocó daños en zonas cercanas al mismo

- Resto del Litoral de Vargas

En todo el Litoral de Vargas las intensas lluvias ocasionaron desbordamiento de ríos y quebradas que bajaban de la parte norte del Ávila, produciendo flujos de escombros y barro, deslizamientos e inundaciones.

La quebrada Piedra Azul cuyo cauce no excede los 20 m de ancho, luego de la creciente presentó un aumento cuatro o cinco veces que el original. La quebrada Seca de escaso caudal creció saliéndose de sus márgenes; ambas quebradas arrastraron casi 120 viviendas y ranchos, causaron daños a la Planta Eléctrica al Ferrocarril Caracas-La Guaira, la autopista y en otras infraestructuras (Pacheco, 2002).

El río Osorio a eso de las cinco y cuarenta de la mañana del día 16 se desbordó arrastrando grandes árboles y rocas que incrementaron la fuerza de su corriente y arrastraron viviendas, comercios, infraestructuras viales, automóviles y algunas personas que habitaban las poblaciones rurales y urbanas cerca de sus adyacencias (CAF, 2000).

La quebrada Punta de Mulatos se salió de su cauce llevándose a su paso árboles, vehículos y viviendas. La quebrada Arrecifes se desbordó a eso de las dos de la mañana del día 25, causando graves daños a la planta eléctrica de Mamo y a arrastrando varias viviendas, dos personas murieron a causa de este desbordamiento.

Los mayores daños en el Litoral fueron producidos por el río Macuto, al igual que en 1999, se desbordó ocupando su cauce original y arrastrando con la mayoría de las construcciones que se encontraban asentadas en su planicie aluvial. Flujos de agua y barro cargados de grandes rocas y árboles arrastraron con numerosas viviendas, vehículos, puentes y otras infraestructuras de la zona.

CAF (2000) señalan, según fuentes publicadas por el Ministerio de Obras Públicas aparecidas en la prensa, que el paseo Macuto había ganado más de 80.000 m² hacia el mar con los restos de los escombros depositados allí. Lo cual da una idea de la magnitud del evento producido en esa zona.

Otros ríos como el Cojo, Camurí Chiquito, San Julián y Naiguatá causaron daños a las poblaciones cercanas produciendo pérdidas de viviendas y enseres, así como también la destrucción de varios puentes y otras construcciones.

- Valle de Caracas:

En el valle de Caracas las quebradas Catuche, Cotiza, Caurimare, Pajarito, Tócome, Macanillal y Tacamahaca aumentaron su nivel arrastrando con cantidades de barro, piedras y árboles que se acumularon en sus desembocaduras trayendo como consecuencia el desbordamiento de estos. El río Guaire que recibe todas las aguas de estas quebradas registró en la estación de aforos que se encontraba en la Ciudad Universitaria, un nivel de 4.20 metros.

Las zonas urbanas que presentaron mayores daños fueron: Altamira, Los Chorros y Los Palos Grandes donde se registraron 3 muertos y varios damnificados. Urbanizaciones de menor estrato ubicadas cerca de las quebradas Caraballo, Catuche y Anauco sufrieron daños y pérdidas de viviendas por inundación.

- Resto del país

Toda la costa del país fue seriamente afectada desde el extremo oriental, siendo mayor la intensidad en la región de Barlovento, hasta el extremo occidental, especialmente Puerto Cabello y Cabo Codera inclusive los estados andinos también se vieron sometidos a fuertes precipitaciones (Pacheco, 2002).

4.3.1 2 Septiembre 1987

En la cuenca del río El Limón, Estado Aragua, se produjeron aludes torrenciales en sólo pocas horas de haberse iniciado las precipitaciones del día 6 Septiembre de 1987. Lo cual causó numerosas muertes y millones de pérdidas materiales. Para este evento se dispone de un registro horario para el día del evento y de precipitación diaria para los 15 días anteriores (Anexo1).

Este evento presentó características diferentes al resto de los eventos mostrados en este estudio, debido a que las precipitaciones ocurrieron repentinamente. Bertolleri (1997) menciona que el fenómeno ocurrido en la cuenca del río El Limón se debió a los siguientes factores: la geomorfología de la zona, la precipitación acontecida, los incendios forestales y por último, el cual pudo o no incidir significativamente, la sismicidad propia de la zona.



Figura 4.6 Sedimentos transportados por el alud del 6 de Septiembre de 1987 en El Limón, estado Aragua.

Fuente: Bertolleri, 1997.

Ahora bien, es posible afirmar que la conjugación de todos estos factores desencadenaron los aludes. Sin embargo, la precipitación fue el factor detonante para que estos se originaran. En la figura 4.6 se observa la cantidad de tierra y restos vegetal producto de los flujos de escombros del día 6 de septiembre de 1987.

4.3.1.3 Diciembre 1999

Condiciones generales

Las precipitaciones ocurridas sobre las costas de Venezuela durante el mes de diciembre de 1999 son consideradas como excepcionales, debido a que alcanzaron magnitudes nunca antes registradas. Estas lluvias afectaron principalmente al Litoral de Vargas, causaron múltiples deslizamientos y aludes torrenciales cargados de rocas de grandes dimensiones que bajaron de las montañas posicionándose en las planicies de inundación, zona donde residían tanto en este entonces como en la actualidad la mayoría de los habitantes del Litoral.



Figura 4.7 Grandes rocas depositadas en las planicies de inundación del Estado Vargas por los aludes torrenciales de diciembre de 1999. Fuente: IMF, 2007.

La estación Maiquetía FAV perteneciente al Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFVAV) registró entre los días 14 y 16 de diciembre, un acumulado de 911.1 mm. Cuando el promedio mensual para diciembre es de 57 mm y el promedio anual de 523 mm. De acuerdo a estos, sólo en tres días llovió 1598.4 % más que la media del mes de diciembre, de ahí lo extraordinario de este fenómeno.

Circunstancias meteorológicas

Según el análisis realizado por el SEMETFVAV, para los primeros días de diciembre de 1999 (http://www.lmmeteoven.org/archivos/Analisis_FAV.html), sobre el Mar Caribe oriental y el Atlántico occidental predominaba una baja presión en la cual se evidenciaba un sistema de vaguada en los niveles bajos y medios. Este patrón generó varias líneas de inestabilidad que afectaron con abundante nubosidad y precipitaciones al área norte costera del país.

En los días 14, 15 y 16 penetró sobre la zona norte costera del país un sistema frontal que se mantuvo casi estacionario durante estos días. Este sistema al conseguir chocar con las

montañas de la Cordillera de la Costa, forzó el ascenso del aire cargado de humedad; por otra parte en los niveles altos existía una difluencia producida por el borde de una dorsal anticiclónica, lo cual ayudo al ascenso de la masa de aire y al crecimiento de las nubes. Todo esto provocó precipitaciones moderadas y fuertes, algunas de carácter tormentoso, especialmente en la ladera norte de la Cordillera del Litoral.

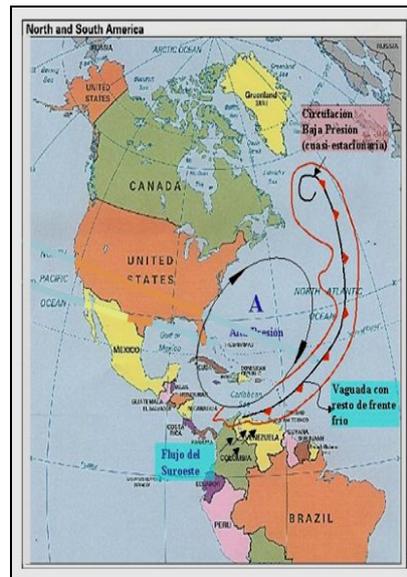


Figura 4.8 Situación sinóptica entre los días 1 y 16 de diciembre de 1999. Fuente: CAF, 2000.

Registro de precipitaciones

Se recabó un registro de precipitación diaria de la estación Maiquetía FAV, la cual presenta una precipitación acumulada de 1197.7 mm para los 16 días que duró el evento. El grueso de estas precipitaciones ocurrió los días 14, 15 y 16 con valores de 120 mm, 380.7 mm y 410.4 mm, respectivamente. En los primeros 4 días del mes también se produjeron lluvias importantes que acumularon 216.7 mm.

La serie de precipitación de Maiquetía FAV para este evento se puede dividir en tres partes, una primera en la que las lluvias fueron de alta magnitud que llegaron a superar la media de diciembre, una intermedia en la cual las precipitaciones disminuyeron e incluso cesaron por dos días y una última donde superaron el promedio anual de la estación.

Para esta estación el SEMETFAV en el análisis de este evento señala los siguientes promedios de precipitación en 48 años de registro comprendidos entre 1951 y 1998; Media mensual Diciembre: 57 milímetros. Mínima absoluta Diciembre: 0 milímetros (años 1959 y 1976). Máxima absoluta Diciembre: 221 milímetros (año 1985). Media anual: 523 milímetros. Mínima absoluta anual: 205 milímetros (año 1974). Máxima absoluta anual: 961 milímetros (año 1951).

También se dispone de un registro horario para la estación Mamo EN, suministrado por el Departamento de Climatología de la Armada (Cagigal), el cual tiene una precipitación acumulada de 193 mm en los primeros 16 días de diciembre.

Fenómenos reportados y efectos observados

En la mayoría de las cuencas que sufrieron serios daños en el Litoral los flujos que descargaban sus cauces eran una combinación de lodo, grandes rocas, material vegetal (grandes árboles sacados de raíz) y agua que se desplazaban juntos. Todos estos factores incrementaron su poder destructivo causando más de 10.000 muertos, miles de viviendas destruidas e innumerables damnificados

- Área de Estudio

Para este evento en el oeste del Litoral tanto las precipitaciones como los daños fueron menores que su parte este, pero sin dejar de ser cuantiosas. En Catia la Mar y Maiquetía varias casas fueron destruidas y afectadas por el desbordamiento de algunos cauces.

En la cuenca del Río Mamo hubo desbordamientos en algunos de sus cauces, que destrozaron y dañaron varios puentes. CAF (2000) menciona que los flujos rebasaron los barrios Ezequiel Zamora, La Soubllette y Puerto Viejo.

La cuenca La Zorra, a pesar de la pendiente longitudinal de su cauce, no presentó daños notables al desbordarse en su último tramo e incluso sólo se apreciaron pocos movimientos de masas. Sin embargo aguas arriba del puente de la avenida principal la creciente socavó la margen derecha e hizo que un autobús se cayera al cauce y al llegar aguas abajo remansara el flujo produciendo su desbordamiento.

En la cuenca alta de la quebrada Tacagua se produjeron aludes torrenciales que no llegaron hasta la parte baja del Litoral por lo característico de la pendiente de su cauce. En la vertiente sur de esta cuenca los daños fueron graves, se produjeron movimientos de masas, arrastres de sólidos y pérdida de vidas. En el tramo inferior, la quebrada Tacagua se desbordó y la inundación alcanzó de 1.50 a 2 m sobre el nivel de las calles adyacentes. El puente Ezequiel Zamora fue destruido totalmente así como numerosas viviendas cercanas y el puente Vía Eterna fue gravemente dañado.

- Resto del Litoral de Vargas

La parte este del Litoral fue la más afectada. La quebrada Curucutí atravesó Maiquetía, destruyó a su paso varias edificaciones y descargó al sur del aeropuerto. La quebrada Piedra Azul arrastró grandes sólidos y destrozó varios contenedores en el puerto de La Guaira.

El río Osorio arrastró flujos cargados de lodo y enormes rocas que se desprendieron de las montañas y se depositaron en las calles de La Guaira. La quebrada Cariaco también remolcó a su paso cantidades de sedimentos gruesos que descargó en Punta de Mulatos.

Los deslaves y flujos torrenciales se presentaron con mayor intensidad en las cuencas que desembocan al mar entre Macuto y Camurí Chico. Por la cuenca San José de Galipán se produjeron arrastres torrenciales que bajaron por Macuto y se llevaron a su paso edificaciones, urbanizaciones completas y con ellas la vida de miles de familias; todos estos sedimentos aumentaron el cono de deyección del río Macuto.

La quebrada El Cojo también arrasó con barrios y edificaciones cerca de la Estación Teleférico y el río Camurí Chico que por la descarga de sedimentos interrumpió la comunicación terrestre entre Los Corales y Caraballeda.

El río San Julián acarreo sólidos flotantes de gran tamaño y los depositó en su desembocadura reactivando su cono de deyección.

Otros cauces como quebrada Seca, quebrada Tanaguarena, ríos Cerro Grande, Naiguatá y Camurí Grande se desbordaron dejando a su paso incalculables pérdidas de infraestructura, viviendas, zonas incomunicadas por varios días y miles de damnificados y muertos.

- Valle de Caracas

En algunas de las cuencas de las quebradas que desembocan en Caracas, se produjeron deslaves de menor magnitud que causaron graves destrozos en barrios e incluso la desaparición de algunos de éstos.

- Resto del país

En Barlovento, estado Miranda, se produjo la ruptura de la presa El Guapo que dejó numerosos daños agrícolas. Casi toda la región costera del país también sufrió daños por las precipitaciones del mes de diciembre de 1999, donde el número de viviendas entre afectadas y destruidas alcanzó cifras superiores a cuatro mil.

Comentario

Las masas nubosas durante este evento abarcaron grandes extensiones sobre el Mar Caribe y la zona norte central. Sabiendo que los daños causados y los fenómenos observados en la parte oeste del Litoral fueron menores que en su parte este, podemos afirmar que las precipitaciones al oeste fueron de menor magnitud, tal como lo indica el registro de la estación Mamo EN en comparación con el de Maiquetía FAV. Pero dada las grandes extensiones de las masas nubosas que se posicionaron sobre el Litoral y la cercanía de ambas estaciones, resulta contradictorio que en Mamo se entre los días 14 y 16 las lluvias fueron de 242.3 mm y en Maiquetía casi cuadruplicaron este acumulado. Pero CAF (2000) menciona que de acuerdo a las isoyetas del periodo 1951-1970 a modo comparativo se puede decir que las precipitaciones sobre la parte alta de las cuencas del Litoral Central pudiesen haber estado en el orden de 3000 mm lo cual es realmente excepcional. En definitiva, existe una gran incertidumbre en los valores de la estación Maiquetía FAV lo cual es algo que no se puede aclarar dado que el instrumento medidor de lluvia de estación durante el evento no permitió registrar la información.

4.3.1.4 Febrero 2005

Condiciones generales

Entre los días 7 y 10 del mes de febrero de 2005 se produjo un evento anómalo de precipitaciones para la temporada seca central del país. Una vaguada en altura provocó precipitaciones fuertes durante cuatro días, sobre la costa central del país, que causó múltiples daños y pérdidas entre los habitantes del Litoral de Vargas y en otras zonas de la costa.

Circunstancias meteorológicas

En los días previos al evento, el patrón sinóptico sobre el atlántico norte se caracterizó por la presencia de una baja presión asociada a un frente frío. Las costas del país permanecieron despejadas hasta el día 6, en el cual la baja presión generadora de sistemas nubosos se aproximó a las cercanías de la costa central. Según Gutiérrez (2006) en el análisis sinóptico de las precipitaciones de Febrero 2005, se observó un notable contenido de humedad principalmente en niveles medios sobre el Mar Caribe, situación que aumentó la eficiencia de la precipitación.

El día 7 la intensa baja presión con ausencia de circulación cerrada, conocida como vaguada, en superficie descendió a latitudes cercanas a los 30° N. El flujo de carácter ciclónico asociado incentivó el desarrollo de extensas masas nubosas sobre las costas venezolanas que permanecieron hasta el día 10 de febrero cuando comenzaron a disiparse.

Registro de precipitaciones

Se dispone para este evento de precipitaciones horarias para las siguientes estaciones: Humboldt, Macuto, Maiquetía FAV, Naiguatá, San Isidro y San José. De todas estas solo la estación Maiquetía FAV se encuentra ubicada en el área de estudio. En el anexo 1 se muestra el registro de estas estaciones.

En las series de precipitación se observa que el evento se desarrolló entre la noche del día 7 y la mañana del día 10. Las lluvias de mayor magnitud ocurrieron en la estación Macuto con un acumulado de 432.9 mm y las de menor magnitud en la estación Humboldt. Un aspecto importante que se puede apreciar es que las estaciones que están en la parte baja del Litoral (Maiquetía, Macuto, Naiguatá y San José) registraron mayores valores que las que estas en su parte alta (Humboldt y San Isidro).

Fenómenos reportados y efectos observados

De acuerdo a información expuesta por el Ministerio del Interior y Justicia en su página web y a un informe de avance previo a IMF (2007), se resume a continuación algunos fenómenos reportados durante este evento.

- Área de estudio

Las lluvias de Febrero 2005 provocaron crecida de los cauces de las cuencas en estudio y causaron daños de viviendas y vialidad. En las siguientes figuras podemos observar la crecida de la quebrada Tacagua en su tramo más bajo y uno de los daños causado por el Río Mamo durante este evento.



Figura 4.9 Crecida de la Qda. Tacagua el 10-02-05 (Izquierda).
Puente dañado por el Río Mamo (Derecha, foto tomada por PROHIDRA el 19-02-05)

- En el Litoral de Vargas

Las precipitaciones durante este evento produjeron en la costa del Litoral derrumbes, deslaves y crecidas de ríos que obstaculizaron las vías de comunicación y el tránsito automotor en la zona este del Estado Vargas, específicamente en Naiguatá, Camurí Grande y Macuto. Todos estos fenómenos dejaron numerosos damnificados y algunos muertos.

El Estado Vargas quedó desasistido de agua potable, durante el evento, debido a que movimientos de tierras causaron la ruptura de su acueducto.

- Valle de Caracas

En Caracas se desbordó El Río Guaire y varias quebradas, causando derrumbes y el arrastre de viviendas en algunas barriadas, que dejaron casi 4.000 personas damnificadas.

- Resto del país

Los estados Aragua, Carabobo, Falcón, Mérida, Miranda, Táchira, Yaracuy, y Zulia también sufrieron serios daños producto de estas lluvias. Para estos estados se reportó más de 70 muertos y 11.000 damnificados.

4.3.2 Eventos no causantes

4.3.2.1 Febrero – Marzo 1970

Condiciones generales

Desde el 28 de febrero hasta el 4 de marzo, la zona central costera del país se vio afectada por continuas lluvias que ocasionaron numerosos daños a sus poblaciones.

Circunstancia meteorológica

El diario El Universal (N° 21.812) para el día 4 menciona que según el pronosticador Fernando Martínez del Observatorio Cagigal “las lluvias caídas durante los últimos tres días son consecuencia de un vestigio o residuo de frente, casi estacionario, que está recostado sobre la costa central y oriental del país, causando abundante nubosidad y lluviosidad sobre todo en la cordillera y áreas cercanas a la costa” aparte agregó que “ esta situación puede mantenerse más o menos invariable durante las próximas 24 horas pero se nota una marcada tendencia a disminuir el volumen de las lluvias ”.

Registro de precipitaciones

Se recabó registros diarios para las estaciones Alto Ño León, Cagigal, Carayaca, Catia la Mar, Corralito, Macuto, Maiquetía INOS y Mamo INOS. Y un registro horario de la estación Maiquetía FAV. Todos estos se presentan en anexo 1.

El evento tuvo una duración de entre tres y cuatro días dependiendo de la estación; con una precipitación máxima acumulada de 366.7 mm para la estación Carayaca, seguida de 302.6 mm para Macuto.

Fenómenos reportados y efectos observados

La siguiente información fue obtenida de varias ediciones del diario El Universal durante los días 3 y 6 de marzo de 1970.

- Litoral de Vargas

El 2 de marzo el aeropuerto de Maiquetía fue cerrado a consecuencia de las prolongadas lluvias, que no fueron torrenciales pero sí continuas.

Para el día 4 continuaba la abundante nubosidad, en el Litoral se habían producido derrumbes y arrastres de varios ranchos, los cuales dejaron sepultadas a 6 personas y a muchas otras damnificadas.

- Valle de Caracas

En Caracas 50 barrios fueron alertados por producirse derrumbes que dejaron más de 400 damnificados. Luego de producirse las lluvias varios sectores en el barrio Gramoven, sufrieron agrietamiento en sus calles.

Comentario

Este evento produjo derrumbes de viviendas, damnificados e incluso algunos muertos, pero no se menciona la presencia de inundación ni aludes, todo lo contrario, señalan que muchos cauces amenazaron con desbordarse pero no llegaron a salirse de sus márgenes.

4.3.2.2 Abril 1981

Condiciones Generales

La zona norte costera del país se vio afectada durante el mes de abril de 1981 por distintos fenómenos atmosféricos que desencadenaron precipitaciones durante 14 días continuos. Estas lluvias ocasionaron daños en diversos inmuebles dejando cientos de familias damnificadas y varios muertos en el Distrito Federal, que para el entonces incluía el actual Estado Vargas.

En los registros pluviométricos recabados para el mes de abril se evidencia que las precipitaciones abarcaron una gran extensión en todo lo que comprende el Litoral de Vargas. Los detalles de este evento son un reflejo de la descripción detallada del mismo en Arellano, 1982.

Circunstancias meteorológicas

El día 13 de abril la parte norte-central de Venezuela se vio afectado por la acción de la Zona Convergencia Intertropical (ITCZ) en combinación con una depresión frontal y una vaguada en la altura, que produjeron inestabilidad atmosférica desencadenando continuas e intensas precipitaciones tanto en la costa central, especialmente en el Litoral, como en la mayor parte del país.

Durante los días siguientes continuaron las precipitaciones a causa de la misma situación sinóptica, intensificándose para el día 20 en toda la zona costera y central del país. El sistema nuboso presentó una gran variación en el cual las precipitaciones disminuían por uno o dos días y luego se volvían a incrementar.

Registro de precipitaciones

Se recabaron datos de precipitación diaria de las siguientes estaciones: Carayaca, Corralito, Macuto, Maiquetía FAV y Petaquire Dique en estos registros se observa que el evento tuvo varios picos donde las precipitaciones disminuían y aumentaban su magnitud. También se dispone de un registro horario por parte de la estación Cagigal. Los datos de precipitación se presentan en el anexo 1.

Este evento presentó una serie lluviosa en la mayoría de los días del mes de abril, pero podemos aproximar su duración a 14 días, debido a la poca magnitud de los primeros días de las series, a excepción de la estación Petaquire Dique que presenta el día 5 una precipitación de 45 mm.

Para la mayoría de las estaciones el evento culminó entre los días 24 y 25 de abril, sólo en Carayaca se extendió hasta el 27 de ese mes.

Fenómenos reportados y efectos observados

- Área de Estudio

El día 20 de abril la quebrada Tacagua se desbordó y provocó deslizamientos de tierras y la evacuación de más de mil personas que se encontraban en la Guaira.

- Resto del Litoral de Vargas

Las precipitaciones caídas en el mes de abril causaron numerosos daños en varios sectores de la costa central, especialmente en el Litoral. El día 21 se presentaron derrumbes e inundaciones en los sectores de Caraballeda y Catia La Mar, con 134 familias damnificadas en este último, 90 en Maiquetía, 71 en La Guaira, 30 en Macuto, 15 en Caraballeda y más de 30 familias en Naiguatá.

En un artículo (señalado por Arellano, 1982) del diario El Nacional para el día 22, se menciona que las zonas más afectadas hasta ese momento eran: Caruao, Naiguatá, Caraballeda, Macuto, La Guaira, Maiquetía, Catia La Mar, Carayaca. Entre las cuales Catia la Mar y Naiguatá estuvieron aisladas por más de 6 horas debido a más de 10000 toneladas de tierra y arena que cayeron sobre sus vías.

- Valle de Caracas

Varias zonas de Caracas también sintieron la magnitud de las lluvias al desbordarse algunas quebradas que causaron el arrastre de más de 200 viviendas y dejaron más de mil damnificados y 8 personas muertas.

- Resto del país

El país en general sintió la magnitud del evento, los estados andinos, centrales y orientales sufrieron grandes pérdidas con más de 25 mil damnificados, varios muertos, daños agrícolas y el agrietamiento de una represa en Boca de Uchire

Comentario

Las precipitaciones de Abril de 1981 afectaron al Litoral de Vargas durante la temporada de semana santa ocasionando serios daños a los habitantes de la zona y a los temporaditas que se encontraban visitando las costas del país. Al igual que el evento de 1970, éste no se encuentra documentado en los estudios existentes sobre las lluvias ocurridas en el Litoral.

Conclusiones

Todos los eventos de precipitación extrema ocurrieron en la temporada seca del país y fueron originados por causas sinópticas similares que se presentan sobre el Mar Caribe y las costas venezolanas durante esta temporada. La incidencia de restos de frentes fríos es el principal factor desencadenante de estas lluvias, que asociado a bajas presiones llega a producir precipitaciones de grandes magnitudes sobre las costas del Litoral Central.

La duración de los eventos al parecer no guarda relación con la causa sinóptica que los produjo, pues vemos que hubieron eventos largo (1981 y 1999) y eventos cortos (1951, 1970 y 2005) producidos por fenómenos meteorológicos similares.

El evento de 1987 ocurrió en la temporada lluviosa del país, pero no resulta comparable con los otros ya que se produjo en una zona fuera del Litoral, sólo se incluye en este estudio debido a su carácter repentino y a que su precipitaciones desencadenaron aludes torrenciales.

De acuerdo a los fenómenos observados y efectos reportados en las fuentes consultadas, resulta necesario el anticipo de estos eventos, ya que todos dejaron grandes daños materiales a los habitantes del Litoral y ocasionaron la muerte de muchas personas.

CAPÍTULO V PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO A

5.1.1 Análisis de eventos extremos basado en datos usados por JICA

Se realizó un primer procesamiento para evaluar precipitaciones extremas no causantes de flujos de escombros, para ello se usaron datos de estaciones que JICA señala en su estudio tanto para el análisis de eventos “no causantes” como “causantes” de aludes. Se muestra en la figura 5.1 el resultado de este procesamiento. Los datos detallados para cada evento, según su estación, se presentan en el anexo 2.

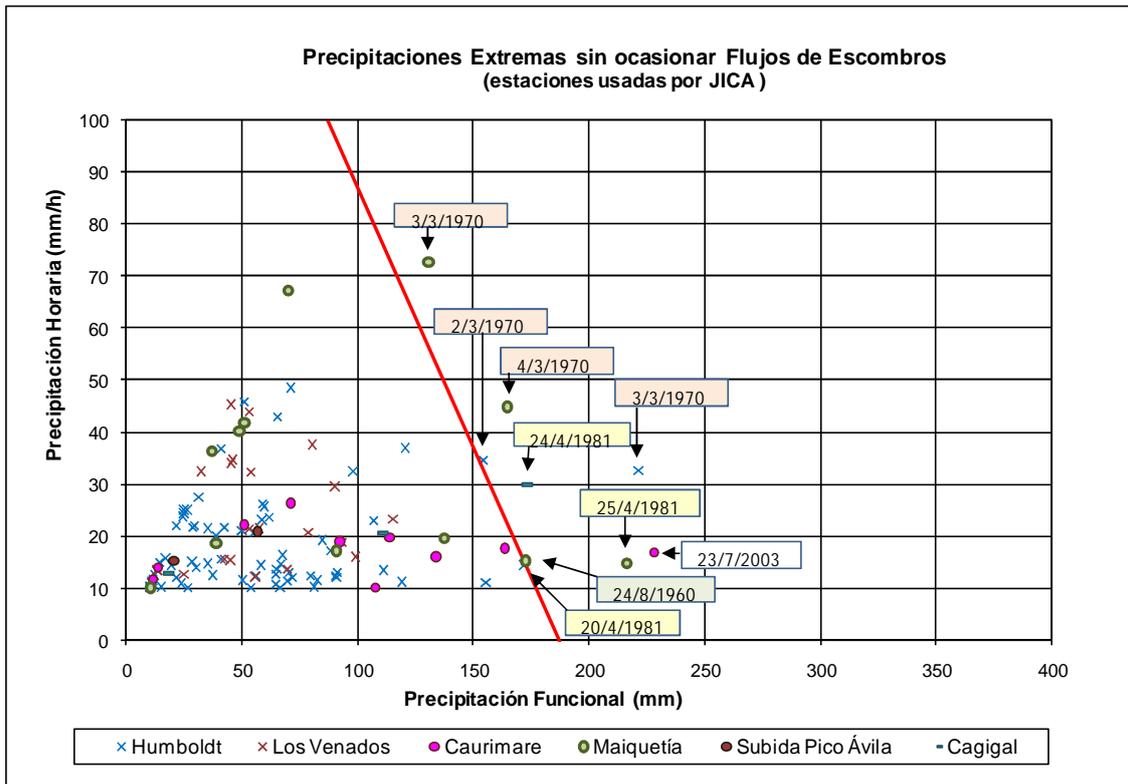


Figura 5.1 Evaluación de precipitaciones no causantes de aludes. (Serie JICA).

Varios eventos de precipitación pasaron la línea fijada sin ser causantes de aludes. En la tabla 5.1 se muestra los eventos “no causantes” no incluidos por JICA.

| AÑO (evento extremo) | MES | ESTACIONES |
|-------------------------|--------|---------------|
| 1960 | Agosto | Humboldt |
| 1970 | Marzo | Humboldt |
| | Marzo | Maiquetía FAV |
| 1981 | Abril | Cagigal |
| | Abril | Maiquetía FAV |
| 2003 | Julio | Caurimare |

Tabla 5.1 Eventos extremos no causantes de aludes que pasaron la Línea Crítica. (Serie JICA)

Comparación y análisis del estudio JICA

Se pudo reconstruir los puntos graficados por JICA para evaluar los eventos no causantes de aludes, usando igual que ellos la estación Humboldt y los Venados. En la primera se observan 2 series ignoradas por JICA que corresponden a 1960 y 1970, cuyos puntos entran en el área insegura del gráfico.

Para esta evaluación también se usaron las estaciones Cagigal, Caurimare, Maiquetía FAV y Subida Pico Ávila usada en su estudio, pero para evaluar los eventos causantes. Tal como lo indica la tabla 5.1 se obtuvieron en estas estaciones eventos para los años 1960, 1970, 1981 y 2003. Lo que refleja que en base a la data disponible es posible hacer una mejor evaluación de los eventos no causantes.

5.1.2 Incorporación de nuevos datos al Gráfico de la Cordillera Norte

En esta segunda parte, se incluyó en el gráfico anterior las nuevas estaciones recabadas para el Litoral de Vargas y el valle de Caracas que no ocasionaron aludes torrenciales (Figura 5.2). Sólo se representó el último día de cada evento, con la idea de presentar un gráfico de mejor apreciación visual.

La estación Los Caracas se muestra por separado en la figura 5.4, como representación de la parte este del Litoral. No se incluye en conjunto con las demás debido a la cantidad de eventos extremos que pasan la Línea Crítica de JICA, lo que lleva a suponer que la cuenca donde se encuentra presenta un patrón de precipitaciones distinto al oeste del Litoral.

En la figura 5.3 se reunieron todos los eventos extremos históricos tanto “causantes” como “no causantes”. La representación de eventos causantes se realizó a través de una serie continua durante el evento. Se muestra un punto para la estación Subida Pico Ávila, durante el evento de 1951, ya que solo se disponen de 30 horas registro para ese evento.

En el Gráfico de Evaluación de precipitaciones históricas se decidió representar la estación Rancho Grande por las razones expuestas anteriormente.

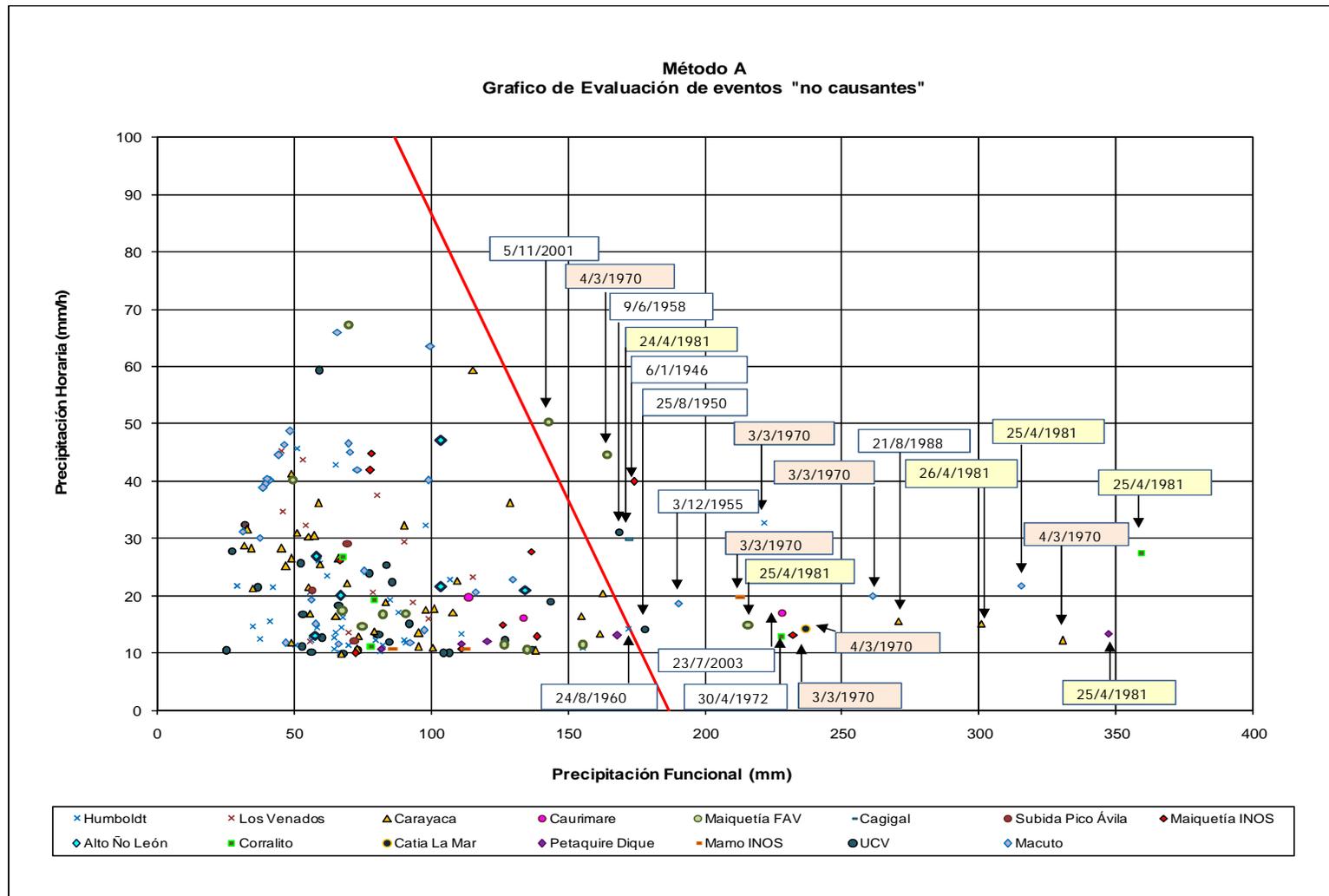


Figura 5.2 Eventos extremos “no causantes” para estaciones del Litoral de Vargas y el Valle de Caracas.

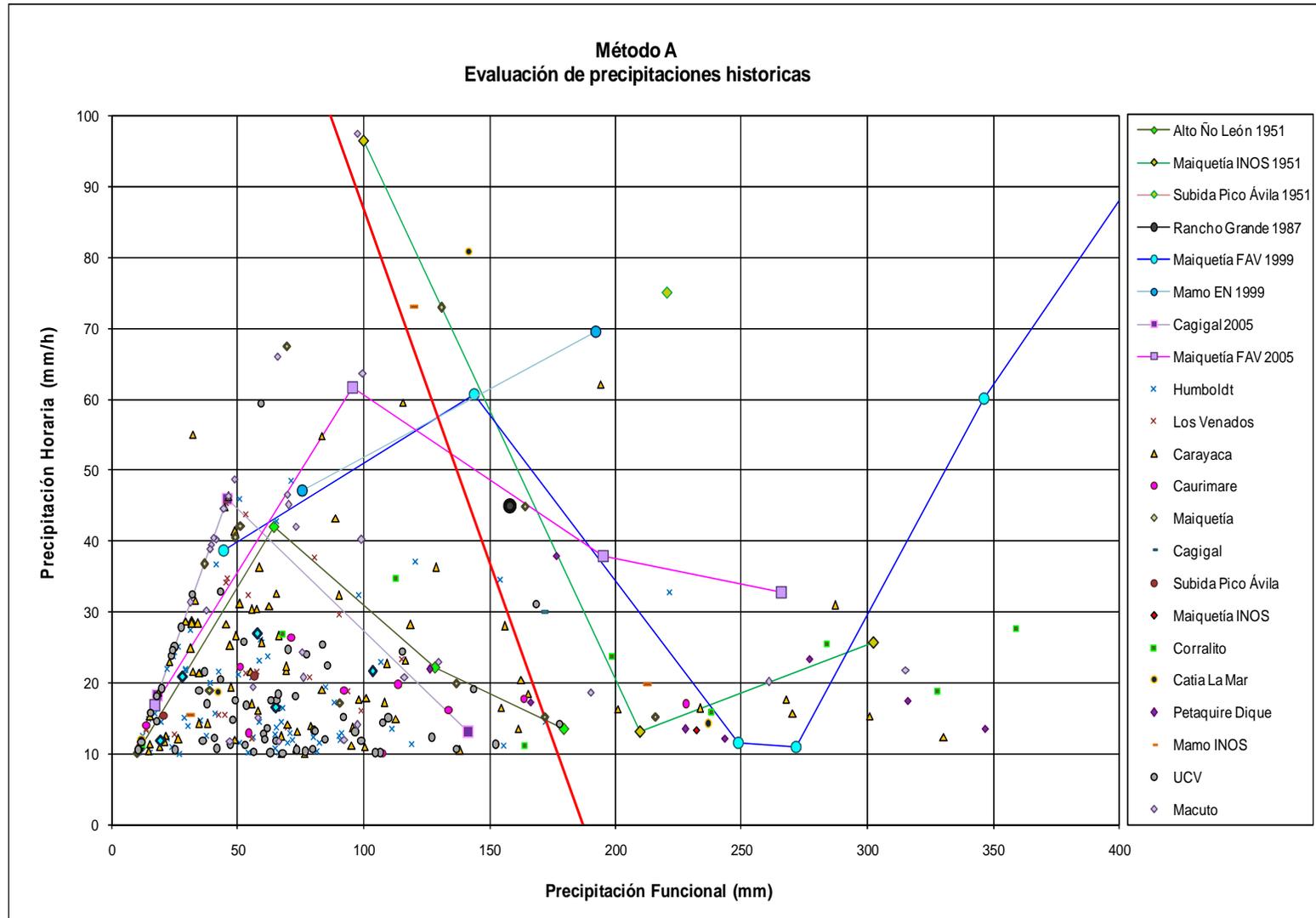


Figura 5.3 Gráfico de evaluación para eventos “no causantes” y “causantes” de flujos torrenciales.

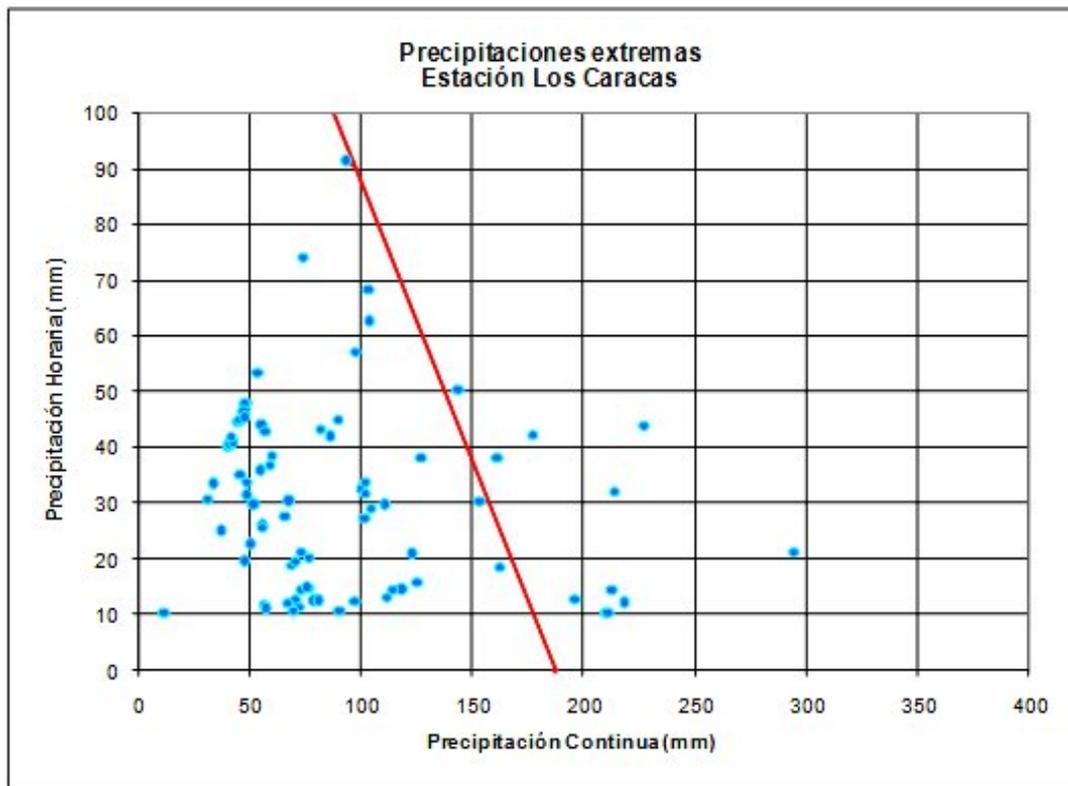


Figura 5.4 Precipitaciones extremas para la estación Los Caracas.

5.1.3 Análisis de los eventos extremos más destacados

Se evidencia que la mayoría de los eventos resumidos corresponden principalmente a meses entre noviembre y abril, período en el que se presenta la temporada seca para la mayor parte del país. Con esto se hace notar la presencia de patrones sinópticos extremos que afectan el comportamiento de las precipitaciones del Litoral de Vargas en esta temporada. En lo que respecta al valle de Caracas, los eventos reflejados son propios de la temporada lluviosa en el territorio nacional.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que:

- los eventos no causantes más destacados corresponden a los meses de Marzo de 1970 (registrado en siete estaciones) y Abril de 1981 (registrado en seis estaciones), ambos son propios del Litoral de Vargas. Las precipitaciones en estos eventos se adentraron significativamente en la zona insegura, a pesar de no existir una relación en el patrón de ambas lluvias ya que el primero de estos es un evento de corta duración (dos días) y el segundo es un evento largo (dos semanas de duración aproximadamente).

- otros eventos no causantes, pasaron la Línea Crítica ubicándose en el área insegura: 03/12/1955, 06/01/1956, 24/08/1960 30/04/1972, 21/08/1988 y 05/11/2001, estos dos últimos ocurridos en la temporada lluviosa para el Litoral.
- tres eventos corresponden al valle de Caracas (25/08/1950, 09/06/1958, y 23/07/2003) y se ubicaron en la zona insegura.
- en Los Caracas diez eventos entraron en el área insegura, pero por las razones expuestas anteriormente no se tomó en cuenta la zona este del Litoral para la evaluación de eventos extremos.
- los eventos causante, representados por las nuevas estaciones: Alto Ño León (1951) y Mamo (1999), pasaron la Línea Crítica sin ocupar un posición significativa en el área insegura, a diferencia de las demás estaciones para estos eventos. El evento ocurrido recientemente en febrero de 2005 paso la Línea Crítica para la estación Maiquetía, pero en Cagigal se quedó en la zona segura del gráfico, en el anexo 1 se muestran las precipitaciones para todos los evento y se puede observar la magnitud de las misma en esta estación lo que lleva a descartar la ocurrencia de aludes en torno al área de Cagigal.

5.1.4 Replanteamiento de la Línea Crítica

Al realizar la evaluación de eventos históricos, nos damos cuenta que no existe un buen margen de separación entre los eventos causantes y no causantes, a diferencia del estudio JICA, donde se muestra una zona límite entre ambos eventos, en la que es posible el trazado de una línea.

Para fijar la línea es de gran importancia que los eventos causantes de aludes se ubiquen a la derecha de ésta, y reducir en lo posible la cantidad de eventos no causantes ubicados en la zona insegura, con el fin de evitar futuras alertas que no conlleven a la formación de aludes. Si nos basamos en este criterio podríamos validar la línea usada por JICA, pero al incluir nuevos datos se hizo necesario replantearla.

Para esto conservamos sus características iniciales como son una inclinación de 45° y pendiente negativa, variando sólo su posición en la abcisa. Se decidió desplazarla a 210 mm, pasando cercana al evento del Limón, de modo de no dejar ningún evento causante en el área insegura y reducir un poco los eventos no causantes ubicados a la derecha del gráfico.

5.1.5 Trazado de Líneas locales

Se propuso una Línea de Alerta Máxima o Línea de Evacuación para las estaciones: Maiquetía y Carayaca, basadas en la precipitación máxima histórica de 1 hora para cada estación, ya que este es el tiempo que el método señala para la búsqueda de un refugio.

Las precipitaciones se escogieron para un período de retorno igual a 50 años, de modo que coincidiera con el orden de magnitud de frecuencia de los aludes ocurridos en Vargas.

| ESTACIÓN | LLUVIA MAX 1 H REGISTRADA | LLUVIA 1H Tr= 10 | LLUVIA 1H Tr= 25 | LLUVIA 1H Tr= 50 |
|-----------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| CARAYACA | 67 | 64 | 76 | 85 |
| MAIQUETÍA | 78 | 55.7 | 65.4 | 72.5 |

Tabla 5.2 Valores de precipitaciones para una hora de duración, según su periodo de retorno.
Fuente: IMF, 2007.

Como se decidió realizar un desplazamiento de la Línea Crítica se utilizó como valor crítico la precipitación acumulada de 210 mm. Sabiendo que la evacuación debería de realizarse una hora antes de que ocurra el evento se calculó el nivel de alerta máxima para cada estación como el valor crítico menos la precipitación máxima histórica de una hora para un período de retorno de cincuenta años. En la tabla 5.3 se muestra los niveles de alerta para las estaciones Carayaca y Maiquetía.

| ESTACIÓN | NIVEL CRÍTICO PREC. ACUM (MM) | LLUVIA 1H Tr= 50 | NIVEL DE ALERTA MAXIMA (MM) |
|-----------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| CARAYACA | 210 | 85 | 125 |
| MAIQUETÍA | 210 | 72.5 | 137.5 |

Tabla 5.3 Valores de niveles de alerta máxima para un periodo de retorno de 50 años.

Con la línea planteada para Carayaca se hubiesen producido 8 alertas falsas, en cambio para Maiquetía las falsas alertas habrían sido 4, dos sin entrar al área insegura con la nueva línea propuesta. Como se aprecia en las figura 5.5 y 5.6, este criterio no resulta confiable para dar orden de evacuación a las comunidades de Vargas, pues si se toma el caso de la LAP en Maiquetía, vemos que se hubiesen prevenido los evento de 1951, 1999 y 2005 pero también se hubiesen dado falsas alertas para cuatro eventos (1970, 1981, 1991 y 2001) lo que trae como consecuencia la pérdida de credibilidad en la metodología empleada para advertir aludes.

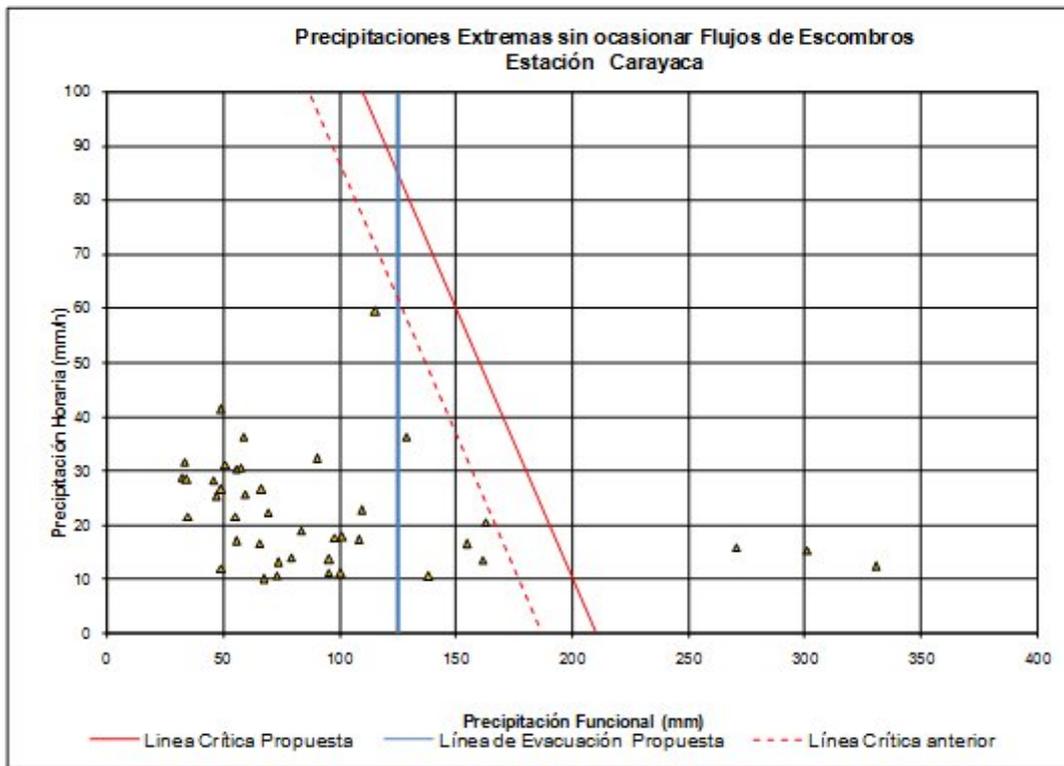


Figura 5.5 Línea Crítica propuesta y prueba para la Línea de Evacuación en la estación Carayaca.

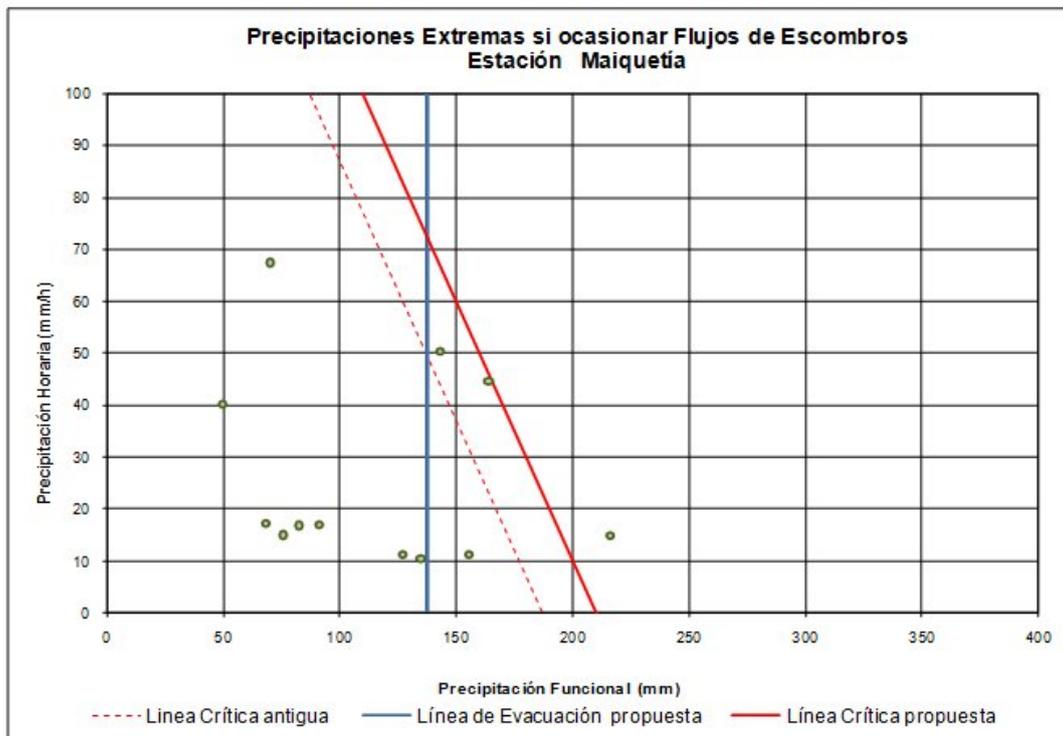


Figura 5.6 Línea Crítica propuesta y prueba para la Línea de Evacuación en la estación Maiquetía.

Conclusiones

La aplicación del Método A para el anticipo de aludes torrenciales resultó ser poco confiable dada la cantidad de eventos “no causantes” que se posicionaron a la derecha de la Línea Crítica, en la zona insegura del Gráfico de Evaluación.

La Línea Crítica propuesta consiguió reducir la cantidad de alertas falsas que se podrían haber emitido, pero no lo suficiente como para dejar todos los eventos no causantes en el área segura. De haberse usado en tiempo real la Línea de Evacuación hubiese permitido anticipar los eventos causantes de 1951, 1999 y 2005 pero también hubiese producido numerosas alertas falta para el período de tiempo analizado.

Este método no toma en cuenta la distribución de las precipitaciones en el tiempo, pues trata por igual los eventos cortos-intensos y largos-poco intensos, favoreciendo los eventos largos que pasan con facilidad la Línea Crítica debido a la precipitación acumulada. Como solución a esto y para mejorar el Gráfico de Evaluación, se aplicará el Método C a los eventos extremos más notables, ya que este atribuye un menor peso a las precipitaciones más antiguas de una determinada serie.

5.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO C

Se procesaron los eventos extremos ya mencionados para el Método A, tanto los “causantes” como “no causantes”. De este último se consideraron catorce (14) eventos, entre los que se aproximaron y los que pasaron la Línea Crítica, la mayoría de ellos registrados en varias estaciones.

5.2.1 Determinación de los coeficientes empíricos para procesar las series diarias.

Como se mencionó en la metodología, fue necesaria la adaptación del método para el procesamiento de la data de precipitación diaria. Las estaciones que se usaron para hallar los coeficientes que permitieron procesar los datos diarios fueron: Cagigal (1981), Humboldt (2005), Maiquetía FAV (1970,1981, 1991, 2005), Macuto (2005), y Mamo (1999). En las tablas 5.4 y 5.5 se muestra respectivamente los valores del indicador de corto y largo plazo de cada estación con sus coeficientes correspondientes.

| Año | Estación | PT1,5 (horaria) | Prec. día pico (mm) | PT1,5/ Prec. diaria |
|-----------------|---------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 1970 | Maiquetía FAV | 12.5 | 89.7 | 0.14 |
| 1981 | Cagigal | 30.9 | 59.9 | 0.52 |
| 1981 | Maiquetía FAV | 9.1 | 24.6 | 0.37 |
| 1991 | Maiquetía FAV | 9.4 | 38.7 | 0.24 |
| 1999 | Mamo | 10.5 | 138.9 | 0.08 |
| 2005 | Humboldt | 8.16 | 44.1 | 0.19 |
| 2005 | Macuto | 17.0 | 110.7 | 0.15 |
| 2005 | Maiquetía FAV | 20.7 | 70.5 | 0.29 |
| Promedio | | 14.8 | 72.2 | 0.25 |

Tabla 5.4 Valores que permitieron hallar el coeficiente de corto plazo (del propio día del cálculo) para procesar los datos diarios.

| Año | Estación | PT72 (horaria) | Prec. día pico (mm) | PT72 / Prec. diaria |
|-----------------|---------------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1970 | Maiquetía FAV | 84.3 | 89.7 | 0.94 |
| 1981 | Cagigal | 57.3 | 59.9 | 0.96 |
| 1981 | Maiquetía FAV | 23.2 | 24.6 | 0.94 |
| 1991 | Maiquetía FAV | 36.5 | 38.7 | 0.94 |
| 1999 | Mamo | 120.3 | 138.9 | 0.87 |
| 2005 | Humboldt | 40.4 | 44.1 | 0.92 |
| 2005 | Macuto | 100.5 | 110.7 | 0.91 |
| 2005 | Maiquetía FAV | 65.1 | 70.5 | 0.92 |
| Promedio | | 65.7 | 72.1 | 0.92 |

Tabla 5.5 Valores que permitieron hallar el coeficiente de largo plazo (del propio día del cálculo) para procesar los datos diarios.

A continuación se muestran los desplazamientos de las precipitaciones horarias recadadas en comparación con su correspondiente serie diaria estimada.

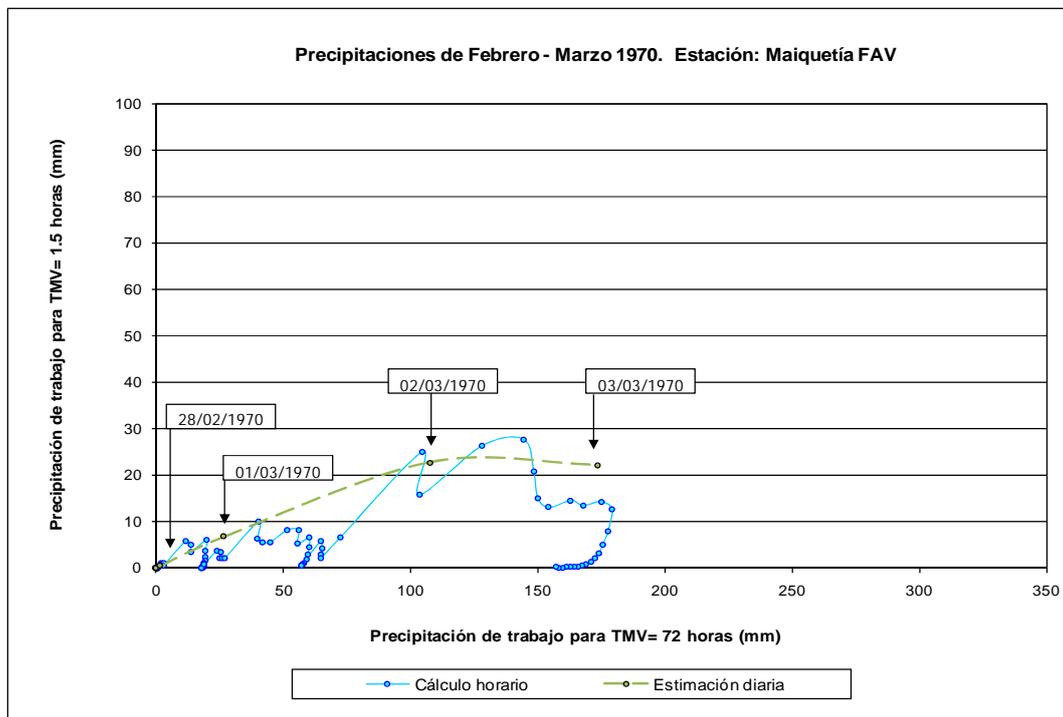


Figura 5.7 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Febrero -Marzo 1970).

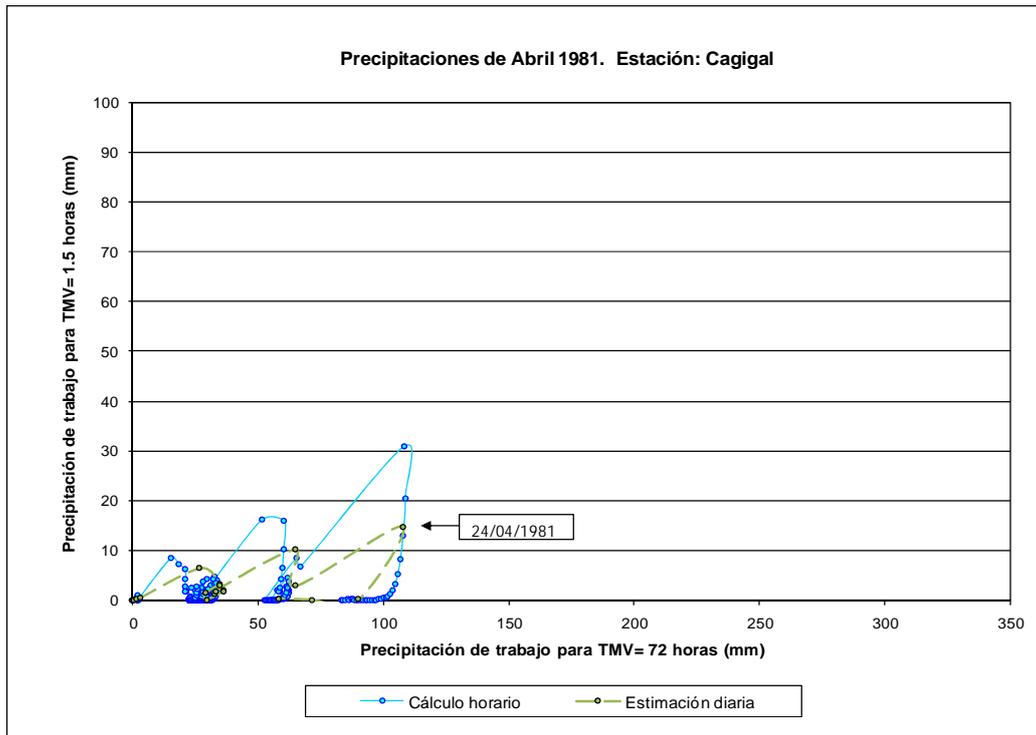


Figura 5.8 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Cagigal (Abril 1981).

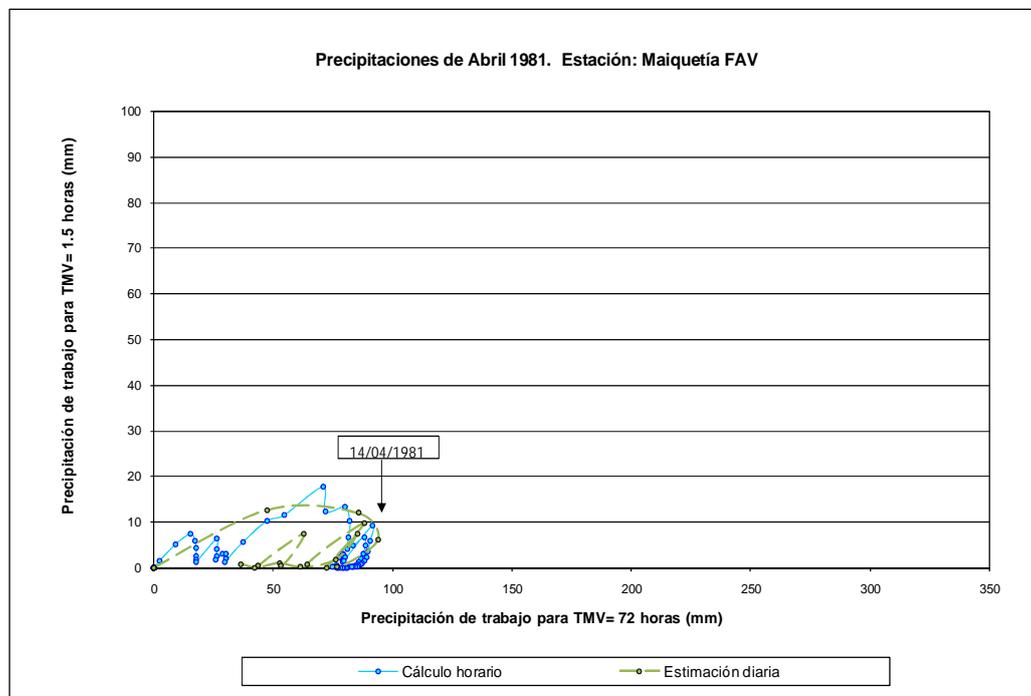


Figura 5.9 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Abril 1981).

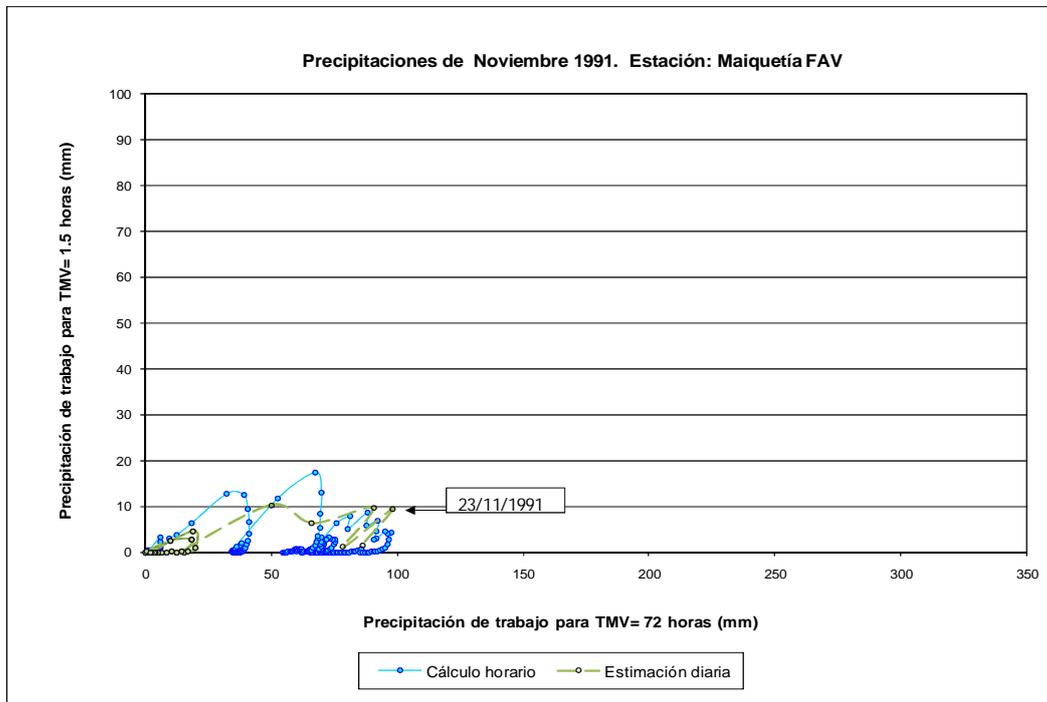


Figura 5.10 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Noviembre 1991).

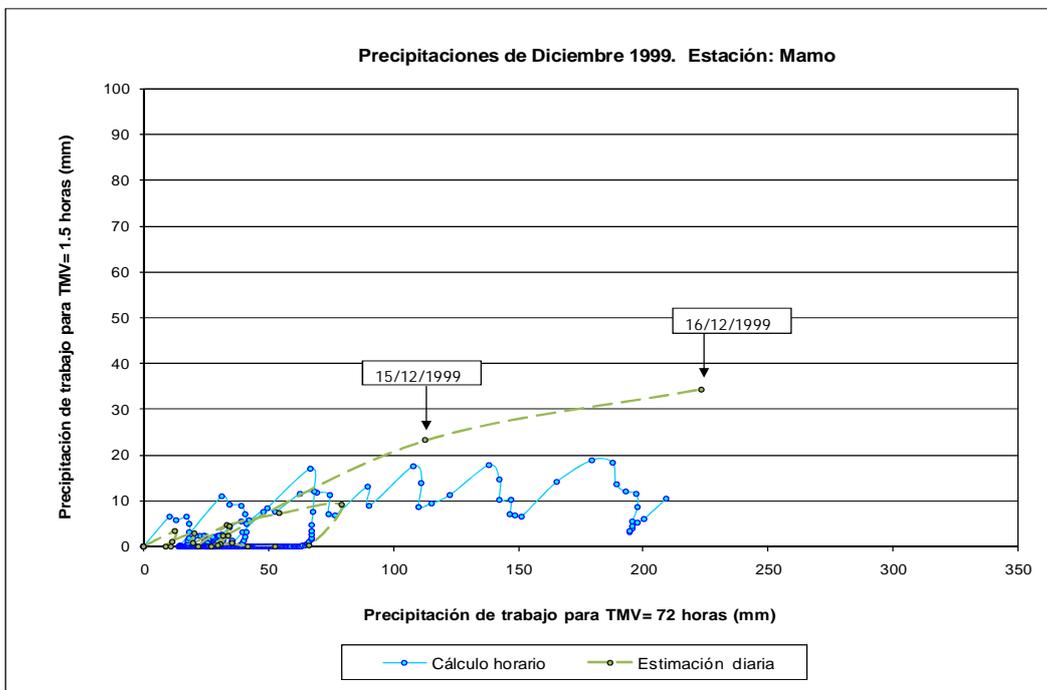


Figura 5.11 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Mamo (Diciembre 1999).

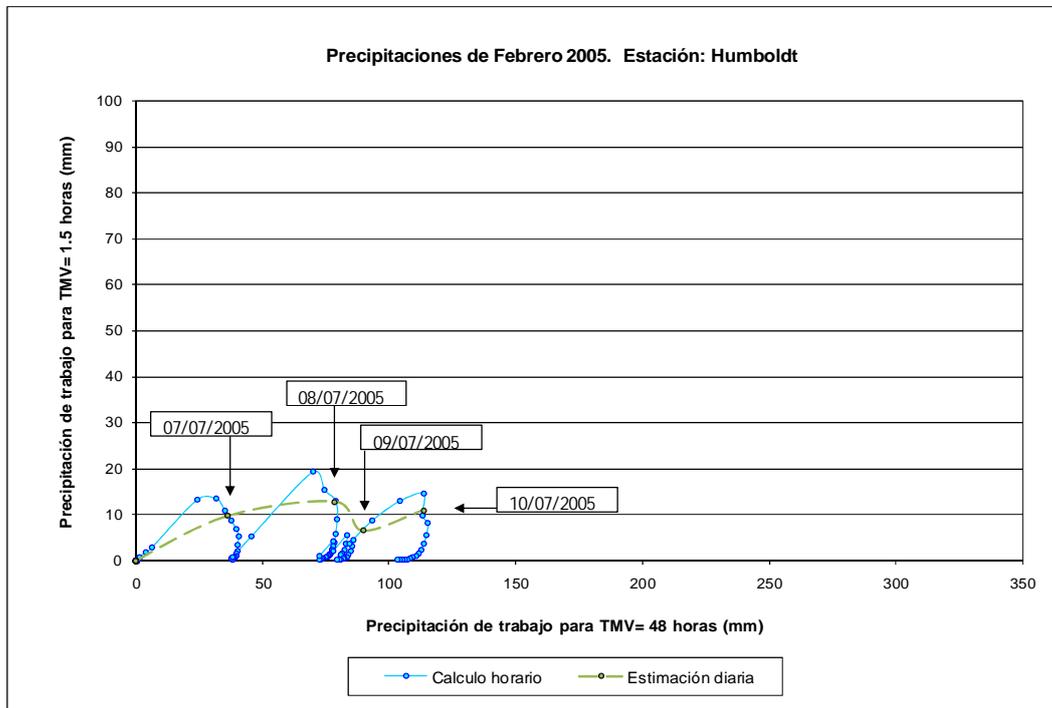


Figura 5.12 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Humboldt (Febrero 2005).

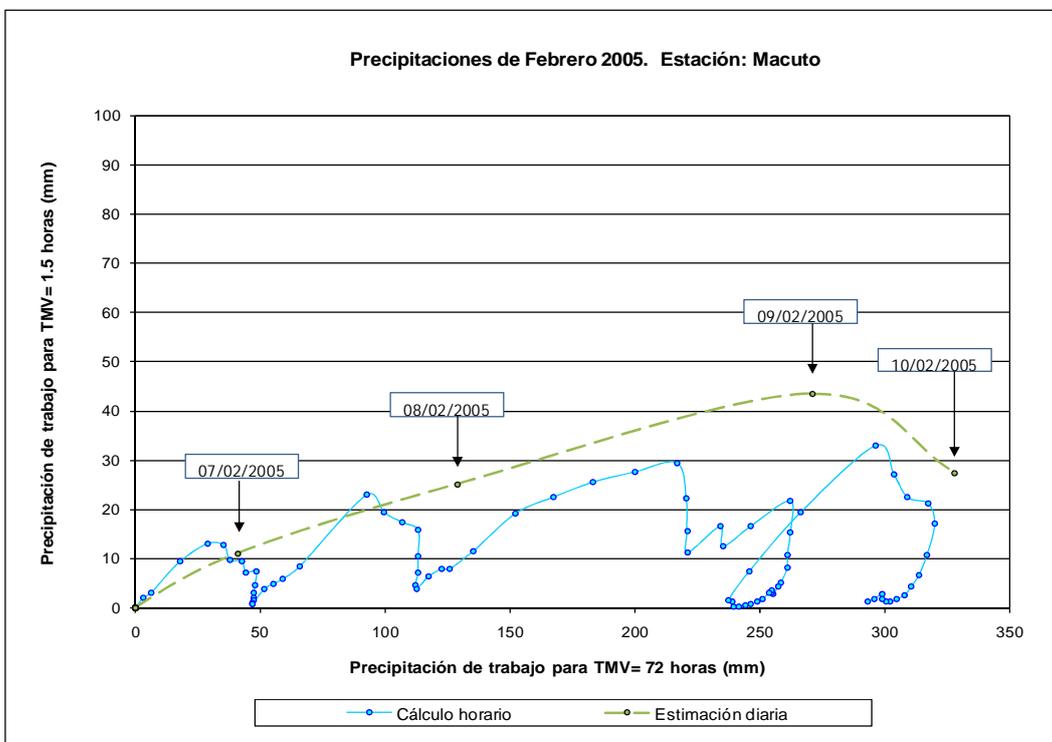


Figura 5.13 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Macuto (Febrero 2005).

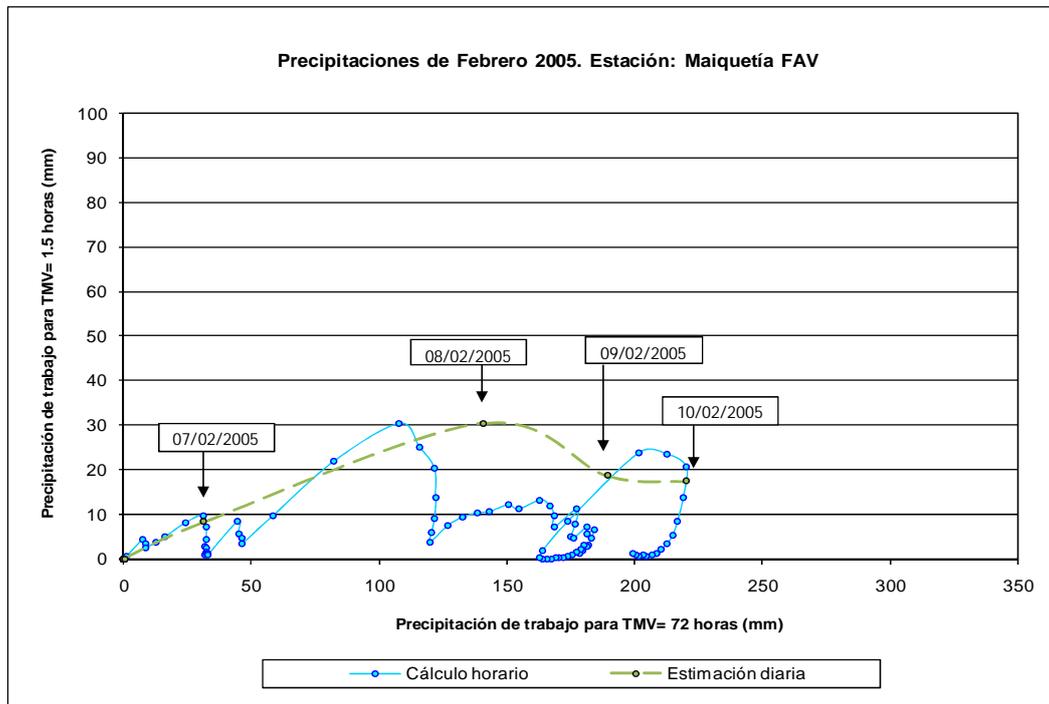


Figura 5.14 Comparación de cálculo horario con estimación diaria para Maiquetía FAV (Febrero 2005).

En todas las figuras se puede observar que el último día de las series diarias se aproximó al punto más lejano de las series horarias. Para el evento de Diciembre 1999 (Figura 5.11) se nota el mayor desplazamiento y separación de ambos puntos finales, esto puede deberse a que las precipitaciones para el día 16 se repartieron a lo largo de las 24 horas. Las precipitaciones de 1970 (Figura 5.8) guardan relación en cuanto al desplazamiento diario o al periodo entre cada 24 horas de ambas series. En las figuras 5.8, 5.9 y 5.10 se evidencia similitud en el recorrido seguido por las líneas, observándose un incremento considerable en los picos de la serie horaria, para el evento de 1981 de la estación Cagigal. Las precipitaciones de Febrero de 2005 (Figuras 5.12, 5.13 y 5.14) guardan una mejor relación en cuanto a los picos de las dos series, adaptándose mejor, este criterio, en la estación Macuto.

En conclusión, el movimiento constituido por la línea estimada se aproxima (por supuesto con menos detalle, ya que solo consta de un solo valor diario) al desplazamiento seguido por la línea calculada, con buena coincidencia en el punto de mayor alcance de los eventos.

En vista de la extensión de las tablas de cálculo para los eventos con precipitación horaria éstas se expondrán según su estación, en el anexo 3. En este capítulo para la data horaria sólo se presentará el resultado gráfico de cada estación.

5.2.2 Procesamiento de eventos

De acuerdo a lo anterior se validaron los nuevos coeficientes y se procedió a procesar los siguientes eventos extremos:

- *eventos causantes de aludes*: 1951, 1987, 1999, 2005.
- *eventos no causantes de aludes*: 1954, 1955, 1956, 1967, 1970, 1971, 1972, 1973, 1981, 1985, 1988, 1990, 1991, 2001.

Se decidió considerar como momento máximo tanto para los eventos causantes como para los no causantes, el momento en el cual la serie (“Línea Serpiente”) se aleja más del origen. Al menos que se tuviese una información exacta sobre la hora del alud, como en 1987.

5.2.2.1 Procesamiento de eventos causantes de aludes

Las estaciones Subida Pico Ávila y Humboldt no pertenecen a la parte oeste del Estado Vargas, no obstante se incluyeron para su evaluación ya que en la primera de estas existe un registro horario, que sirvió para relacionar la precipitación de una estación perteneciente a la zona, pudiendo así evaluar su desplazamiento en el gráfico y la estación Humboldt que registró precipitaciones importantes durante el evento 2005.

Evento de Febrero 1951

En el cálculo de las precipitaciones de trabajo (Tabla 5.6) se puede observar que para este evento el día de mayor alcance no coincide en las estaciones. La estación Maiquetía INOS se aleja más del origen que Alto Ño León y Cagigal, para el día 16 en el cual registró la máxima precipitación (193 mm).

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | ALTO ÑO LEÓN | | | | | CAGIGAL | | | | | MAIQUETÍA INOS | | | | |
|-----------|------|-----|--------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|----------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Febrero | 1951 | 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1951 | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1951 | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1951 | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1951 | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.57 | 2.6 | 2.8 | 2.5 | 0.6 | 2.57 |
| Febrero | 1951 | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 12.1 | 12.7 | 11.6 | 3.0 | 12.02 | 4.6 | 7.4 | 6.4 | 1.1 | 6.49 |
| Febrero | 1951 | 11 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.38 | 0.3 | 13.0 | 10.3 | 0.1 | 10.26 | 3.0 | 10.4 | 8.1 | 0.7 | 8.13 |
| Febrero | 1951 | 12 | 0.0 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.32 | 5.7 | 18.7 | 13.4 | 1.4 | 13.49 | 0.6 | 11.0 | 7.2 | 0.1 | 7.20 |
| Febrero | 1951 | 13 | 0.2 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 0.44 | 0.8 | 19.5 | 11.7 | 0.2 | 11.74 | 0.8 | 11.8 | 6.5 | 0.2 | 6.50 |
| Febrero | 1951 | 14 | 0.0 | 0.6 | 0.4 | 0.0 | 0.36 | 0.0 | 19.5 | 9.4 | 0.0 | 9.37 | 0.0 | 11.8 | 5.2 | 0.0 | 5.20 |
| Febrero | 1951 | 15 | 21.6 | 22.2 | 20.2 | 5.3 | 20.90 | 0.0 | 19.5 | 7.4 | 0.0 | 7.43 | 3.8 | 15.6 | 7.6 | 0.9 | 7.65 |
| Febrero | 1951 | 16 | 84.2 | 106.4 | 95.0 | 20.8 | 97.29 | 9.3 | 28.8 | 14.5 | 2.3 | 14.66 | 193.0 | 208.6 | 184.3 | 47.7 | 190.37 |
| Febrero | 1951 | 17 | 44.4 | 150.8 | 121.6 | 11.0 | 122.07 | 72.9 | 101.7 | 79.3 | 18.0 | 81.33 | 26.4 | 235.0 | 182.5 | 6.5 | 182.62 |
| Febrero | 1951 | 18 | 2.8 | 153.6 | 101.8 | 0.7 | 101.81 | 18.7 | 120.4 | 84.7 | 4.6 | 84.82 | 2.4 | 237.4 | 148.7 | 0.6 | 148.70 |
| Febrero | 1951 | 19 | 1.0 | 154.6 | 81.9 | 0.3 | 81.90 | 5.9 | 126.3 | 73.8 | 1.5 | 73.82 | 18.2 | 255.6 | 135.0 | 4.5 | 135.07 |
| Febrero | 1951 | 20 | 11.6 | 166.2 | 75.8 | 2.9 | 75.82 | 0.4 | 126.7 | 59.3 | 0.1 | 59.31 | 9.8 | 265.4 | 117.3 | 2.4 | 117.32 |
| Febrero | 1951 | 21 | 26.8 | 193.0 | 85.6 | 6.6 | 85.83 | 0.7 | 127.4 | 47.8 | 0.2 | 47.75 | 19.6 | 285.0 | 111.8 | 4.8 | 111.90 |
| Febrero | 1951 | 22 | 0.2 | 193.2 | 69.8 | 0.1 | 69.75 | 40.5 | 167.9 | 75.3 | 10.0 | 75.96 | 2.8 | 287.8 | 92.5 | 0.7 | 92.50 |
| Febrero | 1951 | 23 | 0.2 | 193.4 | 55.6 | 0.1 | 55.56 | 7.8 | 175.7 | 69.5 | 1.9 | 69.48 | 1.0 | 288.8 | 74.5 | 0.2 | 74.50 |
| Febrero | 1951 | 24 | 9.0 | 202.4 | 52.4 | 2.2 | 52.46 | 0.3 | 176.0 | 55.9 | 0.1 | 55.88 | 51.2 | 340.0 | 106.4 | 12.6 | 107.14 |
| Febrero | 1951 | 25 | 0.2 | 202.6 | 42.3 | 0.1 | 42.34 | 1.6 | 177.6 | 45.9 | 0.4 | 45.85 | 0.0 | 340.0 | 87.6 | 0.0 | 87.60 |
| Febrero | 1951 | 26 | 5.8 | 208.4 | 39.0 | 1.4 | 39.00 | 0.0 | 177.6 | 36.5 | 0.0 | 36.49 | 93.6 | 433.6 | 155.9 | 23.1 | 157.60 |
| Febrero | 1951 | 27 | 0.0 | 208.4 | 31.3 | 0.0 | 31.28 | 7.8 | 185.4 | 36.2 | 1.9 | 36.21 | 0.0 | 433.6 | 129.5 | 0.0 | 129.50 |
| Febrero | 1951 | 28 | 0.0 | 208.4 | 24.8 | 0.0 | 24.83 | 0.0 | 185.4 | 29.2 | 0.0 | 29.18 | 0.0 | 433.6 | 102.8 | 0.0 | 102.80 |

Tabla 5.6 Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero 1951.

Por otro lado los datos de la estación Subida Pico Ávila se procesaron usando los coeficientes originales del método, ya que se disponen de 30 horas entre los días 16 y 17 de febrero de 1951. Los resultados de las precipitaciones de trabajo se señalan en la tabla 5.7, en la cual se muestra de forma ilustrativa el procesamiento de los datos horarios con sus coeficientes correspondientes de acuerdo a la posición que ocupan las precipitaciones.

| FECHA | HORA | POSICIÓN | PREC. HOR. (mm) | α (T=1,5) | α (T=72) | PT1.5 | PT72 | DISTANCIA |
|-----------|-------|----------|--------------------|------------------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 16-feb-51 | 07:00 | 30 | 8.2 | 0.0000 | 0.7492 | 5.17 | 8.12 | 9.63 |
| 16-feb-51 | 08:00 | 29 | 3.9 | 0.0000 | 0.7564 | 5.71 | 11.91 | 13.21 |
| 16-feb-51 | 09:00 | 28 | 16.0 | 0.0000 | 0.7637 | 13.68 | 27.64 | 30.84 |
| 16-feb-51 | 10:00 | 27 | 15.0 | 0.0000 | 0.7711 | 18.07 | 42.23 | 45.93 |
| 16-feb-51 | 11:00 | 26 | 2.2 | 0.0000 | 0.7786 | 12.77 | 44.00 | 45.82 |
| 16-feb-51 | 12:00 | 25 | 1.1 | 0.0000 | 0.7861 | 8.74 | 44.67 | 45.52 |
| 16-feb-51 | 13:00 | 24 | 0.0 | 0.0000 | 0.7937 | 5.50 | 44.24 | 44.59 |
| 16-feb-51 | 14:00 | 23 | 0.0 | 0.0000 | 0.8014 | 3.47 | 43.82 | 43.96 |
| 16-feb-51 | 15:00 | 22 | 3.0 | 0.0000 | 0.8091 | 4.07 | 46.37 | 46.55 |
| 16-feb-51 | 16:00 | 21 | 2.1 | 0.0001 | 0.8170 | 3.89 | 48.01 | 48.16 |
| 16-feb-51 | 17:00 | 20 | 1.0 | 0.0001 | 0.8249 | 3.08 | 48.54 | 48.64 |
| 16-feb-51 | 18:00 | 19 | 9.1 | 0.0002 | 0.8328 | 7.67 | 57.09 | 57.60 |
| 16-feb-51 | 19:00 | 18 | 10.0 | 0.0002 | 0.8409 | 11.13 | 66.44 | 67.37 |
| 16-feb-51 | 20:00 | 17 | 15.0 | 0.0004 | 0.8490 | 16.46 | 80.66 | 82.33 |
| 16-feb-51 | 21:00 | 16 | 23.0 | 0.0006 | 0.8572 | 24.86 | 102.67 | 105.64 |
| 16-feb-51 | 22:00 | 15 | 16.1 | 0.0010 | 0.8655 | 25.80 | 117.63 | 120.43 |
| 16-feb-51 | 23:00 | 14 | 16.1 | 0.0016 | 0.8739 | 26.40 | 132.45 | 135.06 |
| 16-feb-51 | 00:00 | 13 | 4.0 | 0.0025 | 0.8824 | 19.15 | 135.14 | 136.49 |
| 17-feb-51 | 01:00 | 12 | 9.0 | 0.0039 | 0.8909 | 17.73 | 142.76 | 143.86 |
| 17-feb-51 | 02:00 | 11 | 5.0 | 0.0062 | 0.8995 | 14.32 | 146.35 | 147.05 |
| 17-feb-51 | 03:00 | 10 | 10.0 | 0.0098 | 0.9082 | 15.32 | 154.85 | 155.60 |
| 17-feb-51 | 04:00 | 9 | 20.0 | 0.0156 | 0.9170 | 22.25 | 173.17 | 174.60 |
| 17-feb-51 | 05:00 | 8 | 20.0 | 0.0248 | 0.9259 | 26.62 | 191.32 | 193.17 |
| 17-feb-51 | 06:00 | 7 | 20.0 | 0.0394 | 0.9348 | 29.37 | 209.30 | 211.35 |
| 17-feb-51 | 07:00 | 6 | 22.9 | 0.0625 | 0.9439 | 32.93 | 229.97 | 232.32 |
| 17-feb-51 | 08:00 | 5 | 27.0 | 0.0992 | 0.9530 | 37.75 | 254.51 | 257.30 |
| 17-feb-51 | 09:00 | 4 | 10.0 | 0.1575 | 0.9622 | 30.08 | 261.98 | 263.70 |
| 17-feb-51 | 10:00 | 3 | 5.0 | 0.2500 | 0.9715 | 22.10 | 264.42 | 265.34 |
| 17-feb-51 | 11:00 | 2 | 1.0 | 0.3969 | 0.9809 | 14.55 | 262.88 | 263.28 |
| 17-feb-51 | 12:00 | 1 | 0.0 | 0.6300 | 0.9904 | 9.17 | 260.36 | 260.52 |

Tabla 5.7 Cálculo de precipitaciones de trabajo para la estación Subida Pico Ávila. (Febrero 1951).

Para la estación El Infiernito, lugar donde se registraron las mayores precipitaciones de este evento, con un acumulado de 419 mm en 24 h y de 529 mm en 60 horas, se realizó el cálculo de forma horaria, relacionando el primer acumulado con las precipitaciones de la estación Subida de Pico Ávila.

| FECHA | HORA | POSICIÓN | PREC. HOR. (mm) | α (T=1,5) | α (T=72) | PT1.5 | PT72 | DISTANCIA |
|-----------|-------|----------|--------------------|------------------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 16-feb-51 | 07:00 | 30 | 11.6 | 0.0000 | 0.7492 | 7.32 | 11.51 | 13.64 |
| 16-feb-51 | 08:00 | 29 | 5.5 | 0.0000 | 0.7564 | 8.09 | 16.87 | 18.71 |
| 16-feb-51 | 09:00 | 28 | 22.7 | 0.0000 | 0.7637 | 19.38 | 39.16 | 43.70 |
| 16-feb-51 | 10:00 | 27 | 21.3 | 0.0000 | 0.7711 | 25.60 | 59.84 | 65.08 |
| 16-feb-51 | 11:00 | 26 | 3.1 | 0.0000 | 0.7786 | 18.09 | 62.35 | 64.92 |
| 16-feb-51 | 12:00 | 25 | 1.6 | 0.0000 | 0.7861 | 12.38 | 63.30 | 64.50 |
| 16-feb-51 | 13:00 | 24 | 0.0 | 0.0000 | 0.7937 | 7.80 | 62.69 | 63.18 |
| 16-feb-51 | 14:00 | 23 | 0.0 | 0.0000 | 0.8014 | 4.91 | 62.09 | 62.29 |
| 16-feb-51 | 15:00 | 22 | 4.3 | 0.0000 | 0.8091 | 5.77 | 65.71 | 65.96 |
| 16-feb-51 | 16:00 | 21 | 3.0 | 0.0001 | 0.8170 | 5.51 | 68.03 | 68.25 |
| 16-feb-51 | 17:00 | 20 | 1.4 | 0.0001 | 0.8249 | 4.36 | 68.78 | 68.92 |
| 16-feb-51 | 18:00 | 19 | 12.9 | 0.0002 | 0.8328 | 10.87 | 80.89 | 81.62 |
| 16-feb-51 | 19:00 | 18 | 14.2 | 0.0002 | 0.8409 | 15.78 | 94.15 | 95.46 |
| 16-feb-51 | 20:00 | 17 | 21.3 | 0.0004 | 0.8490 | 23.33 | 114.30 | 116.65 |
| 16-feb-51 | 21:00 | 16 | 32.6 | 0.0006 | 0.8572 | 35.23 | 145.48 | 149.68 |
| 16-feb-51 | 22:00 | 15 | 22.8 | 0.0010 | 0.8655 | 36.56 | 166.68 | 170.64 |
| 16-feb-51 | 23:00 | 14 | 22.8 | 0.0016 | 0.8739 | 37.40 | 187.68 | 191.37 |
| 16-feb-51 | 00:00 | 13 | 5.7 | 0.0025 | 0.8824 | 27.13 | 191.49 | 193.41 |
| 17-feb-51 | 01:00 | 12 | 12.8 | 0.0039 | 0.8909 | 25.13 | 202.29 | 203.85 |
| 17-feb-51 | 02:00 | 11 | 7.1 | 0.0062 | 0.8995 | 20.29 | 207.37 | 208.36 |
| 17-feb-51 | 03:00 | 10 | 14.2 | 0.0098 | 0.9082 | 21.71 | 219.42 | 220.49 |
| 17-feb-51 | 04:00 | 9 | 28.3 | 0.0156 | 0.9170 | 31.53 | 245.38 | 247.40 |
| 17-feb-51 | 05:00 | 8 | 28.3 | 0.0248 | 0.9259 | 37.71 | 271.10 | 273.71 |
| 17-feb-51 | 06:00 | 7 | 28.3 | 0.0394 | 0.9348 | 41.61 | 296.57 | 299.48 |
| 17-feb-51 | 07:00 | 6 | 32.4 | 0.0625 | 0.9439 | 46.66 | 325.87 | 329.19 |
| 17-feb-51 | 08:00 | 5 | 38.3 | 0.0992 | 0.9530 | 53.49 | 360.64 | 364.58 |
| 17-feb-51 | 09:00 | 4 | 14.2 | 0.1575 | 0.9622 | 42.62 | 371.22 | 373.65 |
| 17-feb-51 | 10:00 | 3 | 7.1 | 0.2500 | 0.9715 | 31.31 | 374.68 | 375.98 |
| 17-feb-51 | 11:00 | 2 | 1.4 | 0.3969 | 0.9809 | 20.62 | 372.49 | 373.06 |
| 17-feb-51 | 12:00 | 1 | 0.0 | 0.6300 | 0.9904 | 12.99 | 368.92 | 369.15 |

Tabla 5.8 Cálculo de precipitaciones de trabajo para la estación El Infiernito, a partir de precipitaciones estimadas. (Febrero 1951).

Evento de Septiembre 1987

Para el 6 de septiembre, día en que ocurrió el evento, se dispone de 13 horas de precipitación desde las 11:00, y de datos diarios para los 15 días anteriores. Como se sabe que el alud ocurrió a las 16:00 se calculó PT1.5 a partir de datos horarios, ya que para este indicador sólo influyen las 12 horas anteriores. Para PT72, se cálculo la contribución del día del alud aplicándoles los coeficientes exactos a las precipitaciones horarias, y la contribución de los días anteriores se realizó con la fórmula aproximada para los datos diarios, obteniéndose 167 y 28 mm, respectivamente. Finalmente los valores estimados para el momento del alud corresponden a:

$$PT72 = 195$$

$$PT1.5 = 57.5$$

| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|------------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Agosto | 1987 | 17 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 18 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 19 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 20 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 21 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 22 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 23 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 24 | | | | | |
| Agosto | 1987 | 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1987 | 26 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 0.9 |
| Agosto | 1987 | 27 | 10.4 | 11.3 | 10.3 | 2.6 | 10.6 |
| Agosto | 1987 | 28 | 15.1 | 26.4 | 22.8 | 3.7 | 23.1 |
| Agosto | 1987 | 29 | 0.4 | 26.8 | 19.4 | 0.1 | 19.4 |
| Agosto | 1987 | 30 | 0.0 | 26.8 | 15.4 | 0.0 | 15.4 |
| Agosto | 1987 | 31 | 0.0 | 26.8 | 12.2 | 0.0 | 12.2 |
| Septiembre | 1987 | 1 | 0.6 | 27.4 | 10.2 | 0.1 | 10.2 |
| Septiembre | 1987 | 2 | 0.5 | 27.9 | 8.6 | 0.1 | 8.6 |
| Septiembre | 1987 | 3 | 0.8 | 28.7 | 7.6 | 0.2 | 7.6 |
| Septiembre | 1987 | 4 | 27.7 | 56.4 | 31.6 | 6.8 | 32.4 |
| Septiembre | 1987 | 5 | 0.9 | 57.3 | 27.7 | 0.2 | 27.7 |
| Septiembre | 1987 | 6 | 181.5 | 238.8 | 189.4 | 44.8 | 194.7 |
| Septiembre | 1987 | 7 | 0.0 | 238.8 | 161.5 | 0.0 | 161.5 |
| Septiembre | 1987 | 8 | 0.0 | 238.8 | 128.2 | 0.0 | 128.2 |
| Septiembre | 1987 | 9 | 1.7 | 240.5 | 103.3 | 0.4 | 103.3 |

Tabla 5.9 Precipitaciones de trabajo estimadas para la estación Rancho Grande (Septiembre 1987).

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| FECHA | HORA | POSICIÓN | PREC. HOR. (mm) | α (T=1,5) | α (T=72) | PT1.5 | PT72 contribución del día 6 (mm) | PT72 total aprox. (mm) | DISTANCIA |
|-----------|-------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-------|----------------------------------|------------------------|-----------|
| 06-sep-87 | 00:59 | 24 | | 0.0000 | 0.7937 | | | | |
| 06-sep-87 | 01:59 | 23 | | 0.0000 | 0.8014 | | | | |
| 06-sep-87 | 02:59 | 22 | | 0.0000 | 0.8091 | | | | |
| 06-sep-87 | 03:59 | 21 | | 0.0001 | 0.8170 | | | | |
| 06-sep-87 | 04:59 | 20 | | 0.0001 | 0.8249 | | | | |
| 06-sep-87 | 05:59 | 19 | | 0.0002 | 0.8328 | | | | |
| 06-sep-87 | 06:59 | 18 | | 0.0002 | 0.8409 | | | | |
| 06-sep-87 | 07:59 | 17 | | 0.0004 | 0.8490 | | | | |
| 06-sep-87 | 08:59 | 16 | | 0.0006 | 0.8572 | | | | |
| 06-sep-87 | 09:59 | 15 | | 0.0010 | 0.8655 | | | | |
| 06-sep-87 | 10:59 | 14 | | 0.0016 | 0.8739 | 0.00 | 0.0 | 28.0 | 28.0 |
| 06-sep-87 | 11:59 | 13 | 0.0 | 0.0025 | 0.8824 | 0.00 | 0.0 | 28.0 | 28.0 |
| 06-sep-87 | 12:59 | 12 | 13.0 | 0.0039 | 0.8909 | 8.20 | 12.9 | 40.9 | 42.9 |
| 06-sep-87 | 13:59 | 11 | 57.0 | 0.0062 | 0.8995 | 41.10 | 69.2 | 97.2 | 119.3 |
| 06-sep-87 | 14:59 | 10 | 23.0 | 0.0098 | 0.9082 | 40.40 | 91.3 | 119.3 | 150.2 |
| 06-sep-87 | 15:59 | 9 | 34.0 | 0.0156 | 0.9170 | 46.80 | 124.1 | 152.1 | 196.3 |
| 06-sep-87 | 16:59 | 8 | 44.5 | 0.0248 | 0.9259 | 57.50 | 167.0 | 195.0 | 256.7 |
| 06-sep-87 | 17:59 | 7 | 7.0 | 0.0394 | 0.9348 | 40.70 | 172.3 | 200.3 | 264.2 |
| 06-sep-87 | 18:59 | 6 | 3.0 | 0.0625 | 0.9439 | 27.50 | 173.7 | 201.7 | 266.2 |
| 06-sep-87 | 19:59 | 5 | 0.0 | 0.0992 | 0.9530 | 17.30 | 172.0 | 200.0 | 263.8 |
| 06-sep-87 | 20:59 | 4 | 0.0 | 0.1575 | 0.9622 | 10.90 | 170.0 | 198.0 | 261.0 |
| 06-sep-87 | 21:59 | 3 | 0.0 | 0.2500 | 0.9715 | 6.90 | 168.7 | 196.7 | 259.1 |
| 06-sep-87 | 22:59 | 2 | 0.0 | 0.3969 | 1.0000 | 4.30 | 167.1 | 195.1 | 256.9 |
| 06-sep-87 | 23:59 | 1 | 0.0 | 0.6300 | 1.0000 | 2.70 | 165.5 | 193.5 | 254.6 |

Tabla 5.10 Cálculo de las precipitaciones de trabajo para el día del alud en la estación Rancho Grande. (Septiembre 1987).

Evento Diciembre 1999

Para este evento se dispone de precipitaciones horarias por parte de la estación Mamo y de una serie diaria para Maiquetía FAV. La primera se procesó usando los coeficientes originales del método, para los 16 días que duró el evento y la segunda estación fue procesada mediante los coeficientes empíricos a partir de los datos diarios². Como se menciono anteriormente los datos del procesamiento horario de Mamo serán expuestos en el anexo 3.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Noviembre | 1999 | 23 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 24 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 25 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 26 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 27 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 28 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 29 | | | | | |
| Noviembre | 1999 | 30 | | | | | |
| Diciembre | 1999 | 1 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 1.5 | 1.5 |
| Diciembre | 1999 | 2 | 77.3 | 83.3 | 76.1 | 19.1 | 19.1 |
| Diciembre | 1999 | 3 | 121.2 | 204.5 | 176.9 | 29.9 | 29.9 |
| Diciembre | 1999 | 4 | 11.8 | 216.3 | 158.8 | 2.9 | 2.9 |
| Diciembre | 1999 | 5 | | 216.3 | 126.7 | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 1999 | 6 | 1.1 | 217.4 | 101.6 | 0.3 | 0.3 |
| Diciembre | 1999 | 7 | 5.0 | 222.4 | 85.3 | 1.2 | 1.2 |
| Diciembre | 1999 | 8 | 8.1 | 230.5 | 75.5 | 2.0 | 2.0 |
| Diciembre | 1999 | 9 | 7.0 | 237.5 | 66.9 | 1.7 | 1.7 |
| Diciembre | 1999 | 10 | | 237.5 | 53.5 | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 1999 | 11 | 23.2 | 260.7 | 63.9 | 5.7 | 5.7 |
| Diciembre | 1999 | 12 | 21.8 | 282.5 | 72.2 | 5.4 | 5.4 |
| Diciembre | 1999 | 13 | 4.1 | 286.6 | 62.5 | 1.0 | 1.0 |
| Diciembre | 1999 | 14 | 120.0 | 406.6 | 160.5 | 29.6 | 29.6 |
| Diciembre | 1999 | 15 | 380.7 | 787.3 | 486.0 | 94.1 | 94.1 |
| Diciembre | 1999 | 16 | 410.4 | 1197.7 | 787.7 | 101.4 | 101.4 |

Tabla 5.11 Precipitaciones de trabajo para la estación Maiquetía FAV (Diciembre 1999).

² Para este evento se hizo otro intento de calcular las precipitaciones de trabajo de Maiquetía FAV, relacionando con la distribución de las precipitaciones horaria de Mamo Escuela Naval, donde se obtuvo los siguientes valores para el punto más alejado del origen PT72 =706.9 y PT1,5=30.0

Evento Febrero 2005

Se dispone de precipitaciones horarias para este evento, de modo que los cálculos se realizaron con los coeficientes exactos. Para este procesamiento se consideraron las estaciones Maiquetía FAV, Macuto y Humboldt (Anexo 3).

Dado que las precipitaciones en las estaciones seleccionadas no presentan similitud en cuanto a su magnitud, durante el evento, se decidió considerarlas como representativas a pesar de existir otras estaciones que también lo registraron.

5.2.2.2 Procesamiento de eventos no causantes

Evento de Diciembre 1954

Este evento se presentó en la estación Maiquetía INOS, se observa una serie antecedente lluviosa, con una interrupción de dos días seguida de precipitaciones importantes (mayores de 20 mm).

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Noviembre | 1954 | 21 | 27.4 | 27.4 | 25.3 | 6.8 | 26.2 |
| Noviembre | 1954 | 22 | 4.2 | 31.6 | 25.6 | 1.0 | 25.6 |
| Noviembre | 1954 | 23 | 7.8 | 39.4 | 27.8 | 1.9 | 27.9 |
| Noviembre | 1954 | 24 | 7.9 | 47.3 | 29.8 | 2.0 | 29.9 |
| Noviembre | 1954 | 25 | 7.1 | 54.4 | 30.7 | 1.8 | 30.8 |
| Noviembre | 1954 | 26 | 0.6 | 55.0 | 25.4 | 0.1 | 25.4 |
| Noviembre | 1954 | 27 | 5.2 | 60.2 | 25.0 | 1.3 | 25.0 |
| Noviembre | 1954 | 28 | 42.1 | 102.3 | 59.0 | 10.4 | 59.9 |
| Noviembre | 1954 | 29 | 9.7 | 112.0 | 58.3 | 2.4 | 58.35 |
| Noviembre | 1954 | 30 | 5.3 | 117.3 | 51.8 | 1.3 | 51.82 |
| Diciembre | 1954 | 1 | 8.4 | 125.7 | 49.2 | 2.1 | 49.24 |
| Diciembre | 1954 | 2 | 2.0 | 127.7 | 41.4 | 0.5 | 41.40 |
| Diciembre | 1954 | 3 | 2.9 | 130.6 | 35.7 | 0.7 | 35.71 |
| Diciembre | 1954 | 4 | 12.4 | 143.0 | 39.9 | 3.1 | 40.02 |
| Diciembre | 1954 | 5 | 5.3 | 148.3 | 37.3 | 1.3 | 37.32 |
| Diciembre | 1954 | 6 | 0.0 | 148.3 | 30.0 | 0.0 | 30.00 |
| Diciembre | 1954 | 7 | 0.0 | 148.3 | 23.8 | 0.0 | 23.80 |
| Diciembre | 1954 | 8 | 2.0 | 150.3 | 20.7 | 0.5 | 20.71 |
| Diciembre | 1954 | 9 | 4.8 | 155.1 | 21.0 | 1.2 | 21.03 |
| Diciembre | 1954 | 10 | 23.8 | 178.9 | 38.9 | 5.9 | 39.34 |
| Diciembre | 1954 | 11 | 18.4 | 197.3 | 49.3 | 4.5 | 49.50 |
| Diciembre | 1954 | 12 | 45.6 | 242.9 | 82.3 | 11.3 | 83.07 |
| Diciembre | 1954 | 13 | 16.4 | 259.3 | 83.3 | 4.1 | 83.40 |
| Diciembre | 1954 | 14 | 55.4 | 314.7 | 118.2 | 13.7 | 118.99 |

Tabla 5.12 Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre - Diciembre 1954.

Evento de Diciembre 1955

Se registró en las estaciones Alto Ño León y Macuto con mayores precipitaciones en Macuto. A continuación se presentan las tablas de cálculo de las precipitaciones de trabajo de cada una de éstas estaciones.

| ESTACIÓN: | | | ALTO ÑO LEÓN | | | | | MACUTO | | | | |
|-----------|------|-----|--------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Noviembre | 1955 | 22 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.61 | 2.7 | 2.7 | 2.5 | 0.7 | 2.60 |
| Noviembre | 1955 | 23 | 0.4 | 1.0 | 0.8 | 0.1 | 0.81 | 9.2 | 11.9 | 10.6 | 2.3 | 10.85 |
| Noviembre | 1955 | 24 | 1.4 | 2.4 | 2.0 | 0.3 | 2.02 | 10.9 | 22.8 | 19.1 | 2.7 | 19.29 |
| Noviembre | 1955 | 25 | 3.0 | 5.4 | 4.4 | 0.7 | 4.46 | 0.5 | 23.3 | 16.3 | 0.1 | 16.30 |
| Noviembre | 1955 | 26 | 3.1 | 8.5 | 6.6 | 0.8 | 6.65 | 0.0 | 23.3 | 12.9 | 0.0 | 12.90 |
| Noviembre | 1955 | 27 | 12.7 | 21.2 | 17.1 | 3.1 | 17.38 | 60.1 | 83.4 | 65.7 | 14.8 | 67.35 |
| Noviembre | 1955 | 28 | 0.0 | 21.2 | 14.4 | 0.0 | 14.40 | 17.5 | 100.9 | 72.0 | 4.3 | 72.13 |
| Noviembre | 1955 | 29 | 0.0 | 21.2 | 11.4 | 0.0 | 11.40 | 0.9 | 101.8 | 59.0 | 0.2 | 59.00 |
| Noviembre | 1955 | 30 | 0.2 | 21.4 | 9.2 | 0.0 | 9.20 | 0.0 | 101.8 | 46.9 | 0.0 | 46.90 |
| Diciembre | 1955 | 1 | 25.6 | 47.0 | 31.0 | 6.3 | 31.63 | 6.0 | 107.8 | 42.8 | 1.5 | 42.83 |
| Diciembre | 1955 | 2 | 0.2 | 47.2 | 26.3 | 0.0 | 26.30 | 0.6 | 108.4 | 34.9 | 0.1 | 34.90 |
| Diciembre | 1955 | 3 | 0.0 | 47.2 | 20.9 | 0.0 | 20.90 | 0.9 | 109.3 | 28.5 | 0.2 | 28.50 |
| Diciembre | 1955 | 4 | 0.0 | 47.2 | 16.6 | 0.0 | 16.60 | 1.1 | 110.4 | 23.7 | 0.3 | 23.70 |
| Diciembre | 1955 | 5 | 0.0 | 47.2 | 13.2 | 0.0 | 13.20 | 8.5 | 118.9 | 26.7 | 2.1 | 26.78 |
| Diciembre | 1955 | 6 | 0.0 | 47.2 | 10.5 | 0.0 | 10.50 | 0.0 | 118.9 | 21.7 | 0.0 | 21.70 |
| Diciembre | 1955 | 7 | 2.7 | 49.9 | 10.8 | 0.7 | 10.82 | 0.0 | 118.9 | 17.3 | 0.0 | 17.30 |
| Diciembre | 1955 | 8 | 4.9 | 54.8 | 13.2 | 1.2 | 13.25 | 4.6 | 123.5 | 17.9 | 1.1 | 17.93 |
| Diciembre | 1955 | 9 | 23.6 | 78.4 | 32.6 | 5.8 | 33.11 | 5.8 | 129.3 | 19.9 | 1.4 | 19.95 |
| Diciembre | 1955 | 10 | 53.8 | 132.2 | 76.9 | 13.3 | 78.04 | 55.6 | 184.9 | 67.4 | 13.7 | 68.78 |
| Diciembre | 1955 | 11 | 1.3 | 133.5 | 65.6 | 0.3 | 65.60 | 36.6 | 221.5 | 90.7 | 9.0 | 91.15 |
| Diciembre | 1955 | 12 | 3.7 | 137.2 | 55.5 | 0.9 | 55.51 | 68.8 | 290.3 | 137.7 | 17.0 | 138.75 |
| Diciembre | 1955 | 13 | 1.8 | 139.0 | 46.0 | 0.4 | 46.00 | 37.4 | 327.7 | 148.0 | 9.2 | 148.29 |
| Diciembre | 1955 | 14 | 6.1 | 145.1 | 42.2 | 1.5 | 42.23 | 9.6 | 337.3 | 128.6 | 2.4 | 128.62 |
| Diciembre | 1955 | 15 | 3.7 | 148.8 | 37.3 | 0.9 | 37.31 | 0.0 | 337.3 | 102.7 | 0.0 | 102.70 |

Tabla 5.13 Precipitaciones de trabajo para el evento de Diciembre 1955.

Evento de Enero 1956

Es un evento corto registrado en la estación Maiquetía INOS con precipitaciones de grandes magnitudes, en comparación con los otros eventos no causantes.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Diciembre | 1955 | 15 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 1955 | 16 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 1955 | 17 | 8.7 | 8.7 | 8.0 | 2.1 | 8.3 |
| Diciembre | 1955 | 18 | 5 | 13.7 | 11.5 | 1.2 | 11.6 |
| Diciembre | 1955 | 19 | 0 | 13.7 | 9.4 | 0.0 | 9.4 |
| Diciembre | 1955 | 20 | 0 | 13.7 | 7.5 | 0.0 | 7.5 |
| Diciembre | 1955 | 21 | 0 | 13.7 | 6.0 | 0.0 | 6.0 |
| Diciembre | 1955 | 22 | 0.2 | 13.9 | 4.9 | 0.0 | 4.9 |
| Diciembre | 1955 | 23 | 0.2 | 14.1 | 4.1 | 0.0 | 4.10 |
| Diciembre | 1955 | 24 | 0.0 | 14.1 | 3.3 | 0.0 | 3.30 |
| Diciembre | 1955 | 25 | 0.0 | 14.1 | 2.6 | 0.0 | 2.60 |
| Diciembre | 1955 | 26 | 0.0 | 14.1 | 2.1 | 0.0 | 2.10 |
| Diciembre | 1955 | 27 | 0.0 | 14.1 | 1.6 | 0.0 | 1.60 |
| Diciembre | 1955 | 28 | 0.0 | 14.1 | 1.3 | 0.0 | 1.30 |
| Diciembre | 1955 | 29 | 3.3 | 17.4 | 4.1 | 0.8 | 4.18 |
| Diciembre | 1955 | 30 | 0.0 | 17.4 | 3.4 | 0.0 | 3.40 |
| Diciembre | 1957 | 31 | 0.0 | 17.4 | 2.7 | 0.0 | 2.70 |
| Enero | 1956 | 1 | 0.4 | 17.8 | 2.5 | 0.1 | 2.50 |
| Enero | 1956 | 2 | 0.0 | 17.8 | 2.0 | 0.0 | 2.00 |
| Enero | 1956 | 3 | 7.8 | 25.6 | 8.8 | 1.9 | 9.00 |
| Enero | 1956 | 4 | 4.8 | 30.4 | 11.9 | 1.2 | 11.96 |
| Enero | 1956 | 5 | 129.4 | 159.8 | 129.1 | 32.0 | 133.01 |
| Enero | 1956 | 6 | 80.0 | 239.8 | 184.2 | 19.8 | 185.26 |
| Enero | 1956 | 7 | 5.8 | 245.6 | 156.5 | 1.4 | 156.51 |

Tabla 5.14 Precipitaciones de trabajo para el evento de Enero 1956.

Evento de Marzo 1967

Se registró en las estaciones Carayaca y Corralito, con mayores magnitudes en la estación Carayaca.

| ESTACIÓN: | | | CARAYACA | | | | | CORRALITO | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Febrero | 1967 | 26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | | | | | |
| Febrero | 1967 | 27 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.2 | 0.73 | | | | | |
| Febrero | 1967 | 29 | 0.2 | 1.0 | 0.8 | 0.0 | 0.80 | | | | | |
| Febrero | 1967 | 28 | 0.0 | 1.0 | 0.7 | 0.0 | 0.70 | | | | | |
| Marzo | 1967 | 1 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 0.50 | | | | | |
| Marzo | 1967 | 2 | 0.0 | 1.0 | 0.4 | 0.0 | 0.40 | | | | | |
| Marzo | 1967 | 3 | 0.0 | 1.0 | 0.3 | 0.0 | 0.30 | | | | | |
| Marzo | 1967 | 4 | 0.0 | 1.0 | 0.3 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Marzo | 1967 | 5 | 0.0 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Marzo | 1967 | 6 | 0.0 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Marzo | 1967 | 7 | 0.0 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.10 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Marzo | 1967 | 8 | 0.0 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.10 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.30 |
| Marzo | 1967 | 9 | 8.4 | 9.4 | 7.8 | 2.1 | 8.08 | 3.2 | 3.5 | 3.2 | 0.8 | 3.30 |
| Marzo | 1967 | 10 | 0.2 | 9.6 | 6.9 | 0.0 | 6.90 | 0.0 | 3.5 | 2.7 | 0.0 | 2.70 |
| Marzo | 1967 | 11 | 1.9 | 11.5 | 7.3 | 0.5 | 7.32 | 0.7 | 4.2 | 2.8 | 0.2 | 2.81 |
| Marzo | 1967 | 12 | 0.0 | 11.5 | 5.9 | 0.0 | 5.90 | 0.0 | 4.2 | 2.3 | 0.0 | 2.30 |
| Marzo | 1967 | 13 | 0.0 | 11.5 | 4.7 | 0.0 | 4.70 | 0.0 | 4.2 | 1.8 | 0.0 | 1.80 |
| Marzo | 1967 | 14 | 0.2 | 11.7 | 3.9 | 0.0 | 3.90 | 0.8 | 5.0 | 2.2 | 0.2 | 2.21 |
| Marzo | 1967 | 15 | 0.2 | 11.9 | 3.3 | 0.0 | 3.30 | 0.0 | 5.0 | 1.8 | 0.0 | 1.80 |
| Marzo | 1967 | 16 | 35.3 | 47.2 | 35.2 | 8.7 | 36.26 | 22.7 | 27.7 | 22.3 | 5.6 | 22.99 |
| Marzo | 1967 | 17 | 38.6 | 85.8 | 65.7 | 9.5 | 66.38 | 17.4 | 45.1 | 35.2 | 4.3 | 35.46 |
| Marzo | 1967 | 18 | 73.7 | 159.5 | 122.5 | 18.2 | 123.84 | 53.9 | 99.0 | 78.7 | 13.3 | 79.82 |
| Marzo | 1967 | 19 | 27.0 | 186.5 | 126.7 | 6.7 | 126.88 | 18.6 | 117.6 | 83.0 | 4.6 | 83.13 |
| Marzo | 1967 | 20 | 0.0 | 186.5 | 102.2 | 0.0 | 102.20 | 0.2 | 117.8 | 67.2 | 0.0 | 67.20 |

Tabla 5.15 Precipitaciones de trabajo para el evento de Marzo 1967.

Evento de Febrero - Marzo 1970

Se registró en nueve estaciones con precipitaciones importantes. A continuación se muestran las tablas con las precipitaciones de trabajo para este evento.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | ALTO ÑO LEÓN | | | | | CATIA LA MAR | | | | | CAYARACA | | | | |
|-----------|------|-----|--------------|------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Febrero | 1970 | 9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.09 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1970 | 10 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.08 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1970 | 11 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.06 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 12 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 13 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 14 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 15 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 16 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 0.41 |
| Febrero | 1970 | 17 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 0.3 | 1.15 | 0.0 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.30 |
| Febrero | 1970 | 18 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.01 | 0.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.95 | 6.2 | 6.8 | 6.0 | 1.5 | 6.18 |
| Febrero | 1970 | 19 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.01 | 0.1 | 1.3 | 0.9 | 0.0 | 0.85 | 2.4 | 9.2 | 7.4 | 0.6 | 7.42 |
| Febrero | 1970 | 20 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.01 | 0.0 | 1.3 | 0.7 | 0.0 | 0.68 | 1.1 | 10.3 | 7.0 | 0.3 | 7.01 |
| Febrero | 1970 | 21 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.20 | 0.0 | 1.3 | 0.5 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 10.3 | 5.6 | 0.0 | 5.60 |
| Febrero | 1970 | 22 | 1.5 | 1.8 | 1.6 | 0.4 | 1.59 | 0.0 | 1.3 | 0.4 | 0.0 | 0.43 | 2.0 | 12.3 | 6.3 | 0.5 | 6.32 |
| Febrero | 1970 | 23 | 2.3 | 4.1 | 3.4 | 0.6 | 3.49 | 0.0 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 0.34 | 6.2 | 18.5 | 10.8 | 1.5 | 10.90 |
| Febrero | 1970 | 24 | 2.0 | 6.1 | 4.7 | 0.5 | 4.75 | 0.0 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 0.27 | 1.0 | 19.5 | 9.9 | 0.2 | 9.90 |
| Febrero | 1970 | 25 | 0.8 | 6.9 | 4.6 | 0.2 | 4.61 | 0.0 | 1.3 | 0.2 | 0.0 | 0.21 | 4.4 | 23.9 | 12.0 | 1.1 | 12.05 |
| Febrero | 1970 | 26 | 0.6 | 7.5 | 4.3 | 0.2 | 4.26 | 0.0 | 1.3 | 0.2 | 0.0 | 0.17 | 0.0 | 23.9 | 9.8 | 0.0 | 9.80 |
| Febrero | 1970 | 27 | 0.2 | 7.7 | 3.6 | 0.1 | 3.60 | 0.0 | 1.3 | 0.1 | 0.0 | 0.13 | 0.0 | 23.9 | 7.8 | 0.0 | 7.80 |
| Febrero | 1970 | 28 | 7.1 | 14.8 | 9.4 | 1.8 | 9.58 | 0.0 | 1.3 | 0.1 | 0.0 | 0.11 | 45.9 | 69.8 | 48.5 | 11.3 | 49.80 |
| Febrero | 1970 | 1 | 41.6 | 56.4 | 46.3 | 10.3 | 47.42 | 23.8 | 25.1 | 22.0 | 5.9 | 22.81 | 86.3 | 156.1 | 120.9 | 21.3 | 122.76 |
| Marzo | 1970 | 2 | 33.0 | 89.4 | 69.7 | 8.2 | 70.21 | 37.3 | 62.4 | 53.4 | 9.2 | 54.16 | 124.2 | 280.3 | 215.9 | 30.7 | 218.07 |
| Marzo | 1970 | 3 | 43.3 | 132.7 | 97.3 | 10.7 | 97.92 | 161.6 | 224.0 | 193.7 | 39.9 | 197.80 | 61.8 | 342.1 | 236.0 | 15.3 | 236.50 |
| Marzo | 1970 | 4 | 0.6 | 133.3 | 80.5 | 0.2 | 80.47 | 28.5 | 252.5 | 190.0 | 7.0 | 190.12 | 24.6 | 366.7 | 213.8 | 6.1 | 213.89 |

Tabla 5.16 Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | CORRALITO | | | | | HUMBOLDT | | | | | MACUTO | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Febrero | 1970 | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1970 | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 |
| Febrero | 1970 | 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.10 |
| Febrero | 1970 | 16 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.38 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.20 | 2.7 | 2.9 | 2.5 | 0.7 | 2.60 |
| Febrero | 1970 | 17 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 0.1 | 0.70 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 2.9 | 2.2 | 0.0 | 2.20 |
| Febrero | 1970 | 18 | 3.7 | 4.5 | 4.0 | 0.9 | 4.08 | 11.1 | 11.5 | 10.5 | 2.7 | 10.84 | 1.7 | 4.6 | 3.3 | 0.4 | 3.32 |
| Febrero | 1970 | 19 | 3.0 | 7.5 | 6.2 | 0.7 | 6.20 | 4.9 | 16.4 | 13.6 | 1.2 | 13.65 | 0.4 | 5.0 | 3.1 | 0.1 | 3.10 |
| Febrero | 1970 | 20 | 0.7 | 8.2 | 5.7 | 0.2 | 5.72 | 2.0 | 18.4 | 12.9 | 0.5 | 12.91 | 0.2 | 5.2 | 2.7 | 0.0 | 2.70 |
| Febrero | 1970 | 21 | 0.0 | 8.2 | 4.6 | 0.0 | 4.58 | 0.0 | 18.4 | 10.4 | 0.0 | 10.40 | 0.0 | 5.2 | 2.1 | 0.0 | 2.10 |
| Febrero | 1970 | 22 | 1.7 | 9.9 | 5.2 | 0.4 | 5.22 | 0.8 | 19.2 | 9.0 | 0.2 | 9.00 | 0.0 | 5.2 | 1.7 | 0.0 | 1.70 |
| Febrero | 1970 | 23 | 2.8 | 12.7 | 6.8 | 0.7 | 6.85 | 0.4 | 19.6 | 7.5 | 0.1 | 7.50 | 0.0 | 5.2 | 1.3 | 0.0 | 1.30 |
| Febrero | 1970 | 24 | 2.6 | 15.3 | 8.0 | 0.6 | 8.01 | 1.8 | 21.4 | 7.7 | 0.4 | 7.71 | 0.2 | 5.4 | 1.2 | 0.0 | 1.20 |
| Febrero | 1970 | 25 | 1.5 | 16.8 | 7.9 | 0.4 | 7.89 | 0.8 | 22.2 | 6.9 | 0.2 | 6.90 | 0.0 | 5.4 | 1.0 | 0.0 | 1.00 |
| Febrero | 1970 | 26 | 0.0 | 16.8 | 6.4 | 0.0 | 6.35 | 0.2 | 22.4 | 5.7 | 0.0 | 5.70 | 0.0 | 5.4 | 0.8 | 0.0 | 0.80 |
| Febrero | 1970 | 27 | 0.2 | 17.0 | 5.2 | 0.1 | 5.22 | 0.0 | 22.4 | 4.6 | 0.0 | 4.60 | 0.0 | 5.4 | 0.6 | 0.0 | 0.60 |
| Febrero | 1970 | 28 | 38.0 | 55.0 | 39.2 | 9.4 | 40.32 | 22.8 | 45.2 | 24.7 | 5.6 | 25.33 | 24.2 | 29.6 | 22.8 | 6.0 | 23.58 |
| Febrero | 1970 | 1 | 96.0 | 151.0 | 122.0 | 23.7 | 124.30 | 97.0 | 142.2 | 110.5 | 24.0 | 113.08 | 49.8 | 79.4 | 65.5 | 12.3 | 66.64 |
| Marzo | 1970 | 2 | 94.0 | 245.0 | 189.5 | 23.2 | 190.89 | 69.0 | 211.2 | 157.3 | 17.0 | 158.22 | 167.0 | 246.4 | 209.1 | 41.3 | 213.14 |
| Marzo | 1970 | 3 | 54.0 | 299.0 | 206.0 | 13.3 | 206.41 | 65.4 | 276.6 | 189.4 | 16.2 | 190.09 | 40.2 | 286.6 | 213.4 | 9.9 | 213.63 |
| Marzo | 1970 | 4 | 0.6 | 299.6 | 167.4 | 0.2 | 167.36 | 0.0 | 276.6 | 154.4 | 0.0 | 154.40 | 15.9 | 302.5 | 186.5 | 3.9 | 186.54 |

Tabla 5.17 (Continuación 1) Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | MAIQUETÍA FAV | | | | | MAIQUETÍA INOS | | | | | MAMO INOS | | | | |
|-----------|------|-----|---------------|------------------|--------------|---------------|-----------|----------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Febrero | 1970 | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Febrero | 1970 | 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.3 | 0.95 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.38 |
| Febrero | 1970 | 17 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.29 | 0.0 | 1.0 | 0.8 | 0.0 | 0.79 | 0.0 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.32 |
| Febrero | 1970 | 18 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.24 | 0.8 | 1.8 | 1.4 | 0.2 | 1.38 | 0.0 | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.25 |
| Febrero | 1970 | 19 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.19 | 0.2 | 2.0 | 1.3 | 0.1 | 1.32 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 0.1 | 0.58 |
| Febrero | 1970 | 20 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.15 | 0.0 | 2.0 | 1.1 | 0.0 | 1.06 | 0.0 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.48 |
| Febrero | 1970 | 21 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.12 | 0.0 | 2.0 | 0.8 | 0.0 | 0.84 | 0.0 | 0.8 | 0.4 | 0.0 | 0.38 |
| Febrero | 1970 | 22 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.09 | 0.0 | 2.0 | 0.7 | 0.0 | 0.67 | 0.0 | 0.8 | 0.3 | 0.0 | 0.30 |
| Febrero | 1970 | 23 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.08 | 0.0 | 2.0 | 0.5 | 0.0 | 0.53 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.24 |
| Febrero | 1970 | 24 | 2.1 | 2.4 | 2.0 | 0.5 | 2.07 | 0.2 | 2.2 | 0.6 | 0.1 | 0.60 | 0.6 | 1.4 | 0.7 | 0.2 | 0.76 |
| Febrero | 1970 | 25 | 0.0 | 2.4 | 1.7 | 0.0 | 1.71 | 0.0 | 2.2 | 0.5 | 0.0 | 0.49 | 0.0 | 1.4 | 0.6 | 0.0 | 0.63 |
| Febrero | 1970 | 26 | 0.0 | 2.4 | 1.4 | 0.0 | 1.36 | 0.0 | 2.2 | 0.4 | 0.0 | 0.39 | 0.0 | 1.4 | 0.5 | 0.0 | 0.50 |
| Febrero | 1970 | 27 | 0.0 | 2.4 | 1.1 | 0.0 | 1.08 | 0.0 | 2.2 | 0.3 | 0.0 | 0.31 | 0.0 | 1.4 | 0.4 | 0.0 | 0.39 |
| Febrero | 1970 | 28 | 1.6 | 4.0 | 2.3 | 0.4 | 2.36 | 28.0 | 30.2 | 26.1 | 6.9 | 26.98 | 14.6 | 16.0 | 13.8 | 3.6 | 14.25 |
| Febrero | 1970 | 1 | 27.3 | 31.3 | 27.1 | 6.7 | 27.95 | 63.8 | 94.0 | 81.3 | 15.8 | 82.78 | 30.8 | 46.8 | 40.3 | 7.6 | 40.96 |
| Marzo | 1970 | 2 | 91.9 | 123.2 | 108.0 | 22.7 | 110.35 | 127.0 | 221.0 | 185.6 | 31.4 | 188.22 | 146.0 | 192.8 | 168.5 | 36.1 | 172.35 |
| Marzo | 1970 | 3 | 89.7 | 212.9 | 174.1 | 22.2 | 175.52 | 26.6 | 247.6 | 179.7 | 6.6 | 179.77 | 39.7 | 232.5 | 179.4 | 9.8 | 179.63 |
| Marzo | 1970 | 4 | 1.5 | 214.4 | 145.1 | 0.4 | 145.10 | 5.5 | 253.1 | 149.3 | 1.4 | 149.31 | 0.0 | 232.5 | 144.8 | 0.0 | 144.80 |

Tabla 5.17 (Continuación 2) Precipitaciones de trabajo para el evento de Febrero - Marzo 1970.

Evento de Agosto 1971

Este evento se registró en la estación Carayaca, fue de corta duración y propio de la temporada lluviosa en el país.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|--------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Agosto | 1971 | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 1971 | 13 | 17.6 | 17.6 | 16.2 | 4.3 | 16.76 |
| Agosto | 1971 | 14 | 0.0 | 17.6 | 14.0 | 0.0 | 14.00 |
| Agosto | 1971 | 15 | 46.0 | 63.6 | 53.5 | 11.4 | 54.70 |
| Agosto | 1971 | 16 | 3.4 | 67.0 | 48.4 | 0.8 | 48.41 |
| Agosto | 1971 | 17 | 0.0 | 67.0 | 38.7 | 0.0 | 38.70 |
| Agosto | 1971 | 18 | 6.0 | 73.0 | 36.2 | 1.5 | 36.23 |
| Agosto | 1971 | 19 | 0.0 | 73.0 | 29.1 | 0.0 | 29.10 |
| Agosto | 1971 | 20 | 0.0 | 73.0 | 23.1 | 0.0 | 23.10 |
| Agosto | 1971 | 21 | 0.0 | 73.0 | 18.3 | 0.0 | 18.30 |
| Agosto | 1971 | 22 | 0.4 | 73.4 | 14.9 | 0.1 | 14.90 |
| Agosto | 1971 | 23 | 2.8 | 76.2 | 14.5 | 0.7 | 14.52 |
| Agosto | 1971 | 24 | 0.0 | 76.2 | 11.6 | 0.0 | 11.60 |
| Agosto | 1971 | 25 | 92.5 | 168.7 | 94.6 | 22.9 | 97.33 |
| Agosto | 1971 | 26 | 72.5 | 241.2 | 147.6 | 17.9 | 148.68 |
| Agosto | 1971 | 27 | 9.0 | 250.2 | 129.9 | 2.2 | 129.92 |

Tabla 5.18 Precipitaciones de trabajo para el evento de Agosto 1971.

Evento de Mayo 1972

Se registró en las estaciones Corralito y Petaquire Dique, ocurrió a finales de la temporada seca del país.

| ESTACIÓN: | | | CORRALITO | | | | | PETAQUIRE DIQUE | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Abril | 1972 | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Abril | 1972 | 13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 0.6 | 2.28 |
| Abril | 1972 | 14 | 8.3 | 8.3 | 7.7 | 2.1 | 7.98 | 18.2 | 20.6 | 18.7 | 4.5 | 19.23 |
| Abril | 1972 | 15 | 16.1 | 24.4 | 21.4 | 4.0 | 21.77 | 13.9 | 34.5 | 28.8 | 3.4 | 29.00 |
| Abril | 1972 | 16 | 0.0 | 24.4 | 18.0 | 0.0 | 18.00 | 0.0 | 34.5 | 23.7 | 0.0 | 23.70 |
| Abril | 1972 | 17 | 0.2 | 24.6 | 14.5 | 0.0 | 14.50 | 0.0 | 34.5 | 18.8 | 0.0 | 18.80 |
| Abril | 1972 | 18 | 5.4 | 30.0 | 16.5 | 1.3 | 16.55 | 13.5 | 48.0 | 27.4 | 3.3 | 27.60 |
| Abril | 1972 | 19 | 19.5 | 49.5 | 31.4 | 4.8 | 31.76 | 4.6 | 52.6 | 26.8 | 1.1 | 26.82 |
| Abril | 1972 | 20 | 3.4 | 52.9 | 29.3 | 0.8 | 29.31 | 12.2 | 64.8 | 32.8 | 3.0 | 32.94 |
| Abril | 1972 | 21 | 0.0 | 52.9 | 23.4 | 0.0 | 23.40 | 0.0 | 64.8 | 26.8 | 0.0 | 26.80 |
| Abril | 1972 | 22 | 19.7 | 72.6 | 36.8 | 4.9 | 37.12 | 4.8 | 69.6 | 25.7 | 1.2 | 25.73 |
| Abril | 1972 | 23 | 11.3 | 83.9 | 40.8 | 2.8 | 40.90 | 3.0 | 72.6 | 23.5 | 0.7 | 23.51 |
| Abril | 1972 | 24 | 2.7 | 86.6 | 35.6 | 0.7 | 35.61 | 1.5 | 74.1 | 20.2 | 0.4 | 20.20 |
| Abril | 1972 | 25 | 72.3 | 158.9 | 95.1 | 17.9 | 96.77 | 40.7 | 114.8 | 53.7 | 10.1 | 54.64 |
| Abril | 1972 | 26 | 3.5 | 162.4 | 83.2 | 0.9 | 83.20 | 1.9 | 116.7 | 46.8 | 0.5 | 46.80 |
| Abril | 1972 | 27 | 29.0 | 191.4 | 93.0 | 7.2 | 93.28 | 6.7 | 123.4 | 43.5 | 1.7 | 43.53 |
| Abril | 1972 | 28 | 22.8 | 214.2 | 96.6 | 5.6 | 96.76 | 25.4 | 148.8 | 58.4 | 6.3 | 58.74 |
| Abril | 1972 | 29 | 0.6 | 214.8 | 78.6 | 0.1 | 78.60 | 0.0 | 148.8 | 47.9 | 0.0 | 47.90 |
| Abril | 1972 | 30 | 26.1 | 240.9 | 86.5 | 6.4 | 86.74 | 17.6 | 166.4 | 54.2 | 4.3 | 54.37 |
| Mayo | 1972 | 1 | 9.5 | 250.4 | 79.0 | 2.3 | 79.03 | 18.9 | 185.3 | 61.6 | 4.7 | 61.78 |
| Mayo | 1972 | 2 | 0.4 | 250.8 | 63.7 | 0.1 | 63.70 | 4.2 | 189.5 | 53.9 | 1.0 | 53.91 |
| Mayo | 1972 | 3 | 16.4 | 267.2 | 65.7 | 4.1 | 65.83 | 26.3 | 215.8 | 67.3 | 6.5 | 67.61 |
| Mayo | 1972 | 4 | 10.4 | 277.6 | 62.8 | 2.6 | 62.85 | 8.8 | 224.6 | 63.2 | 2.2 | 63.24 |
| Mayo | 1972 | 5 | 9.4 | 287.0 | 59.1 | 2.3 | 59.14 | 4.4 | 229.0 | 54.7 | 1.1 | 54.71 |

Tabla 5.19 Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril - Mayo 1972.

Evento de Noviembre 1973

Es un evento corto de la estación Carayaca, con precipitaciones antecedente poco significativas. Las precipitaciones registradas alcanzaron importantes valores con 110 mm, en un solo día.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Octubre | 1973 | 24 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 0.5 | 1.9 |
| Octubre | 1973 | 25 | 0.0 | 1.9 | 1.5 | 0.0 | 1.5 |
| Octubre | 1973 | 26 | 0.0 | 1.9 | 1.2 | 0.0 | 1.2 |
| Octubre | 1973 | 27 | 0.0 | 1.9 | 1.0 | 0.0 | 1.0 |
| Octubre | 1973 | 28 | 0.4 | 2.3 | 1.1 | 0.1 | 1.1 |
| Octubre | 1973 | 29 | 0.0 | 2.3 | 0.9 | 0.0 | 0.9 |
| Octubre | 1973 | 30 | 0.0 | 2.3 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| Octubre | 1973 | 31 | 7.1 | 9.4 | 7.1 | 1.8 | 7.3 |
| Noviembre | 1973 | 1 | 0.0 | 9.4 | 6.1 | 0.0 | 6.10 |
| Noviembre | 1973 | 2 | 4.1 | 13.5 | 8.6 | 1.0 | 8.66 |
| Noviembre | 1973 | 3 | 0.0 | 13.5 | 7.1 | 0.0 | 7.10 |
| Noviembre | 1973 | 4 | 0.4 | 13.9 | 6.0 | 0.1 | 6.00 |
| Noviembre | 1973 | 5 | 0.0 | 13.9 | 4.8 | 0.0 | 4.80 |
| Noviembre | 1973 | 6 | 1.7 | 15.6 | 5.4 | 0.4 | 5.41 |
| Noviembre | 1973 | 7 | 3.8 | 19.4 | 7.9 | 0.9 | 7.95 |
| Noviembre | 1973 | 8 | 0.6 | 20.0 | 7.0 | 0.1 | 7.00 |
| Noviembre | 1973 | 9 | 1.6 | 21.6 | 7.1 | 0.4 | 7.11 |
| Noviembre | 1973 | 10 | 0.7 | 22.3 | 6.4 | 0.2 | 6.40 |
| Noviembre | 1973 | 11 | 12.9 | 35.2 | 17.0 | 3.2 | 17.30 |
| Noviembre | 1973 | 12 | 6.7 | 41.9 | 20.5 | 1.7 | 20.57 |
| Noviembre | 1973 | 13 | 0.6 | 42.5 | 17.2 | 0.1 | 17.20 |
| Noviembre | 1973 | 14 | 109.6 | 152.1 | 114.8 | 27.1 | 117.96 |
| Noviembre | 1973 | 15 | 33.0 | 185.1 | 128.3 | 8.2 | 128.56 |
| Noviembre | 1973 | 16 | 9.4 | 194.5 | 112.5 | 2.3 | 112.52 |

Tabla 5.20 Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 1973.

Evento de Abril 1981

Este evento tuvo una duración aproximadamente de 2 semanas. En las siguientes tablas se muestran las precipitaciones de trabajo para las estaciones que lo registraron.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | CAGIGAL | | | | | CARAYACA | | | | | CORRALITO | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Abril | 1981 | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 8.4 | 8.4 | 7.7 | 2.1 | 7.98 | 2.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.05 |
| Abril | 1981 | 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 6.8 | 15.2 | 12.9 | 1.7 | 13.01 | 1.7 | 15.4 | 15.6 | 14.4 | 3.80 |
| Abril | 1981 | 6 | 0.4 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.10 | 5.0 | 20.2 | 15.3 | 1.2 | 15.35 | 1.2 | 1.8 | 17.4 | 14.0 | 0.44 |
| Abril | 1981 | 7 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 7.2 | 27.4 | 19.1 | 1.8 | 19.18 | 1.8 | 11.4 | 28.8 | 21.8 | 2.82 |
| Abril | 1981 | 8 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 6.0 | 33.4 | 21.1 | 1.5 | 21.15 | 1.5 | 3.8 | 32.6 | 21.5 | 0.94 |
| Abril | 1981 | 9 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 3.4 | 36.8 | 20.3 | 0.8 | 20.32 | 0.8 | 2.4 | 35.0 | 19.5 | 0.59 |
| Abril | 1981 | 10 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.16 | 0.0 | 36.8 | 16.3 | 0.0 | 16.30 | 0.0 | 0.4 | 35.4 | 16.0 | 0.10 |
| Abril | 1981 | 11 | 1.1 | 1.5 | 1.1 | 0.3 | 1.17 | 0.4 | 37.2 | 13.3 | 0.1 | 13.30 | 0.1 | 4.8 | 40.2 | 17.1 | 1.19 |
| Abril | 1981 | 12 | 2.0 | 3.5 | 2.8 | 0.5 | 2.86 | 3.4 | 40.6 | 13.7 | 0.8 | 13.72 | 0.8 | 1.2 | 41.4 | 15.0 | 0.30 |
| Abril | 1981 | 13 | 26.1 | 29.6 | 26.4 | 6.5 | 27.22 | 5.6 | 46.2 | 16.3 | 1.4 | 16.36 | 1.4 | 6.8 | 48.2 | 18.3 | 1.68 |
| Abril | 1981 | 14 | 13.1 | 42.7 | 34.7 | 3.2 | 34.82 | 6.0 | 52.2 | 18.8 | 1.5 | 18.86 | 1.5 | 2.2 | 50.4 | 16.9 | 0.54 |
| Abril | 1981 | 15 | 8.4 | 51.1 | 36.1 | 2.1 | 36.13 | 7.6 | 59.8 | 22.3 | 1.9 | 22.38 | 1.9 | 13.0 | 63.4 | 25.6 | 3.21 |
| Abril | 1981 | 16 | 7.5 | 58.6 | 36.1 | 1.9 | 36.12 | 19.0 | 78.8 | 35.7 | 4.7 | 36.01 | 4.7 | 14.8 | 78.2 | 34.8 | 3.66 |
| Abril | 1981 | 17 | 0.3 | 58.9 | 29.4 | 0.1 | 29.37 | 32.2 | 111.0 | 59.2 | 8.0 | 59.74 | 8.0 | 69.4 | 147.6 | 92.5 | 17.15 |
| Abril | 1981 | 18 | 6.1 | 65.0 | 29.0 | 1.5 | 28.99 | 9.6 | 120.6 | 57.8 | 2.4 | 57.85 | 2.4 | 5.0 | 152.6 | 82.3 | 1.24 |
| Abril | 1981 | 19 | 12.0 | 77.0 | 34.4 | 3.0 | 34.56 | 6.8 | 127.4 | 52.8 | 1.7 | 52.83 | 1.7 | 22.4 | 175.0 | 86.3 | 5.53 |
| Abril | 1981 | 20 | 4.7 | 81.7 | 32.4 | 1.2 | 32.42 | 56.4 | 183.8 | 94.3 | 13.9 | 95.32 | 13.9 | 47.4 | 222.4 | 113.6 | 11.71 |
| Abril | 1981 | 21 | 7.3 | 89.0 | 32.7 | 1.8 | 32.79 | 36.8 | 220.6 | 112.3 | 9.1 | 112.67 | 9.1 | 31.8 | 254.2 | 122.4 | 7.86 |
| Abril | 1981 | 22 | 41.2 | 130.2 | 64.4 | 10.2 | 65.24 | 1.0 | 221.6 | 92.3 | 0.2 | 92.30 | 0.2 | 4.4 | 258.6 | 103.2 | 1.09 |
| Abril | 1981 | 23 | 12.0 | 142.2 | 64.8 | 3.0 | 64.82 | 32.6 | 254.2 | 103.4 | 8.1 | 103.72 | 8.1 | 50.8 | 309.4 | 129.0 | 12.55 |
| Abril | 1981 | 24 | 59.9 | 202.1 | 107.4 | 14.8 | 108.41 | 32.8 | 287.0 | 114.3 | 8.1 | 114.59 | 8.1 | 37.6 | 347.0 | 140.2 | 9.29 |
| Abril | 1981 | 25 | 0.9 | 203.0 | 89.8 | 0.2 | 89.75 | 35.4 | 322.4 | 125.4 | 8.7 | 125.70 | 8.7 | 55.2 | 402.2 | 164.5 | 13.64 |
| Abril | 1981 | 26 | 0.2 | 203.2 | 71.5 | 0.1 | 71.47 | 30.5 | 352.9 | 129.9 | 7.5 | 130.12 | 7.5 | 8.6 | 410.8 | 141.9 | 2.12 |
| Abril | 1981 | 27 | 1.4 | 204.6 | 58.0 | 0.4 | 58.03 | 0.0 | 352.9 | 104.9 | 0.0 | 104.90 | 0.0 | 1.8 | 412.6 | 114.8 | 0.44 |

Tabla 5.21 Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril 1981.

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| ESTACIÓN: | | | MACUTO | | | | | MAIQUETÍA FAV | | | | | PETAQUIRE DIQUE | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|---------------|------------------|--------------|---------------|-----------|-----------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Abril | 1981 | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.05 |
| Abril | 1981 | 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 3.5 | 3.5 | 3.2 | 0.9 | 3.34 | 45.0 | 45.0 | 41.5 | 11.1 | 3.80 |
| Abril | 1981 | 6 | 6.4 | 6.4 | 5.9 | 1.6 | 6.11 | 3.4 | 6.9 | 5.9 | 0.8 | 5.97 | 0.2 | 45.2 | 35.9 | 0.1 | 0.44 |
| Abril | 1981 | 7 | 10.6 | 17.0 | 14.9 | 2.6 | 15.13 | 12.4 | 19.3 | 16.3 | 3.1 | 16.62 | 9.8 | 55.0 | 37.6 | 2.4 | 2.82 |
| Abril | 1981 | 8 | 14.2 | 31.2 | 25.5 | 3.5 | 25.74 | 0.1 | 19.4 | 13.8 | 0.0 | 13.83 | 1.8 | 56.8 | 32.1 | 0.4 | 0.94 |
| Abril | 1981 | 9 | 0.0 | 31.2 | 21.1 | 0.0 | 21.10 | 0.1 | 19.5 | 11.1 | 0.0 | 11.07 | 1.8 | 58.6 | 27.2 | 0.4 | 0.59 |
| Abril | 1981 | 10 | 0.0 | 31.2 | 16.8 | 0.0 | 16.80 | 0.0 | 19.5 | 8.8 | 0.0 | 8.79 | 0.2 | 58.8 | 21.9 | 0.1 | 0.10 |
| Abril | 1981 | 11 | 0.0 | 31.2 | 13.3 | 0.0 | 13.30 | 0.0 | 19.5 | 7.0 | 0.0 | 6.98 | 4.4 | 63.2 | 21.5 | 1.1 | 1.19 |
| Abril | 1981 | 12 | 16.8 | 48.0 | 26.1 | 4.2 | 26.44 | 51.4 | 70.9 | 53.0 | 12.7 | 54.46 | 0.2 | 63.4 | 17.5 | 0.1 | 0.30 |
| Abril | 1981 | 13 | 9.6 | 57.6 | 30.6 | 2.4 | 30.69 | 48.7 | 119.6 | 90.1 | 12.0 | 90.92 | 6.8 | 70.2 | 20.2 | 1.7 | 1.68 |
| Abril | 1981 | 14 | 25.4 | 83.0 | 48.3 | 6.3 | 48.71 | 24.6 | 144.2 | 97.2 | 6.1 | 97.41 | 4.0 | 74.2 | 20.1 | 1.0 | 0.54 |
| Abril | 1981 | 15 | 11.4 | 94.4 | 50.4 | 2.8 | 50.48 | 0.9 | 145.1 | 79.5 | 0.2 | 79.50 | 12.6 | 86.8 | 27.8 | 3.1 | 3.21 |
| Abril | 1981 | 16 | 21.6 | 116.0 | 60.6 | 5.3 | 60.83 | 3.5 | 148.6 | 66.4 | 0.9 | 66.40 | 17.8 | 104.6 | 39.3 | 4.4 | 3.66 |
| Abril | 1981 | 17 | 8.2 | 124.2 | 57.0 | 2.0 | 57.04 | 39.9 | 188.5 | 89.7 | 9.9 | 90.25 | 43.8 | 148.4 | 72.7 | 10.8 | 17.15 |
| Abril | 1981 | 18 | 30.6 | 154.8 | 74.0 | 7.6 | 74.39 | 0.0 | 188.5 | 73.7 | 0.0 | 73.66 | 0.8 | 149.2 | 61.1 | 0.2 | 1.24 |
| Abril | 1981 | 19 | 1.6 | 156.4 | 62.1 | 0.4 | 62.10 | 30.1 | 218.6 | 86.2 | 7.4 | 86.55 | 34.6 | 183.8 | 80.5 | 8.6 | 5.53 |
| Abril | 1981 | 20 | 53.8 | 210.2 | 99.0 | 13.3 | 99.89 | 7.4 | 226.0 | 77.1 | 1.8 | 77.14 | 75.8 | 259.6 | 135.9 | 18.7 | 11.71 |
| Abril | 1981 | 21 | 28.0 | 238.2 | 107.7 | 6.9 | 107.92 | 0.6 | 226.6 | 62.2 | 0.2 | 62.22 | 26.8 | 286.4 | 137.3 | 6.6 | 7.86 |
| Abril | 1981 | 22 | 27.6 | 265.8 | 112.7 | 6.8 | 112.90 | 4.1 | 230.7 | 53.2 | 1.0 | 53.21 | 24.2 | 310.6 | 132.9 | 6.0 | 1.09 |
| Abril | 1981 | 23 | 0.2 | 266.0 | 91.3 | 0.0 | 91.30 | 1.8 | 232.5 | 44.1 | 0.4 | 44.14 | 46.6 | 357.2 | 150.0 | 11.5 | 12.55 |
| Abril | 1981 | 24 | 58.8 | 324.8 | 126.7 | 14.5 | 127.53 | 30.3 | 262.8 | 63.1 | 7.5 | 63.54 | 35.0 | 392.2 | 154.2 | 8.7 | 9.29 |
| Abril | 1981 | 25 | 43.6 | 368.4 | 144.4 | 10.8 | 144.80 | 1.6 | 264.4 | 53.4 | 0.4 | 53.42 | 27.0 | 419.2 | 149.4 | 6.7 | 13.64 |
| Abril | 1981 | 26 | 0.2 | 368.6 | 117.5 | 0.0 | 117.50 | 0.0 | 264.4 | 42.5 | 0.0 | 42.50 | 7.6 | 426.8 | 127.3 | 1.9 | 2.12 |
| Abril | 1981 | 27 | 0.0 | 368.6 | 93.3 | 0.0 | 93.30 | 3.1 | 267.5 | 36.6 | 0.8 | 36.60 | 0.4 | 427.2 | 101.9 | 0.1 | 0.44 |

Tabla 5.22 (Continuación) Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril 1981.

Evento de Diciembre 1985

Las precipitaciones antecedentes en este evento, para la estación Carayaca, son poco significativas, con una sola precipitación importante de 114 mm para el día 4 de diciembre.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Noviembre | 1985 | 15 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Noviembre | 1985 | 16 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 0.6 | 2.3 |
| Noviembre | 1985 | 17 | 2.8 | 5.2 | 4.5 | 0.7 | 4.6 |
| Noviembre | 1985 | 18 | 0 | 5.2 | 3.7 | 0.0 | 3.7 |
| Noviembre | 1985 | 19 | 0.4 | 5.6 | 3.3 | 0.1 | 3.3 |
| Noviembre | 1985 | 20 | 1.6 | 7.2 | 4.1 | 0.4 | 4.1 |
| Noviembre | 1985 | 21 | 3 | 10.2 | 6.2 | 0.7 | 6.2 |
| Noviembre | 1985 | 22 | 0 | 10.2 | 5.1 | 0.0 | 5.1 |
| Noviembre | 1985 | 23 | 0.0 | 10.2 | 4.0 | 0.0 | 4.00 |
| Noviembre | 1985 | 24 | 4.4 | 14.6 | 7.3 | 1.1 | 7.38 |
| Noviembre | 1985 | 25 | 7.4 | 22.0 | 12.9 | 1.8 | 13.02 |
| Noviembre | 1985 | 26 | 14.8 | 36.8 | 24.3 | 3.7 | 24.58 |
| Noviembre | 1985 | 27 | 0.4 | 37.2 | 20.6 | 0.1 | 20.60 |
| Noviembre | 1985 | 28 | 4.0 | 41.2 | 20.0 | 1.0 | 20.02 |
| Noviembre | 1985 | 29 | 1.0 | 42.2 | 17.1 | 0.2 | 17.10 |
| Noviembre | 1985 | 30 | 4.6 | 46.8 | 17.9 | 1.1 | 17.93 |
| Diciembre | 1985 | 1 | 2.4 | 49.2 | 16.7 | 0.6 | 16.71 |
| Diciembre | 1985 | 2 | 3.0 | 52.2 | 16.1 | 0.7 | 16.12 |
| Diciembre | 1985 | 3 | 14.0 | 66.2 | 25.9 | 3.5 | 26.14 |
| Diciembre | 1985 | 4 | 119.0 | 185.2 | 131.2 | 29.4 | 134.45 |
| Diciembre | 1985 | 5 | 2.2 | 187.4 | 113.5 | 0.5 | 113.50 |
| Diciembre | 1985 | 6 | 5.6 | 193.0 | 95.4 | 1.4 | 95.41 |
| Diciembre | 1985 | 7 | 2.6 | 195.6 | 78.4 | 0.6 | 78.40 |
| Diciembre | 1985 | 8 | 3.0 | 198.6 | 65.2 | 0.7 | 65.20 |

Tabla 5.23 Precipitaciones de trabajo para el evento de Diciembre 1985.

Evento de Agosto 1988

Se registró en la estación Carayaca. Está conformado por una serie lluviosa donde las tres precipitaciones importantes se encuentran al inicio, intermedio y final de la serie.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|--------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Julio | 1988 | 29 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| Julio | 1988 | 30 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| Julio | 1988 | 31 | 18.2 | 18.3 | 16.9 | 4.5 | 17.5 |
| Agosto | 1988 | 1 | 4.7 | 23.0 | 18.8 | 1.2 | 18.8 |
| Agosto | 1988 | 2 | 64.2 | 87.2 | 74.5 | 15.9 | 76.2 |
| Agosto | 1988 | 3 | 1.3 | 88.5 | 64.2 | 0.3 | 64.2 |
| Agosto | 1988 | 4 | 0.0 | 88.5 | 51.1 | 0.0 | 51.1 |
| Agosto | 1988 | 5 | 19.3 | 107.8 | 58.3 | 4.8 | 58.5 |
| Agosto | 1988 | 6 | 9.0 | 116.8 | 55.8 | 2.2 | 55.84 |
| Agosto | 1988 | 7 | 2.5 | 119.3 | 47.1 | 0.6 | 47.10 |
| Agosto | 1988 | 8 | 8.8 | 128.1 | 45.7 | 2.2 | 45.75 |
| Agosto | 1988 | 9 | 56.0 | 184.1 | 88.5 | 13.8 | 89.57 |
| Agosto | 1988 | 10 | 2.6 | 186.7 | 76.1 | 0.6 | 76.10 |
| Agosto | 1988 | 11 | 0.0 | 186.7 | 60.5 | 0.0 | 60.50 |
| Agosto | 1988 | 12 | 15.5 | 202.2 | 62.3 | 3.8 | 62.42 |
| Agosto | 1988 | 13 | 12.8 | 215.0 | 62.2 | 3.2 | 62.28 |
| Agosto | 1988 | 14 | 0.8 | 215.8 | 50.9 | 0.2 | 50.90 |
| Agosto | 1988 | 15 | 8.6 | 224.4 | 48.4 | 2.1 | 48.45 |
| Agosto | 1988 | 16 | 6.6 | 231.0 | 45.0 | 1.6 | 45.03 |
| Agosto | 1988 | 17 | 13.6 | 244.6 | 48.7 | 3.4 | 48.82 |
| Agosto | 1988 | 18 | 0.6 | 245.2 | 40.0 | 0.1 | 40.00 |
| Agosto | 1988 | 19 | 9.3 | 254.5 | 40.4 | 2.3 | 40.47 |
| Agosto | 1988 | 20 | 0.4 | 254.9 | 33.0 | 0.1 | 33.00 |
| Agosto | 1988 | 21 | 31.5 | 286.4 | 55.3 | 7.8 | 55.85 |

Tabla 5.24 Precipitaciones de trabajo para el evento de Agosto 1988.

Evento de Mayo 1990

Se registró en la estación Carayaca, al igual que otros de los eventos descritos, ocurrió finalizando la temporada seca del país.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Abril | 1990 | 13 | 2.2 | 2.2 | 2.0 | 0.5 | 2.1 |
| Abril | 1990 | 14 | 0.3 | 2.5 | 2.0 | 0.1 | 2.0 |
| Abril | 1990 | 15 | 0.0 | 2.5 | 1.6 | 0.0 | 1.6 |
| Abril | 1990 | 16 | 0.0 | 2.5 | 1.3 | 0.0 | 1.3 |
| Abril | 1990 | 17 | 0.6 | 3.1 | 1.6 | 0.1 | 1.6 |
| Abril | 1990 | 18 | 0.3 | 3.4 | 1.6 | 0.1 | 1.6 |
| Abril | 1990 | 19 | 0.0 | 3.4 | 1.3 | 0.0 | 1.3 |
| Abril | 1990 | 20 | 0.2 | 3.6 | 1.2 | 0.0 | 1.2 |
| Abril | 1990 | 21 | 3.4 | 7.0 | 4.1 | 0.8 | 4.18 |
| Abril | 1990 | 22 | 0.2 | 7.2 | 3.6 | 0.0 | 3.60 |
| Abril | 1990 | 23 | 1.2 | 8.4 | 4.0 | 0.3 | 4.01 |
| Abril | 1990 | 24 | 4.2 | 12.6 | 7.1 | 1.0 | 7.17 |
| Abril | 1990 | 25 | 6.3 | 18.9 | 11.7 | 1.6 | 11.81 |
| Abril | 1990 | 26 | 1.1 | 20.0 | 10.7 | 0.3 | 10.70 |
| Abril | 1990 | 27 | 8.9 | 28.9 | 16.8 | 2.2 | 16.94 |
| Abril | 1990 | 28 | 6.3 | 35.2 | 19.7 | 1.6 | 19.76 |
| Abril | 1990 | 29 | 61.7 | 96.9 | 72.9 | 15.2 | 74.47 |
| Abril | 1990 | 30 | 46.2 | 143.1 | 104.3 | 11.4 | 104.92 |
| Mayo | 1990 | 1 | 2.6 | 145.7 | 88.0 | 0.6 | 88.00 |
| Mayo | 1990 | 2 | 40.9 | 186.6 | 107.8 | 10.1 | 108.27 |
| Mayo | 1990 | 3 | 9.3 | 195.9 | 96.6 | 2.3 | 96.63 |
| Mayo | 1990 | 4 | 13.9 | 209.8 | 90.1 | 3.4 | 90.16 |
| Mayo | 1990 | 5 | 11.3 | 221.1 | 82.8 | 2.8 | 82.85 |
| Mayo | 1990 | 6 | 2.1 | 223.2 | 68.3 | 0.5 | 68.30 |

Tabla 5.25 Precipitaciones de trabajo para el evento de Abril - Mayo 1990.

Evento de Noviembre de 1991

Este evento se registró en las estaciones Carayaca y Maiquetía FAV, las precipitaciones en la estación Carayaca se distribuyeron a lo largo de la serie, en cambio en Maiquetía FAV se ubicaron al final de ésta.

| ESTACIÓN: | | | CARAYACA | | | | | MAIQUETÍA FAV | | | | |
|-----------|------|-----|-----------|------------------|--------------|---------------|-----------|---------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| MES | AÑO | DÍA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA | PREC (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PT (72) (mm) | PT (1.5) (mm) | DISTANCIA |
| Noviembre | 1991 | 1 | 23.3 | 23.3 | 21.5 | 5.8 | 22.27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Noviembre | 1991 | 2 | 65.3 | 88.6 | 78.7 | 16.1 | 80.33 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.51 |
| Noviembre | 1991 | 3 | 29.9 | 118.5 | 94.1 | 7.4 | 94.39 | 10.2 | 10.7 | 9.8 | 2.5 | 10.11 |
| Noviembre | 1991 | 4 | 21.0 | 139.5 | 95.9 | 5.2 | 96.04 | 11.1 | 21.8 | 18.7 | 2.7 | 18.89 |
| Noviembre | 1991 | 5 | 1.5 | 141.0 | 78.8 | 0.4 | 78.80 | 0.0 | 21.8 | 15.5 | 0.0 | 15.50 |
| Noviembre | 1991 | 6 | 0.0 | 141.0 | 62.6 | 0.0 | 62.60 | 0.0 | 21.8 | 12.3 | 0.0 | 12.30 |
| Noviembre | 1991 | 7 | 0.0 | 141.0 | 49.7 | 0.0 | 49.70 | 0.9 | 22.7 | 10.6 | 0.2 | 10.60 |
| Noviembre | 1991 | 8 | 0.0 | 141.0 | 39.5 | 0.0 | 39.50 | 0.0 | 22.7 | 8.5 | 0.0 | 8.50 |
| Noviembre | 1991 | 9 | 5.7 | 146.7 | 36.6 | 1.4 | 36.63 | 0.0 | 22.7 | 6.7 | 0.0 | 6.70 |
| Noviembre | 1991 | 10 | 0.5 | 147.2 | 29.8 | 0.1 | 29.80 | 0.0 | 22.7 | 5.3 | 0.0 | 5.30 |
| Noviembre | 1991 | 11 | 0.0 | 147.2 | 23.7 | 0.0 | 23.70 | 0.0 | 22.7 | 4.2 | 0.0 | 4.20 |
| Noviembre | 1991 | 12 | 0.6 | 147.8 | 19.4 | 0.1 | 19.40 | 0.0 | 22.7 | 3.4 | 0.0 | 3.40 |
| Noviembre | 1991 | 13 | 6.6 | 154.4 | 21.5 | 1.6 | 21.56 | 0.0 | 22.7 | 2.7 | 0.0 | 2.70 |
| Noviembre | 1991 | 14 | 42.8 | 197.2 | 57.0 | 10.6 | 57.98 | 0.0 | 22.7 | 2.1 | 0.0 | 2.10 |
| Noviembre | 1991 | 15 | 0.0 | 197.2 | 47.8 | 0.0 | 47.80 | 18.9 | 41.6 | 19.1 | 4.7 | 19.67 |
| Noviembre | 1991 | 16 | 0.0 | 197.2 | 38.0 | 0.0 | 38.00 | 4.1 | 45.7 | 20.1 | 1.0 | 20.12 |
| Noviembre | 1991 | 17 | 1.7 | 198.9 | 31.7 | 0.4 | 31.70 | 0.7 | 46.4 | 16.9 | 0.2 | 16.90 |
| Noviembre | 1991 | 18 | 4.0 | 202.9 | 29.0 | 1.0 | 29.02 | 1.2 | 47.6 | 14.5 | 0.3 | 14.50 |
| Noviembre | 1991 | 19 | 5.7 | 208.6 | 28.5 | 1.4 | 28.53 | 41.6 | 89.2 | 50.0 | 10.3 | 51.05 |
| Noviembre | 1991 | 20 | 14.8 | 223.4 | 36.6 | 3.7 | 36.79 | 25.9 | 115.1 | 66.1 | 6.4 | 66.41 |
| Noviembre | 1991 | 21 | 1.9 | 225.3 | 31.7 | 0.5 | 31.70 | 39.6 | 154.7 | 90.6 | 9.8 | 91.13 |
| Noviembre | 1991 | 22 | 38.6 | 263.9 | 60.9 | 9.5 | 61.64 | 4.6 | 159.3 | 78.6 | 1.1 | 78.61 |
| Noviembre | 1991 | 23 | 20.0 | 283.9 | 69.2 | 4.9 | 69.37 | 38.7 | 198.0 | 98.4 | 9.6 | 98.87 |
| Noviembre | 1991 | 24 | 45.4 | 329.3 | 98.0 | 11.2 | 98.64 | 6.2 | 204.2 | 86.2 | 1.5 | 86.21 |

Tabla 5.26 Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 1991.

Evento de Noviembre 2001

Las precipitaciones en la estación Maiquetía FAV fueron de poca magnitud y ocurrieron finalizando el mes de Noviembre.

| MES | AÑO | DÍA | PRECIP. DIARIA (mm) | PREC. ACUM. (mm) | PW (72) (mm) | PW (1.5) (mm) | DISTANCIA |
|-----------|------|-----|---------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|
| Noviembre | 2001 | 7 | 5.8 | 5.8 | 5.4 | 1.4 | 5.6 |
| Noviembre | 2001 | 8 | 8.7 | 14.5 | 12.6 | 2.1 | 12.8 |
| Noviembre | 2001 | 9 | 0.0 | 14.5 | 10.6 | 0.0 | 10.6 |
| Noviembre | 2001 | 10 | 0.0 | 14.5 | 8.4 | 0.0 | 8.4 |
| Noviembre | 2001 | 11 | 0.0 | 14.5 | 6.7 | 0.0 | 6.7 |
| Noviembre | 2001 | 12 | 0.0 | 14.5 | 5.3 | 0.0 | 5.3 |
| Noviembre | 2001 | 13 | 0.0 | 14.5 | 4.2 | 0.0 | 4.2 |
| Noviembre | 2001 | 14 | 0.0 | 14.5 | 3.3 | 0.0 | 3.3 |
| Noviembre | 2001 | 15 | 0.0 | 14.5 | 2.6 | 0.0 | 2.60 |
| Noviembre | 2001 | 16 | 0.0 | 14.5 | 2.1 | 0.0 | 2.10 |
| Noviembre | 2001 | 17 | 0.0 | 14.5 | 1.7 | 0.0 | 1.70 |
| Noviembre | 2001 | 18 | 0.0 | 14.5 | 1.3 | 0.0 | 1.30 |
| Noviembre | 2001 | 19 | 0.0 | 14.5 | 1.0 | 0.0 | 1.00 |
| Noviembre | 2001 | 20 | 0.0 | 14.5 | 0.8 | 0.0 | 0.80 |
| Noviembre | 2001 | 21 | 0.0 | 14.5 | 0.7 | 0.0 | 0.70 |
| Noviembre | 2001 | 22 | 0.2 | 14.7 | 0.7 | 0.0 | 0.70 |
| Noviembre | 2001 | 23 | 3.4 | 18.1 | 3.7 | 0.8 | 3.79 |
| Noviembre | 2001 | 24 | 0.0 | 18.1 | 3.2 | 0.0 | 3.20 |
| Noviembre | 2001 | 25 | 0.4 | 18.5 | 2.9 | 0.1 | 2.90 |
| Noviembre | 2001 | 26 | 3.5 | 22.0 | 5.5 | 0.9 | 5.57 |
| Noviembre | 2001 | 27 | 50.3 | 72.3 | 51.0 | 12.4 | 52.49 |
| Noviembre | 2001 | 28 | 10.2 | 82.5 | 53.0 | 2.5 | 53.06 |
| Noviembre | 2001 | 29 | 23.5 | 106.0 | 64.4 | 5.8 | 64.66 |
| Noviembre | 2001 | 30 | 0.0 | 106.0 | 52.5 | 0.0 | 52.50 |

Tabla 5.27 Precipitaciones de trabajo para el evento de Noviembre 2001.

5.2.2.3 Definición de la Línea Crítica

Las precipitaciones del momento máximo o pico de los eventos analizados, se resume en la siguiente tabla.

| EVENTOS | AÑO | MES | ESTACIONES | Nº DÍAS DE PREC. CONT. HASTA DIA PICO | PRECIP. ACUM. (mm) | PRECIP. DÍA PICO (mm) | PT72 (mm) | PT1,5 (mm) |
|---------------|-----------|---------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|------------|
| CAUSANTES | 1951 | Febrero | Alto Ño León | 3 | 150.2 | 44.4 | 121.6 | 11.0 |
| | | | Cagigal | 3 | 100.9 | 18.7 | 84.7 | 4.6 |
| | | | El Infiernito | 3 | 518.3 | 17.9 | 374.7 | 31.3 |
| | | | Maiquetía INOS | 2 | 196.8 | 193.0 | 184.3 | 47.7 |
| | | | Subida Pico Ávila | 2 | 295.7 | 149.9 | 264.4 | 22.1 |
| | 1987 | Septiembre | Rancho Grande | 4 | 212.1 | 182.7 | 195.0 | 57.5 |
| | 1999 | Diciembre | Maiquetía FAV | 16 | 1197.7 | 410.4 | 787.7 | 101.4 |
| | | | Mamo | 5 | 276.9 | 138.9 | 208.9 | 10.5 |
| | 2005 | Febrero | Humboldt | 4 | 158.6 | 44.1 | 115.0 | 8.2 |
| | | | Macuto | 4 | 427.2 | 110.7 | 320.0 | 17.0 |
| Maiquetía FAV | | | 4 | 299.8 | 70.5 | 220.0 | 20.7 | |
| NO CAUSANTES | 1954 | Diciembre | Maiquetía INOS | 7 | 166.4 | 55.4 | 118.2 | 13.7 |
| | 1955 | Diciembre | Alto Ño León | 4 | 85.0 | 53.8 | 76.9 | 13.2 |
| | | | Macuto | 6 | 208.8 | 37.4 | 148.0 | 9.2 |
| | 1956 | Enero | Maiquetía INOS | 6 | 222.4 | 80.0 | 184.2 | 19.8 |
| | 1967 | Marzo | Carayaca | 4 | 174.6 | 27.0 | 126.7 | 6.7 |
| | | | Corralito | 4 | 112.6 | 18.6 | 83.0 | 4.6 |
| | 1970 | Feb - Mar | Alto Ño León | 4 | 125.0 | 43.3 | 97.3 | 10.7 |
| | | | Cagigal | 3 | 78.3 | 41.0 | 67.4 | 10.1 |
| | | | Carayaca | 4 | 318.2 | 61.8 | 236.0 | 15.3 |
| | | | Catía La Mar | 3 | 222.7 | 161.6 | 193.7 | 39.9 |
| | | | Corralito | 4 | 282.0 | 54.0 | 206.0 | 13.3 |
| | | | Macuto | 4 | 281.2 | 40.2 | 213.4 | 9.9 |
| | | | Maiquetía FAV | 4 | 210.5 | 89.7 | 179.1 | 12.5 |
| | | | Maiquetía INOS | 3 | 221.0 | 127.0 | 185.6 | 31.4 |
| | 1971 | Agosto | Mamo INOS | 4 | 232.5 | 39.7 | 179.4 | 9.8 |
| | | | Carayaca | 5 | 148.2 | 72.5 | 147.6 | 17.9 |
| | 1972 | Abril - Mayo | Corralito | 12 | 158.9 | 72.8 | 95.1 | 17.9 |
| | | | Petaquire Dique | 3 | 99.0 | 53.9 | 67.3 | 6.5 |
| | 1973 | Noviembre | Carayaca | 15 | 182.1 | 33.0 | 128.3 | 8.2 |
| | 1981 | Abril | Cagigal | 12 | 198.6 | 59.9 | 108.0 | 30.9 |
| | | | Carayaca | 15 | 315.7 | 30.5 | 129.9 | 7.5 |
| | | | Corralito | 12 | 305.6 | 55.2 | 164.5 | 13.6 |
| | | | Maiquetía FAV | 3 | 124.7 | 24.6 | 94.3 | 9.1 |
| | | | Macuto | 15 | 337.4 | 43.6 | 144.4 | 10.8 |
| | | | Petaquire Dique | 13 | 298.4 | 35.0 | 154.2 | 8.7 |
| | 1985 | Diciembre | Carayaca | 11 | 178 | 119.0 | 131.2 | 29.4 |
| | 1988 | Agosto | Carayaca | 10 | 184 | 56.0 | 88.5 | 13.8 |
| 1990 | Mayo | Carayaca | 13 | 184.1 | 40.9 | 107.8 | 10.1 | |
| 1991 | Noviembre | Carayaca | 8 | 132.0 | 45.4 | 98 | 11.2 | |
| | | Maiquetía FAV | 9 | 176.2 | 38.7 | 97.9 | 4.1 | |
| 2001 | Noviembre | Maiquetía FAV | 8 | 106 | 23.5 | 64.4 | 5.8 | |

Tabla 5.28 Precipitaciones de trabajo para los momentos picos de los eventos extremos.

Cada uno de estos eventos se representó en el Gráfico de Evaluación correspondiente al Método C (Figura 5.15).

En base a esta representación se propuso la Línea Crítica a usar en el Método C. Para ello se buscó el evento causante posicionado más a la izquierda del gráfico, el cual corresponde a Diciembre de 1999 en la estación Mamo Escuela Naval. Se descartaron los eventos de Alto Ño León 1951, Cagigal 1951 y Humboldt 2005 que no eran representativos, por estar alejados de la zona de mayor precipitación de sus eventos respectivos.

Finalmente se trazó la LC pasando por Mamo 1999, con una pendiente negativa de 45° , la cual corta el eje de las abscisas en 220 mm.

La línea sólo deja a la derecha a un evento no-causante, el de 1970, en las estaciones Catia la Mar, Carayaca y Macuto.

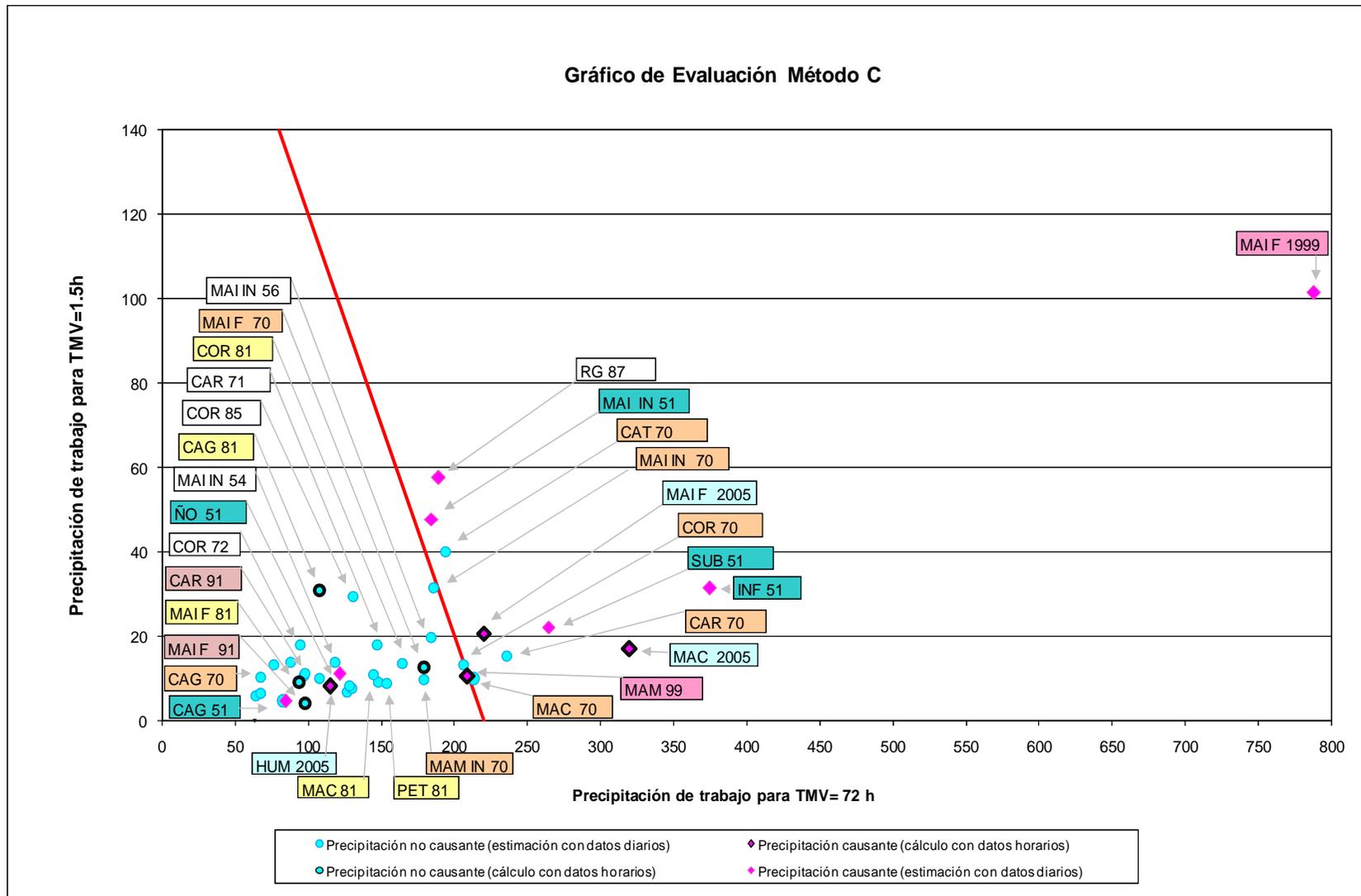


Figura 5.15 Gráfico de Evaluación de eventos extremos en el Litoral del Estado Vargas, usando el Método del Comité.

5.2.2.4 Análisis de las Líneas Serpientes en los eventos extremos

En esta sección se muestra el desplazamiento del punto representativo (Línea Serpiente) durante los eventos extremos descritos en la sección anterior, y se analiza su posición con respecto a la Línea Crítica propuesta.

Línea Serpiente para eventos causantes

Evento de Febrero 1951

Se puede observar en la figura 5.16 que durante este evento las estaciones Alto Ño León y Cagigal quedaron en la zona segura del gráfico, debido a que ambas registraron precipitaciones menos intensas en comparación con Maiquetía INOS, en cambio esta estación pasó la Línea Crítica el día 16, en el cual la precipitación fue de 193 mm.

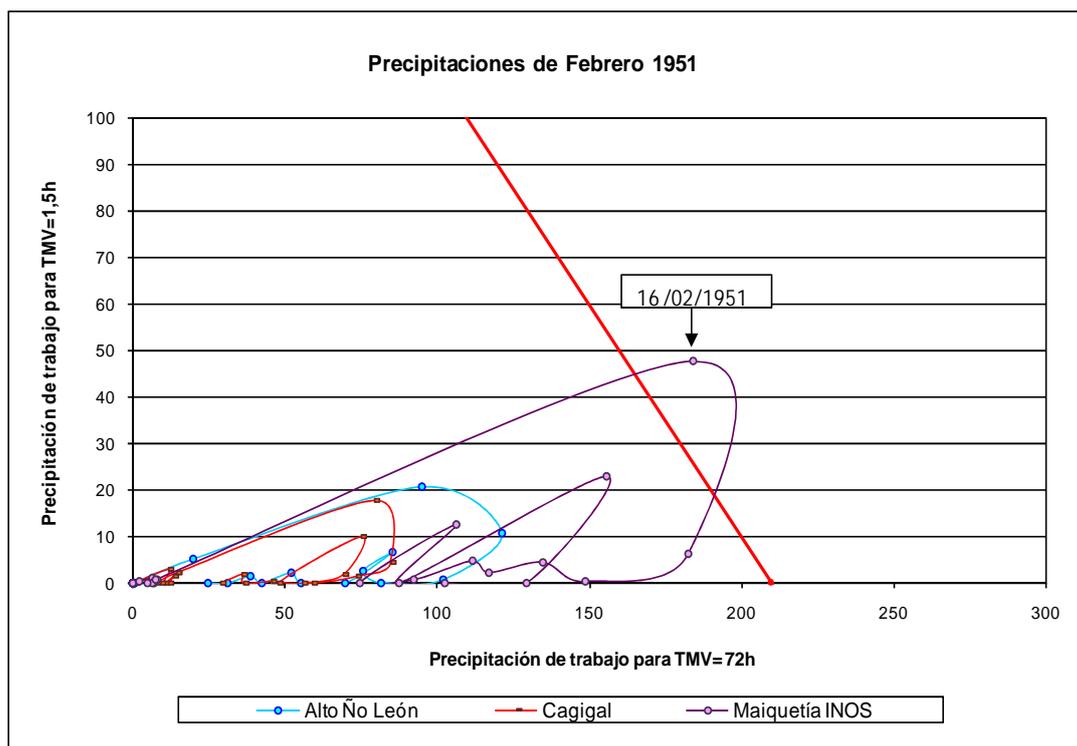


Figura 5.16 Líneas serpientes para Febrero 1951 (Varias estaciones).

El punto cumbre o máximo de la Línea Serpiente, en la estación Subida Pico Ávila, para el evento de 1951 (Figura 5.17) se adentra bastante en la zona insegura, debido a la magnitud que tuvieron las precipitaciones, durante los dos días que duró este evento.

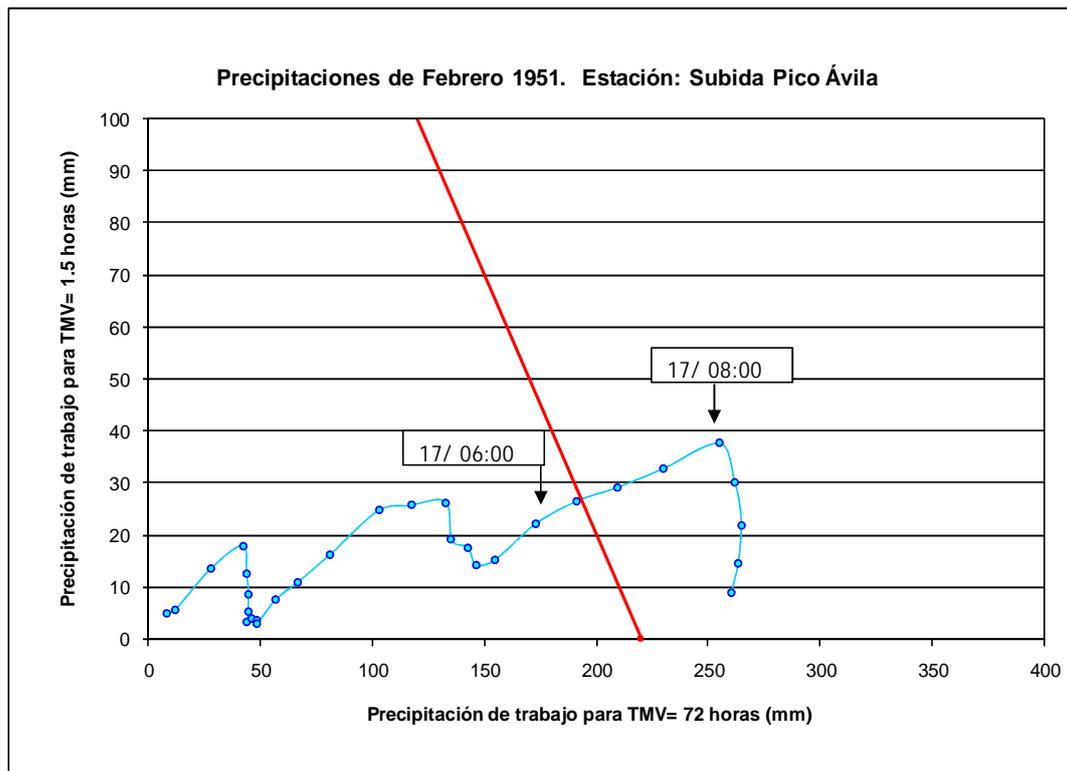


Figura 5.17 Línea serpiente Subida Pico Ávila - Febrero 1951.

Como vimos anteriormente usando la distribución de la estación Subida Pico Ávila, se pudo reconstruir la serie horaria de El Infiernito (Figura 5.18). La posición del punto representativo para esta estación ocupa, luego de la estación Maiquetía, el desplazamiento más alejado del origen en el Gráfico de Evaluación del Método C. De acuerdo a esta representación se observa que el día 16 la Línea Serpiente pasó la LC y a la hora siguiente intentó regresar a la zona segura debido a la disminución de las precipitaciones. Finalmente el día 17 las precipitaciones se incrementaron logrando adentrarse significativamente en la zona insegura.

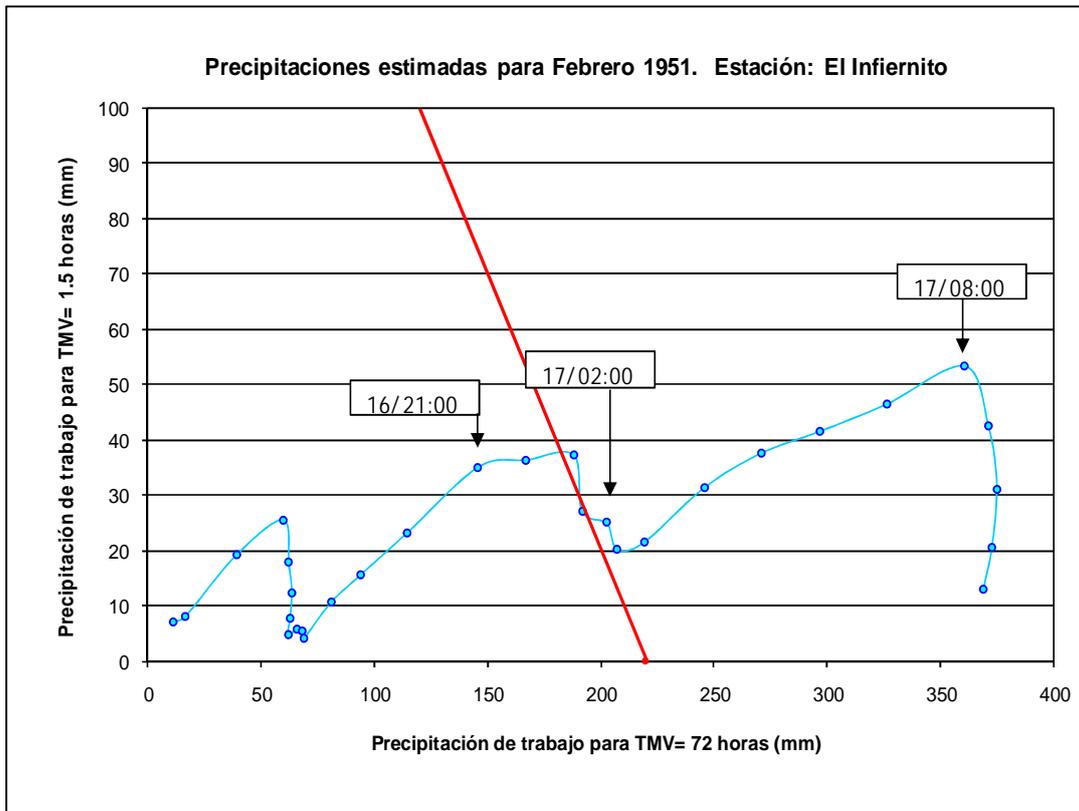


Figura 5.18 Línea Serpiente estimada para El Infiernito - Febrero 1951.

Evento de Septiembre 1987

En la representación de este evento se puede observar que sólo en 5-6 horas de haberse iniciado las precipitaciones el punto representativo se posicionó en la zona insegura. El paso a esta zona ocurrió entre las 16:00 y 17:00 coincidiendo con el momento en el cual se produjeron los aludes en El Limón en Septiembre de 1987.

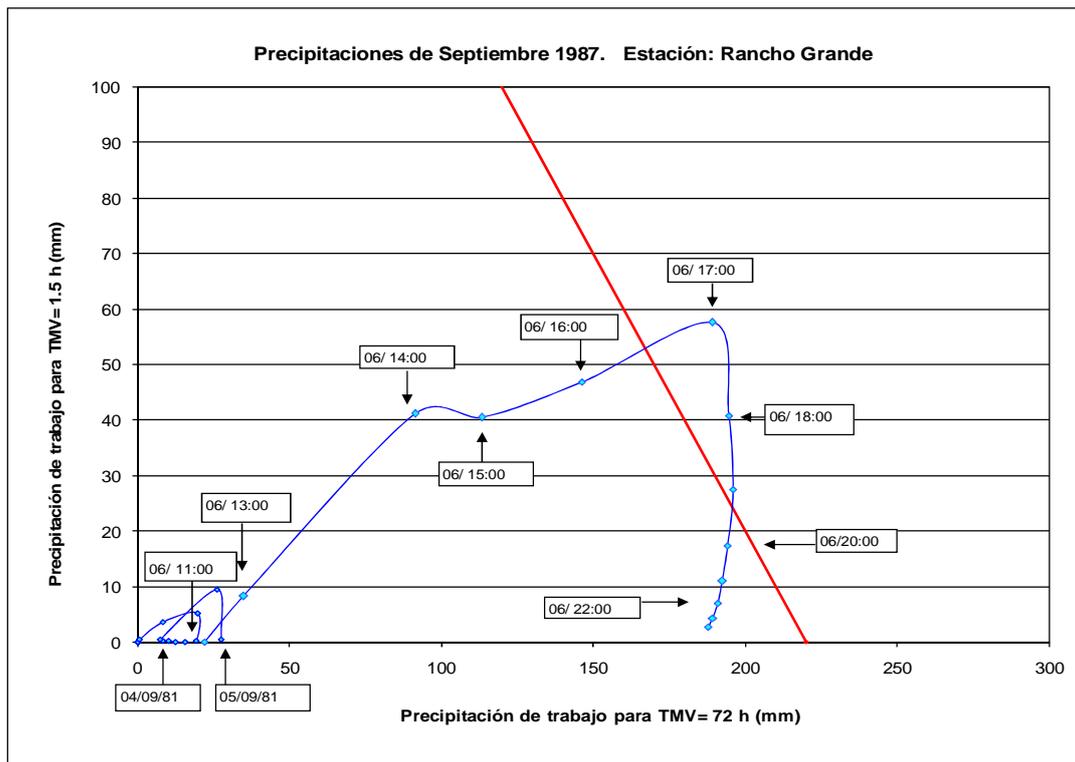


Figura 5.19 Línea Serpiente Rancho Grande - Septiembre 1987.

Evento Diciembre 1999

La estación Maiquetía durante el evento de 1999 registró precipitaciones de magnitudes asombrosas³, si se le compara con los eventos recabados y analizados en este estudio. En la figura 5.20 se muestra la representación de este evento, del cual se pueden mencionar varios aspectos resaltantes:

- Los primeros días de diciembre las lluvias lograron que el punto se desplazara muy cerca de la Línea Crítica, pero sin pasar a la zona insegura.
- Para el día 4 las precipitaciones disminuyeron, haciendo que el punto regresara cerca del origen.
- El día 14 las precipitaciones se incrementaron, llegando a pasar la Línea Crítica el día 15, en el cual se adentro a la zona insegura. Finalmente el día 16 el punto ocupó una posición bien marcada dentro de esta zona.

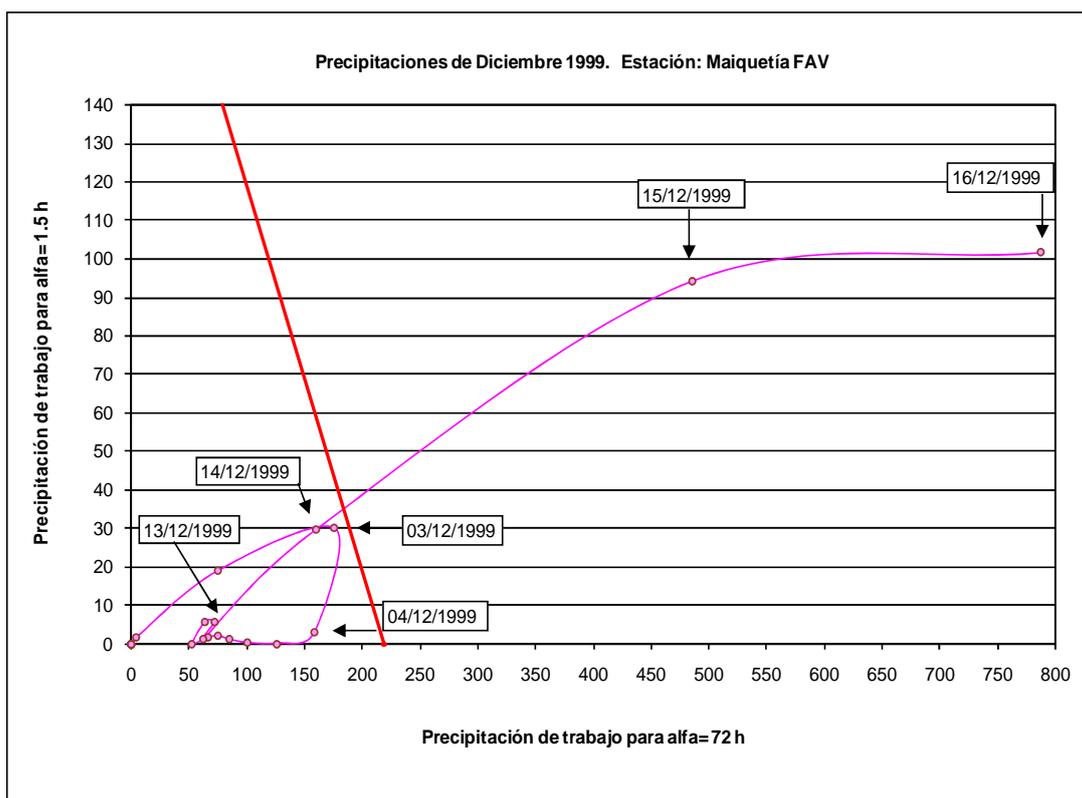


Figura 5.20 Línea Serpiente Maiquetía FAV – Diciembre 1999.

³ Estos valores fueron puesto en duda por algunos especialistas

En la figura 5.21 se observa que en el evento de 1999, para la estación Mamo, la Línea Serpiente alcanzó su máximo en la última hora del día 16 de diciembre. La posición que ocupa este punto fue la que permitió trazar la nueva LC, ya que éste representa al evento causante de alud ubicado más a la izquierda del gráfico. Con esta línea se evidencia que en la hora 15:00 las precipitaciones se habían acercado a la zona insegura, pero por la disminución de las precipitaciones se alejaron temporalmente de la misma.

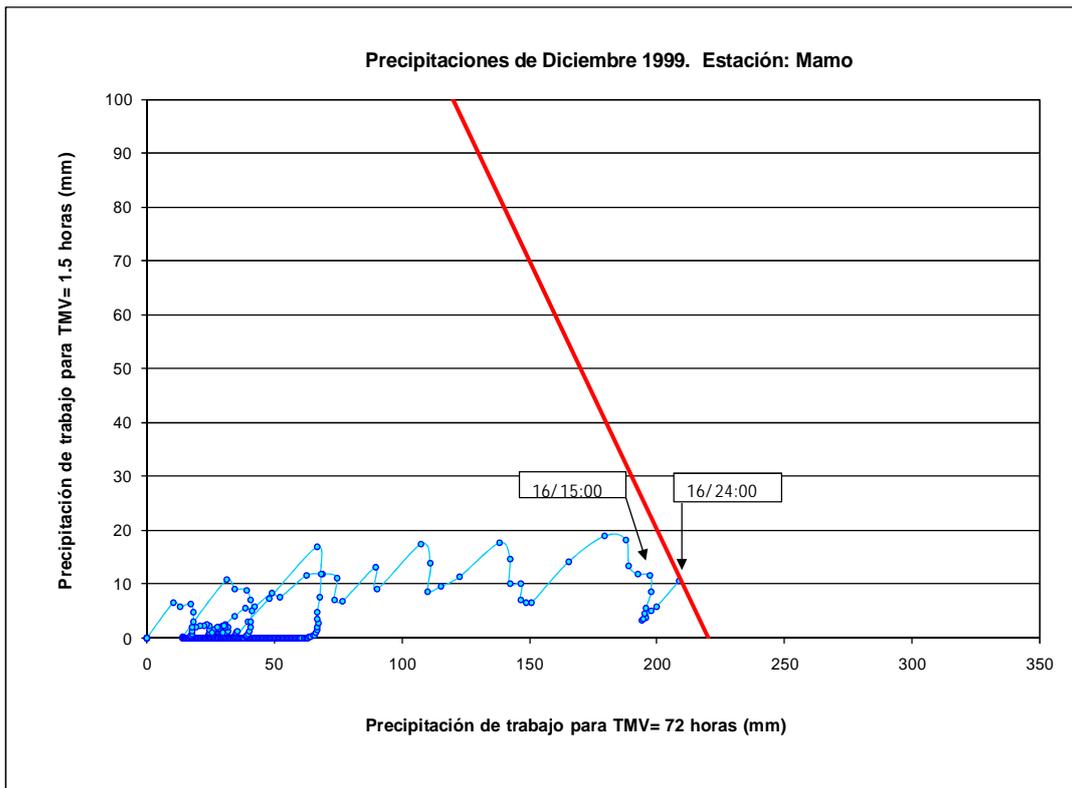


Figura 5.21 Línea Serpiente Mamo Escuela Naval - Diciembre 1999.

Evento Febrero 2005

En las siguientes figuras se observa que a pesar de no registrarse precipitaciones de magnitudes similares en las respectivas estaciones, las distribuciones de las mismas durante el evento resultaron semejantes. Lo anterior se aprecia por el recorrido y la forma en que se desplaza la Línea Serpiente. En la estación Humboldt las precipitaciones fueron de menor magnitud si se les compara con las registradas en Macuto y Maiquetía FAV, de modo que el punto representativo no logró acercarse a la Línea Crítica.

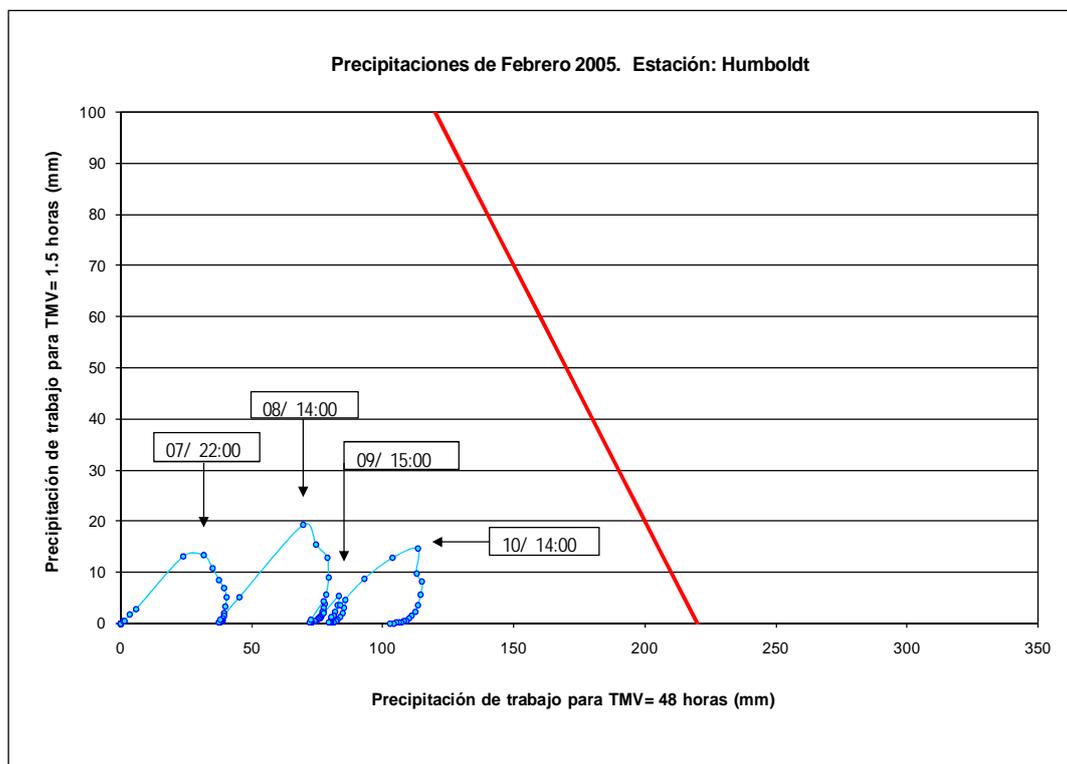


Figura 5.22 Línea Serpiente Humboldt - Febrero 2005.

La estación Macuto registró precipitaciones de mayor magnitud a diferencia de las otras estaciones analizadas. Se muestra en la figura 5.23 que el máximo alcance del evento ocurrió a las 12:00 m del día 10 de febrero. Desde tempranas horas del día 09 el evento ya se había posicionado en la zona insegura, incluso intentó retroceder ese día, pero las lluvias volvieron a incrementarse obligándolo posteriormente a ocupar una posición muy marcada en esta zona.

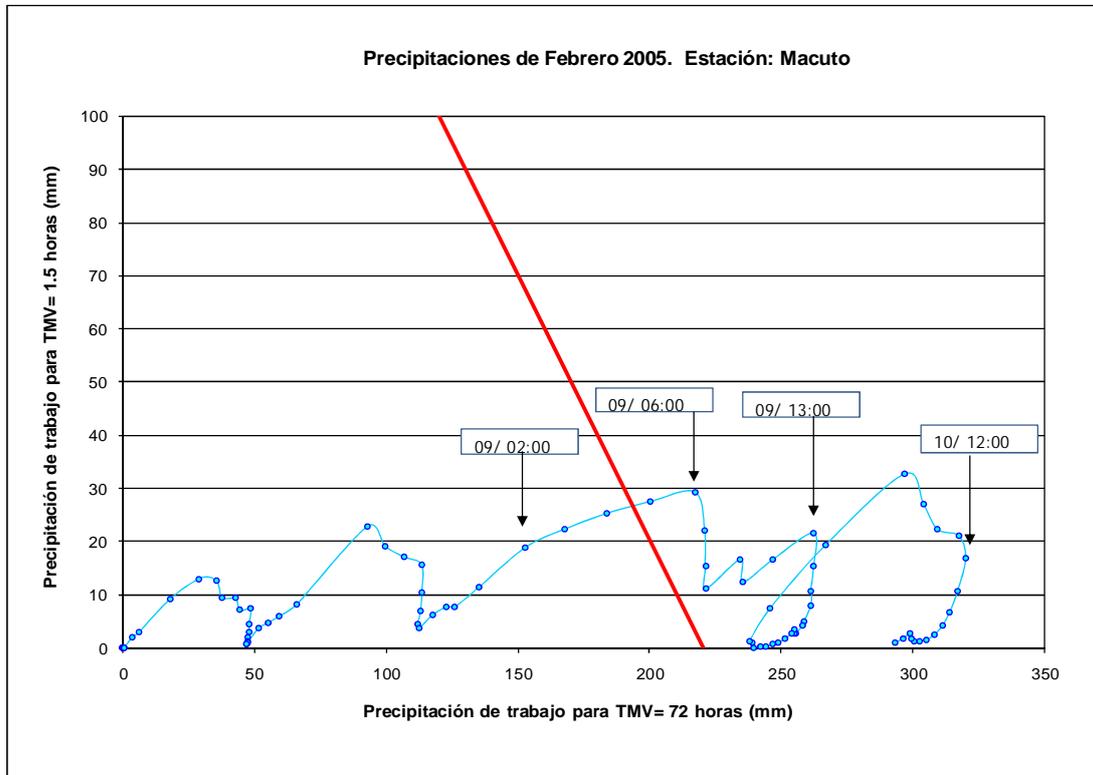


Figura 5.23 Línea Serpiente Macuto - Febrero 2005.

En la estación Maiquetía el día 09 de febrero a la hora 14:00 las precipitaciones se acercaron a la Línea Crítica, pero disminuyeron haciendo que el punto retrocediera y se adentrara más en la zona segura. El día 10 entre la hora 8:00 y 10:00 las precipitaciones pasaron de la LC logrando su mayor alcance en la zona insegura a las 12:00 de ese día.

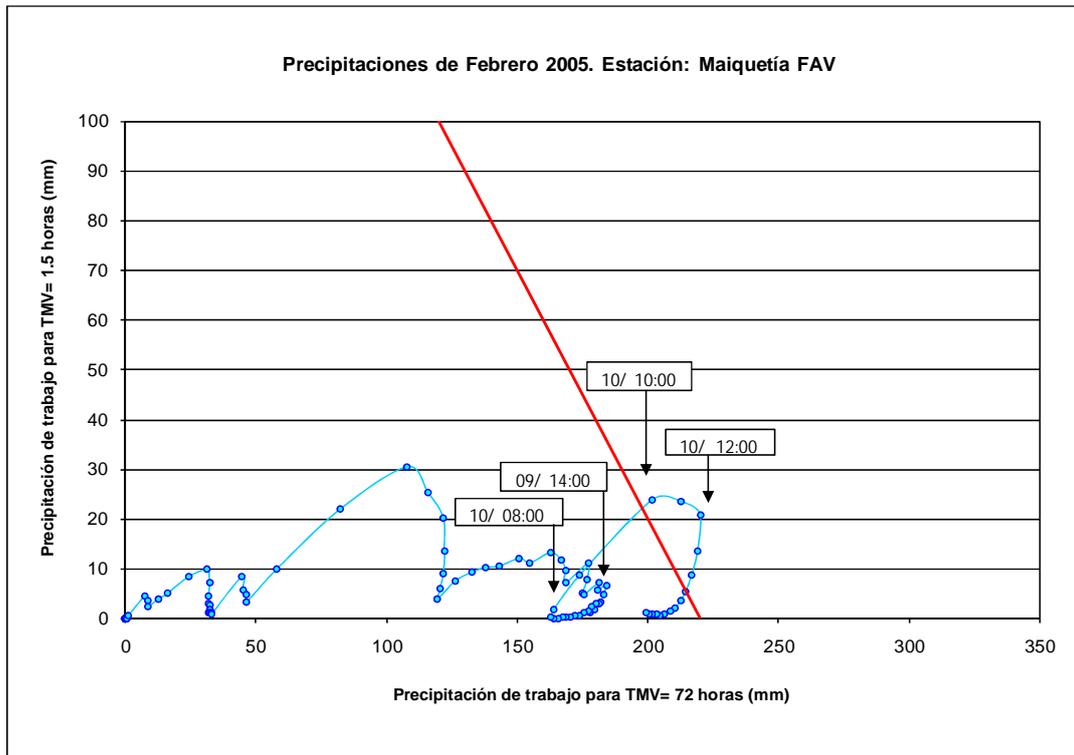


Figura 5.24 Línea Serpiente Maiquetía FAV - Febrero 2005.

Línea Serpiente para eventos no causantes

A continuación se presenta el desplazamiento de las precipitaciones de los eventos no causantes. Sólo el evento de Febrero de 1970 pasó la Línea Crítica en algunas de las estaciones que lo registraron. Las precipitaciones de Abril de 1981 no pasaron la LC, no obstante se consideran como un evento importante reseñado en Arellano (1982), donde señala que las lluvias de ese mes no sólo afectaron al Litoral de Vargas, sino también a varias zonas del país. Otro evento que se puede resaltar es el de Enero de 1956 para la estación Maiquetía INOS el cual se acercó significativamente a la LC, en comparación con otros eventos.

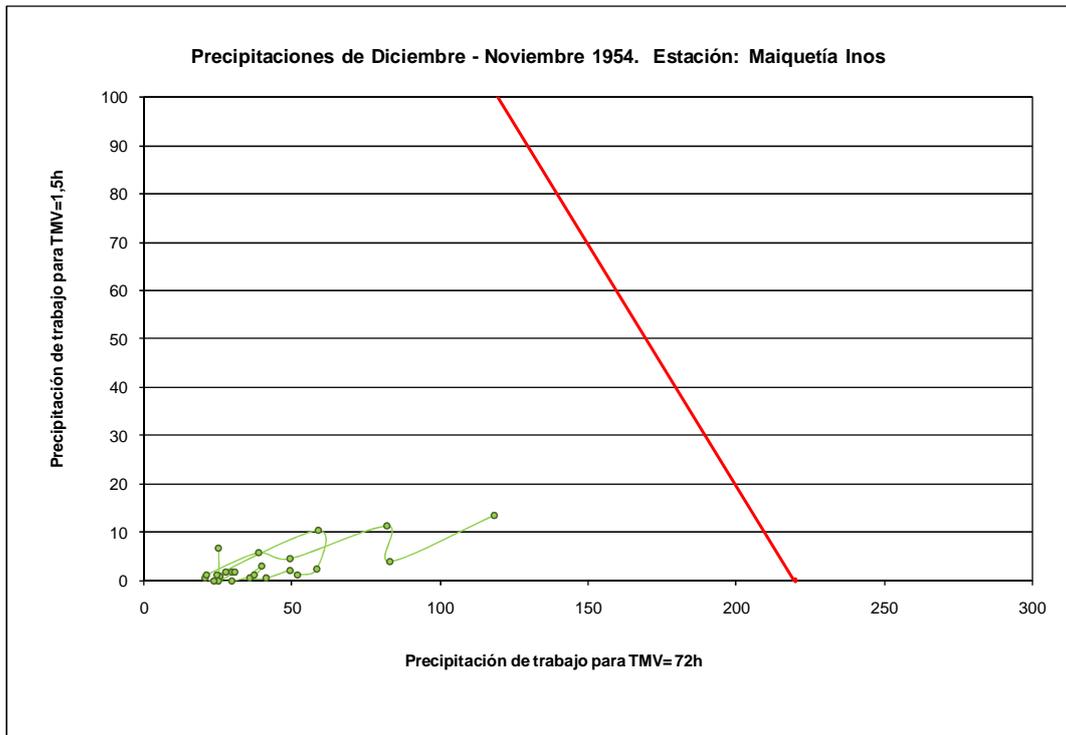


Figura 5.25 Línea Serpiente para las precipitaciones de diciembre – noviembre 1954. (Maiquetía INOS)

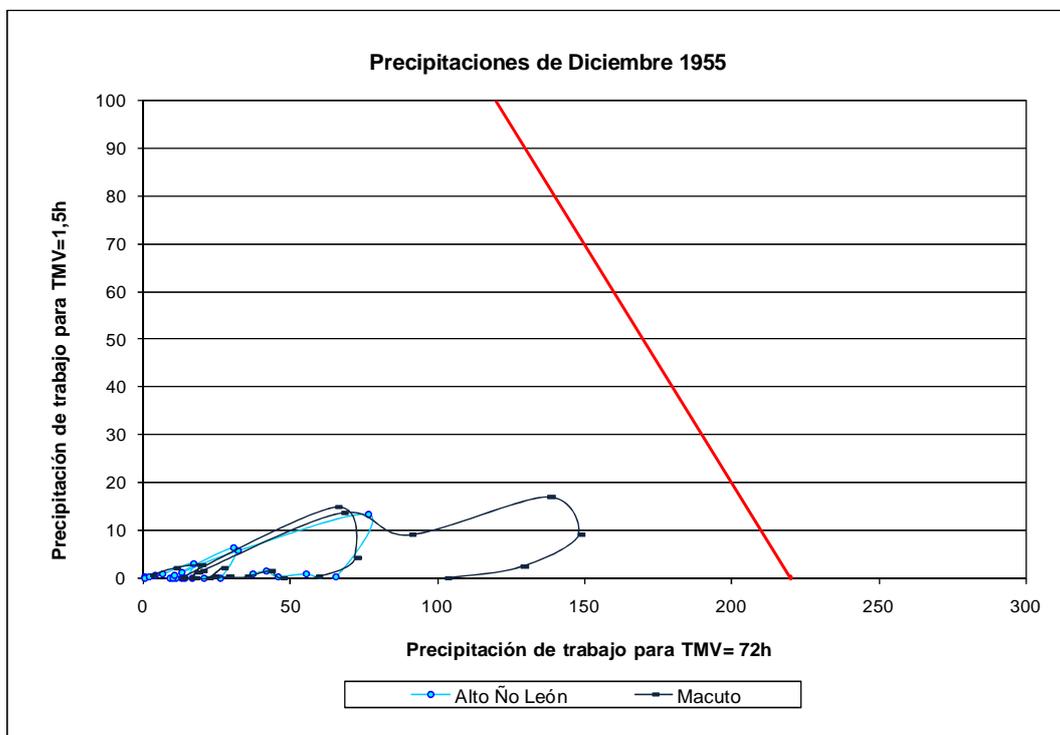


Figura 5.26 Línea Serpiente para las precipitaciones de diciembre – noviembre 1955.

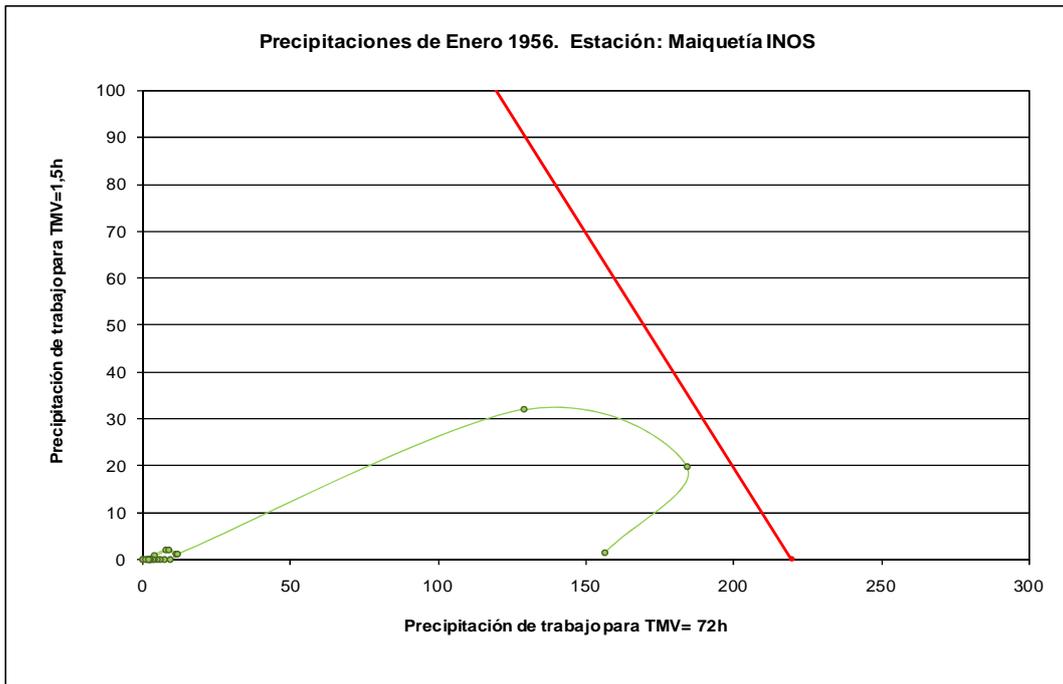


Figura 5.27 Línea Serpiente para las precipitaciones de Enero 1956 (Maiquetía INOS)

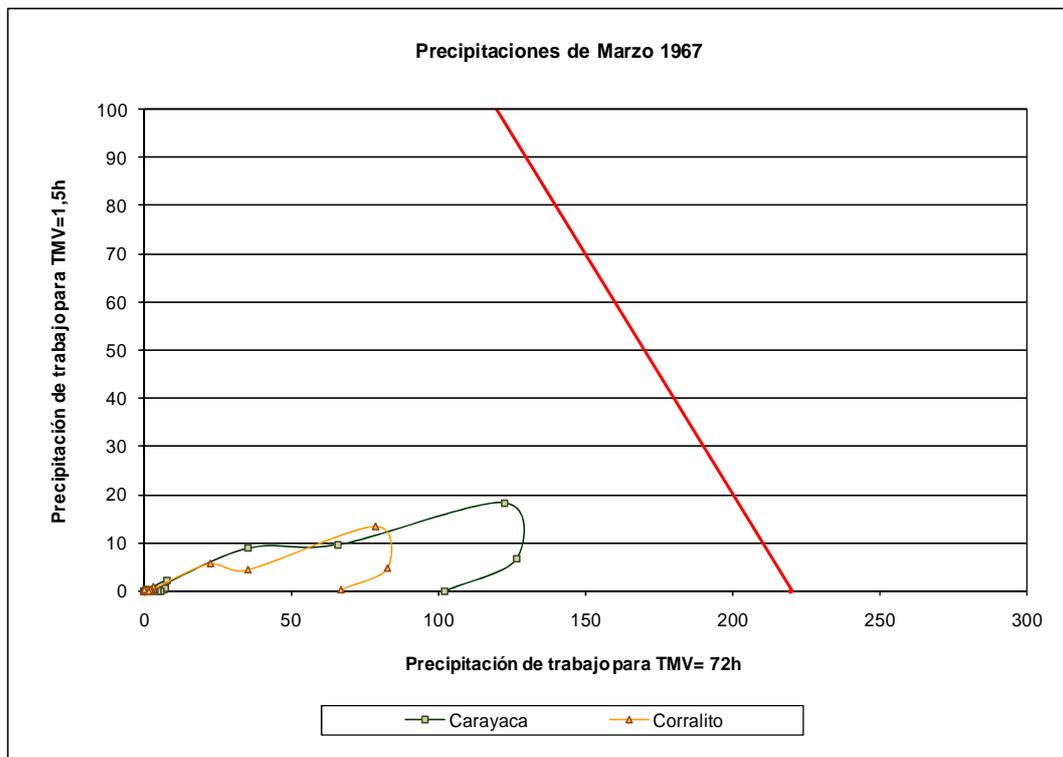


Figura 5.28 Línea Serpiente para las precipitaciones de Marzo 1955.

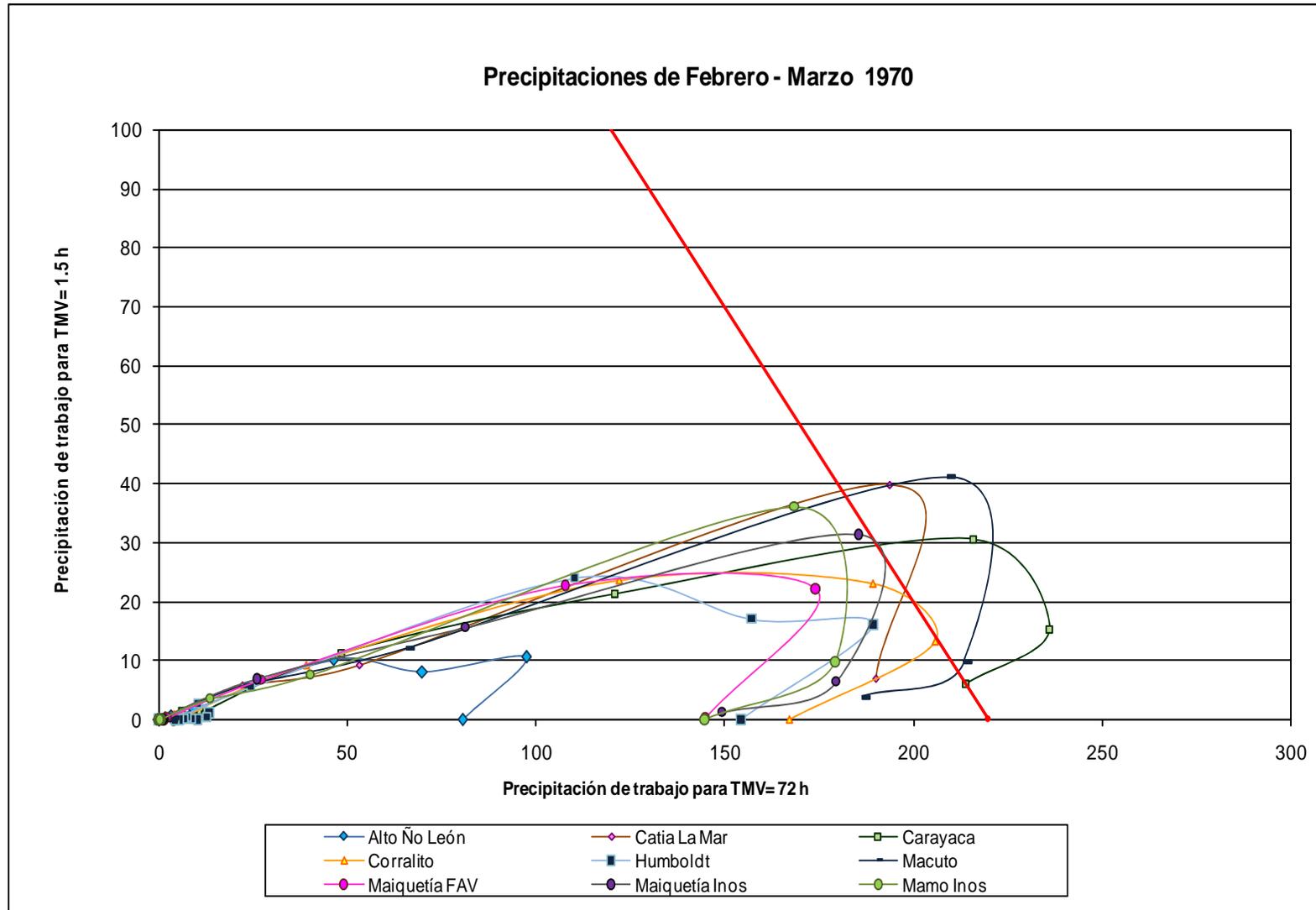


Figura 5.29 Línea Serpiente para las precipitaciones de Marzo 1970.

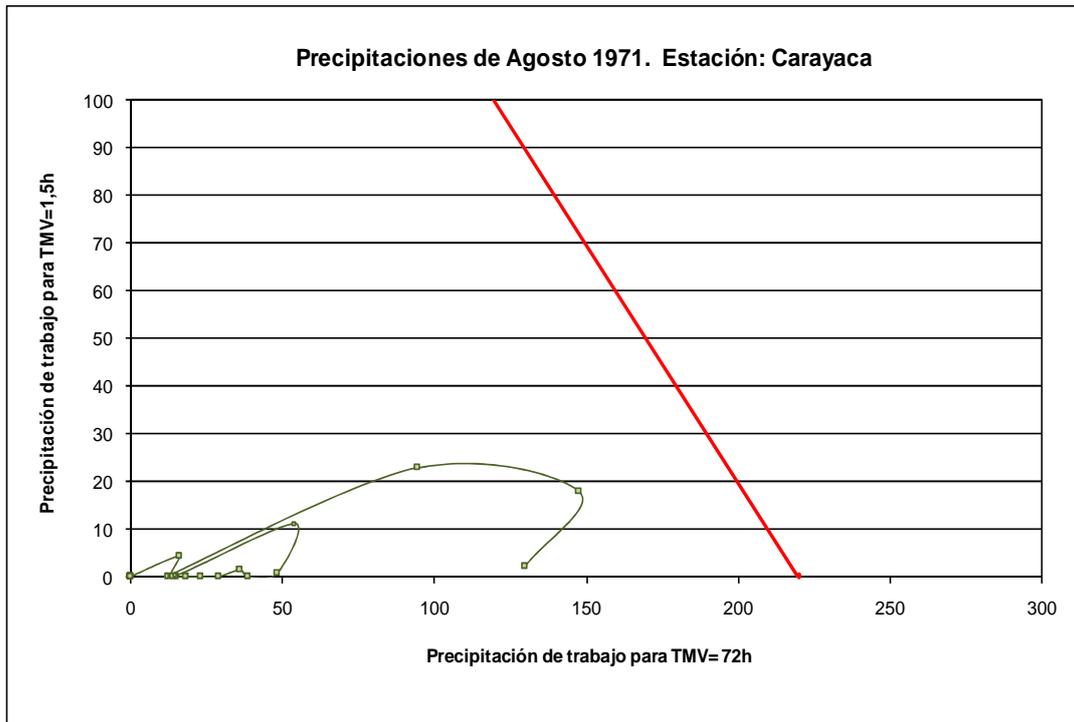


Figura 5.30 Línea Serpiente para las precipitaciones de Agosto 1971 (Carayaca)

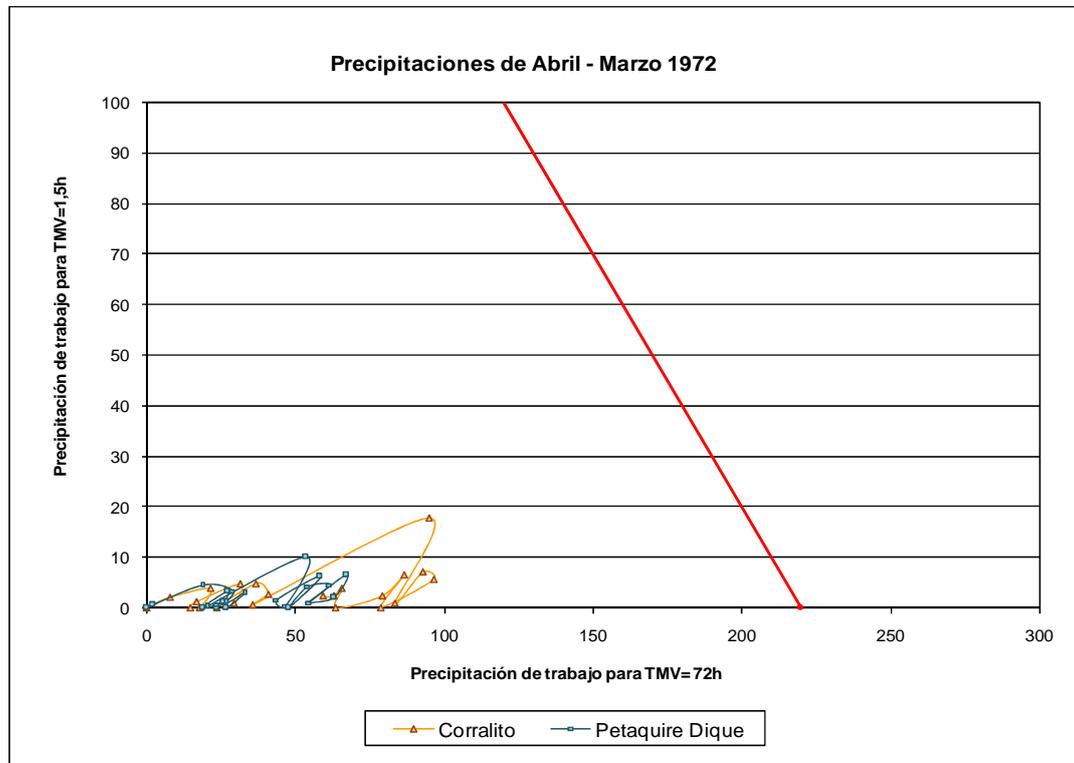


Figura 5.31 Línea Serpiente para las precipitaciones de Mayo 1972.

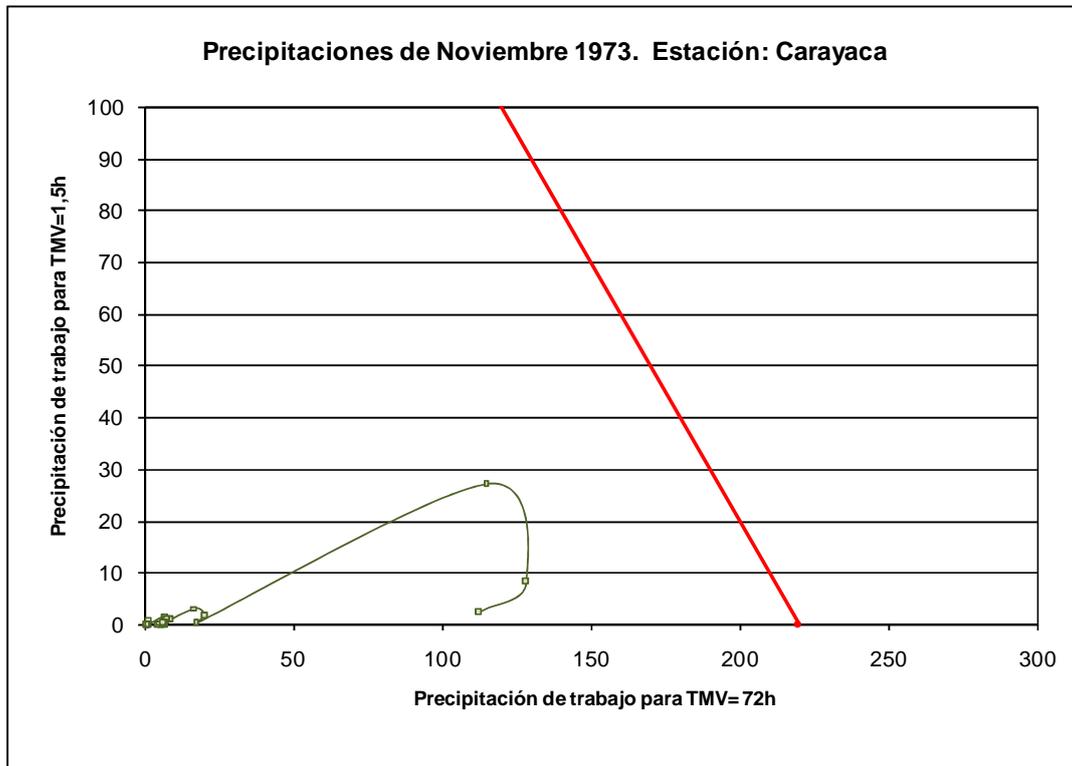


Figura 5.32 Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 1973 (Carayaca)

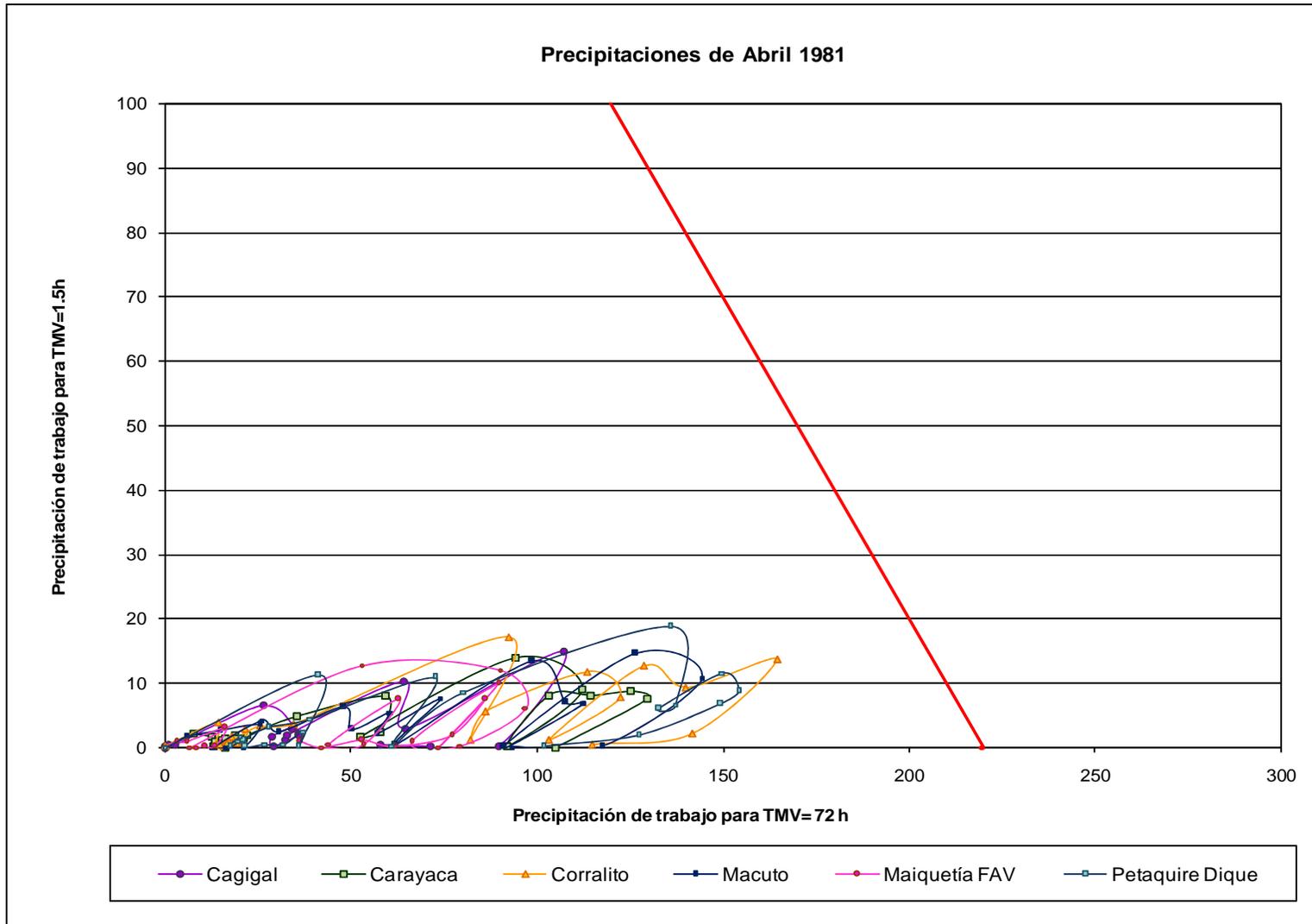


Figura 5.33 Línea Serpiente para las precipitaciones de Abril 1981.

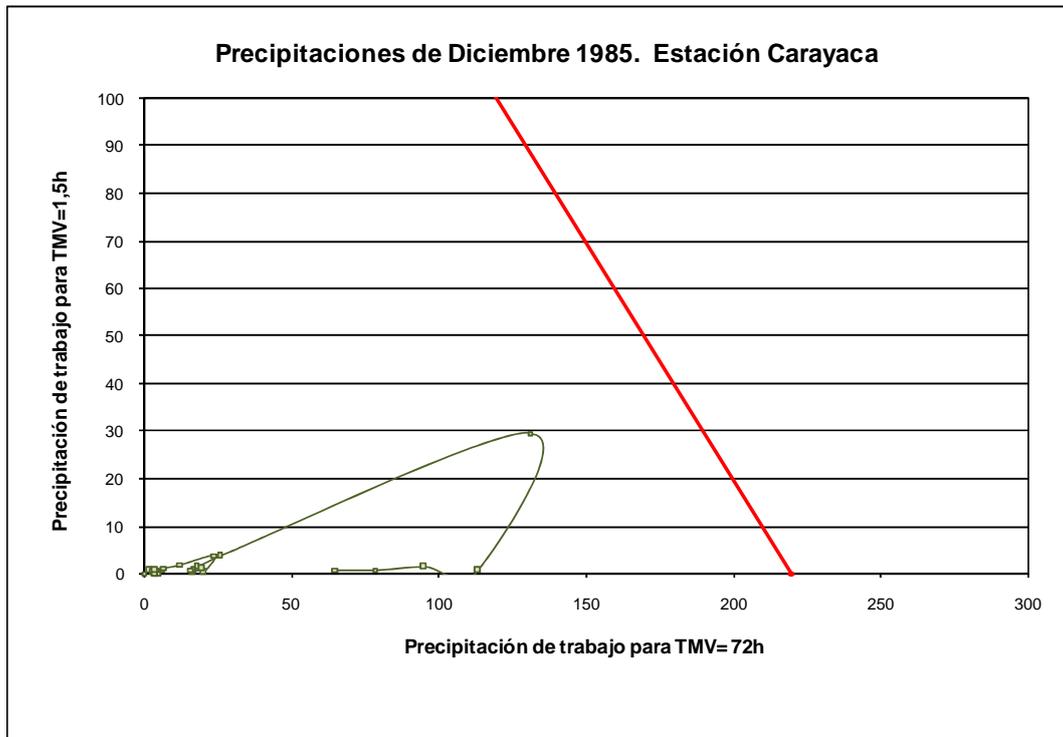


Figura 5.34 Línea Serpiente para las precipitaciones de Diciembre 1985 (Carayaca)

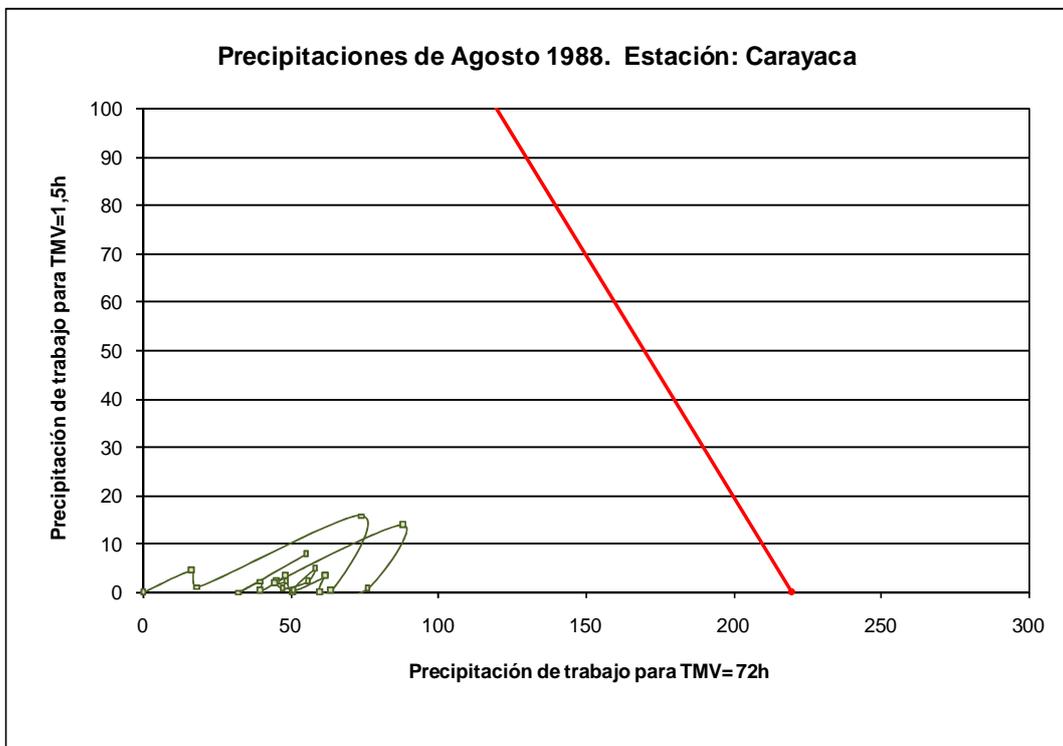


Figura 5.35 Línea Serpiente para las precipitaciones de Agosto 1988 (Carayaca)

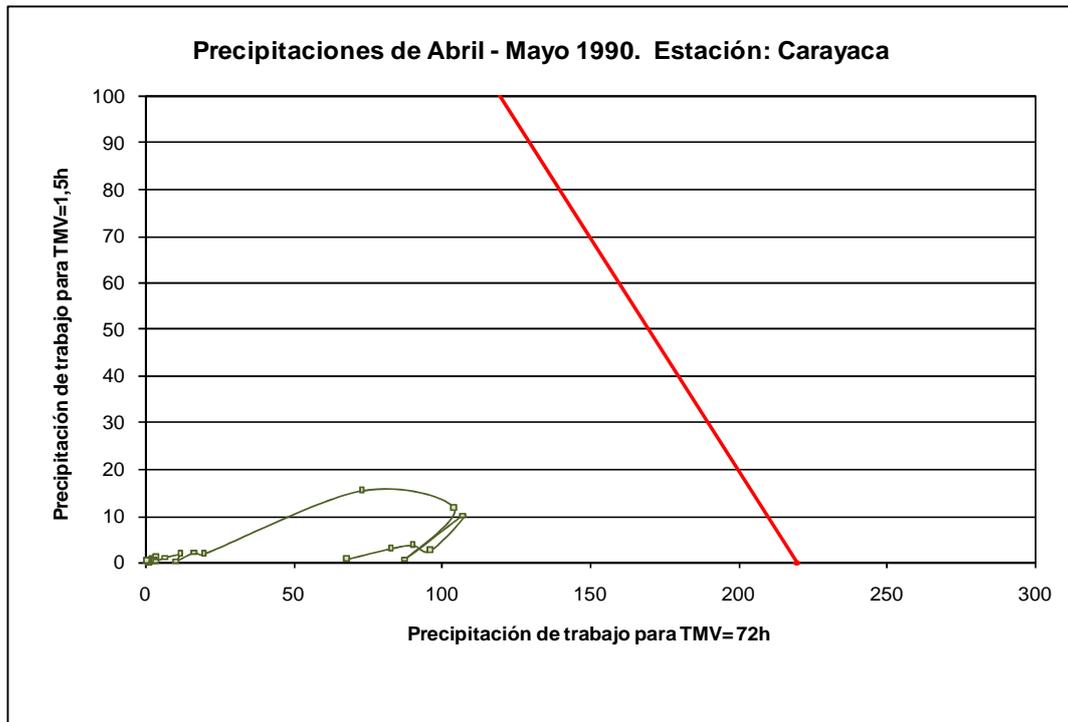


Figura 5.36 Línea Serpiente para las precipitaciones de Abril - Mayo 1990 (Carayaca).

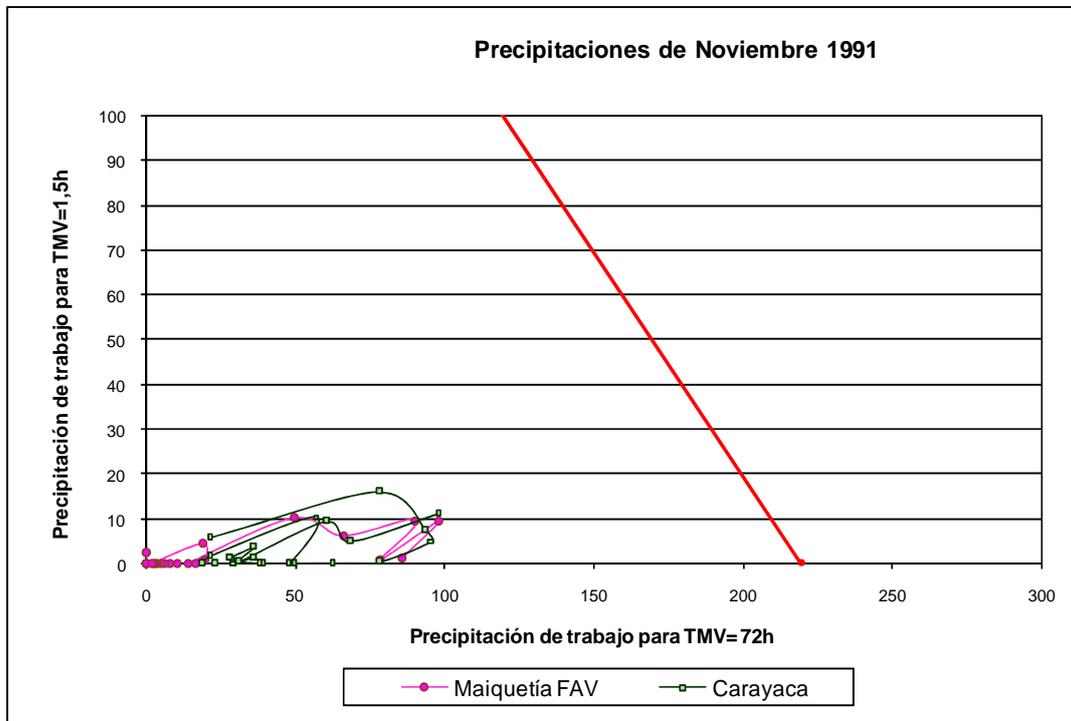


Figura 5.37 Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 1991.

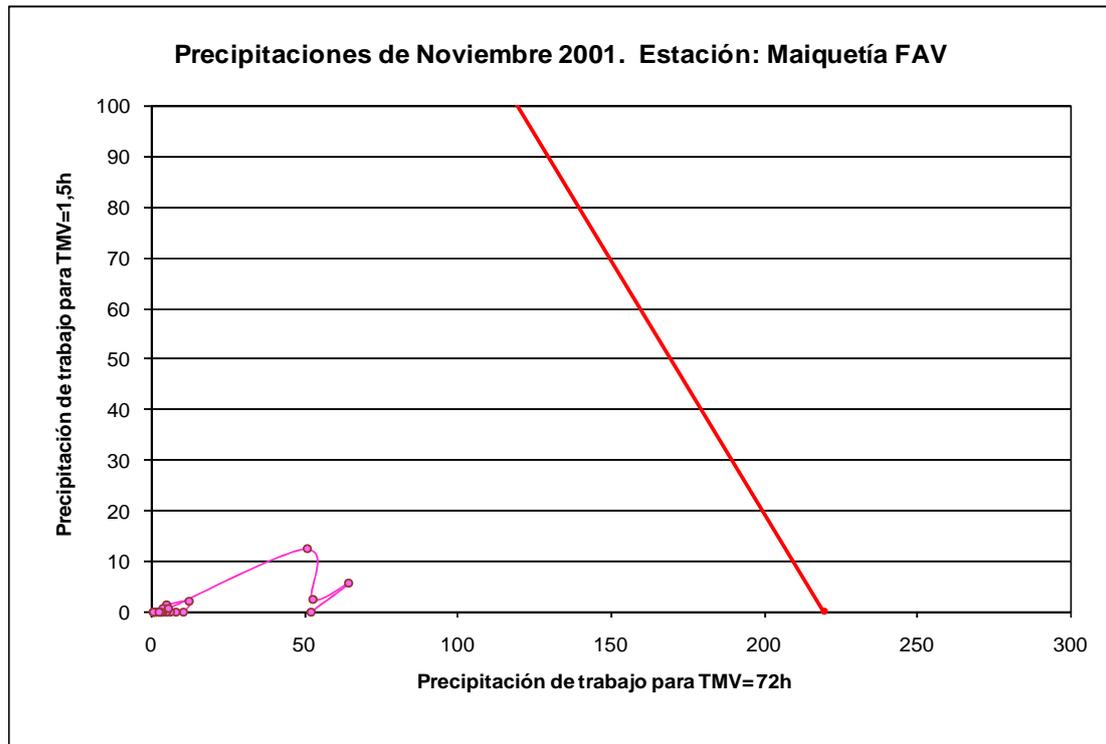


Figura 5.38 Línea Serpiente para las precipitaciones de Noviembre 2001 (Maiquetía FAV).

5.2.2.5 Análisis de sensibilidad

Se estudió la sensibilidad del indicador de largo plazo en relación al TMV en los eventos extremos con datos de precipitación horaria, probando para ello con los tiempos de media vida de 48, 72 (ya analizado) y 96 horas. Luego de aplicarle a cada evento los coeficientes correspondientes a los distintos TMV se señaló comparativamente en el gráfico de la figura 5.39 el punto representativo de cada uno de estos. Se puede apreciar en este gráfico que los eventos se desplazaron secuencialmente a la derecha a medida que se incrementaba el TMV.

En la tabla 5.29, para las estaciones que poseen registro horario se indican los valores correspondientes al cálculo horario de las precipitaciones reflejadas en el indicador de largo plazo, según su TMV.

| Año | Estación | Cálculo horario | | | |
|------|---------------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|
| | | Indicador de corto plazo | Indicador de largo plazo | | |
| | | PT1.5 | PT48 | PT72 | PT96 |
| 1970 | Maiquetía FAV | 12.5 | 166.5 | 179.1 | 186.1 |
| 1981 | Cagigal | 30.9 | 93.3 | 108.0 | 119.5 |
| 1981 | Maiquetía FAV | 9.1 | 83.5 | 91.4 | 98.4 |
| 1991 | Maiquetía FAV | 9.4 | 78.6 | 97.9 | 108.9 |
| 1999 | Mamo EN | 10.5 | 183.2 | 208.9 | 226.9 |
| 2005 | Humboldt | 8.2 | 100.0 | 115.2 | 124.1 |
| 2005 | Macuto | 17.0 | 280.5 | 320.0 | 342.9 |
| 2005 | Maiquetía FAV | 20.7 | 191.2 | 220.0 | 236.9 |

Tabla 5.39 Indicadores de corto y largo plazo (según su TMV) para los eventos extremos con datos horarios.

En las figuras 5.40 y 5.41 se muestra por separado la posición que ocuparon cada uno de los eventos analizados respecto a los tiempos de media vida de 48 y 96 horas. La posición de los eventos para el TMV de 72 horas se puede observar en el Gráfico de Evaluación del Método C.

Como se decidió trazar la Línea Crítica por el evento de 1999 (estación Mamo), al aplicarle a los eventos con datos horarios los TMV de 48 y 96 horas, la línea varía, cortando el eje de las abcisas en 194 y 237 mm respectivamente.

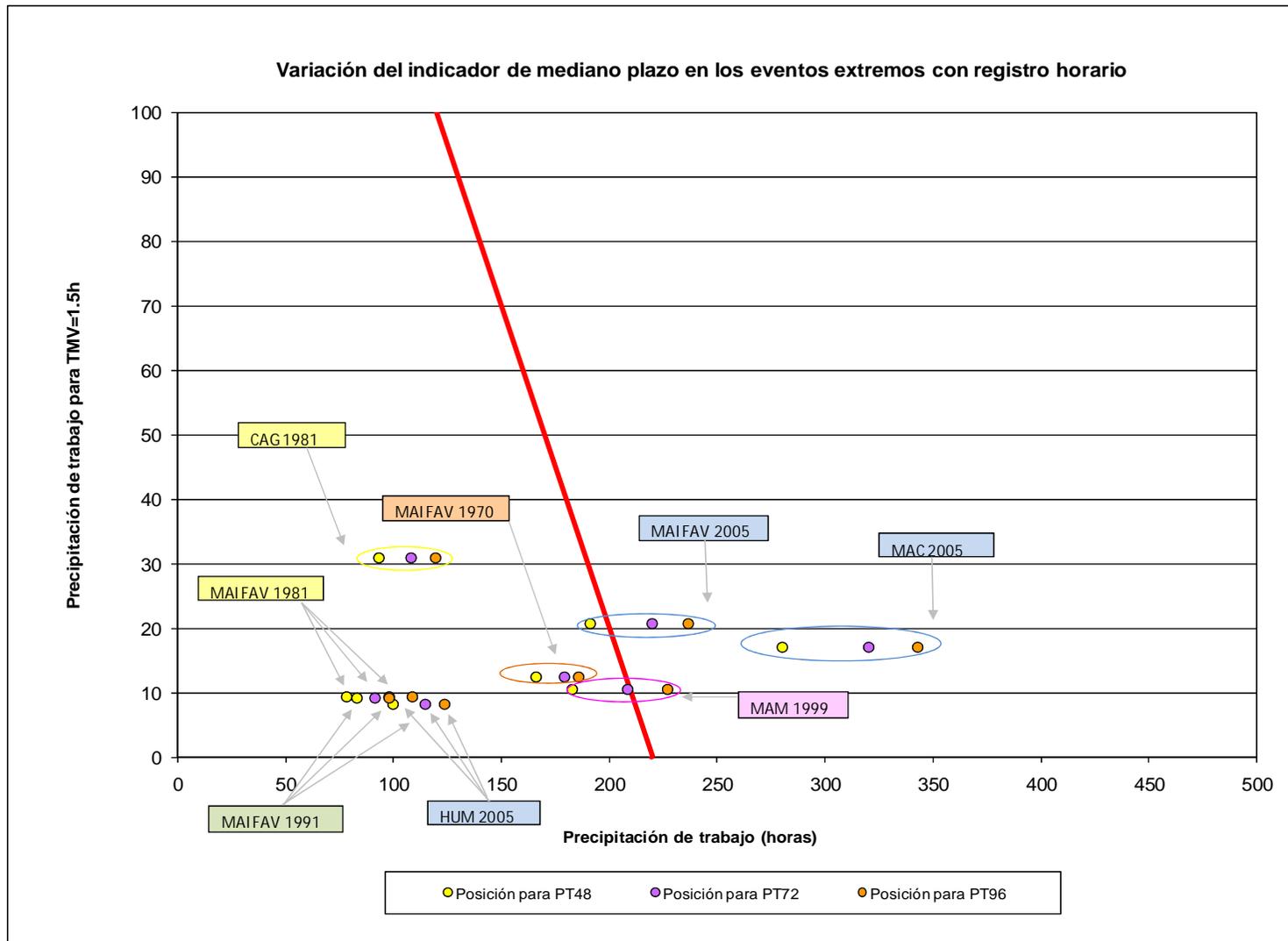


Figura 5.39 Variación del indicador de largo plazo en los eventos con datos de precipitación horaria.

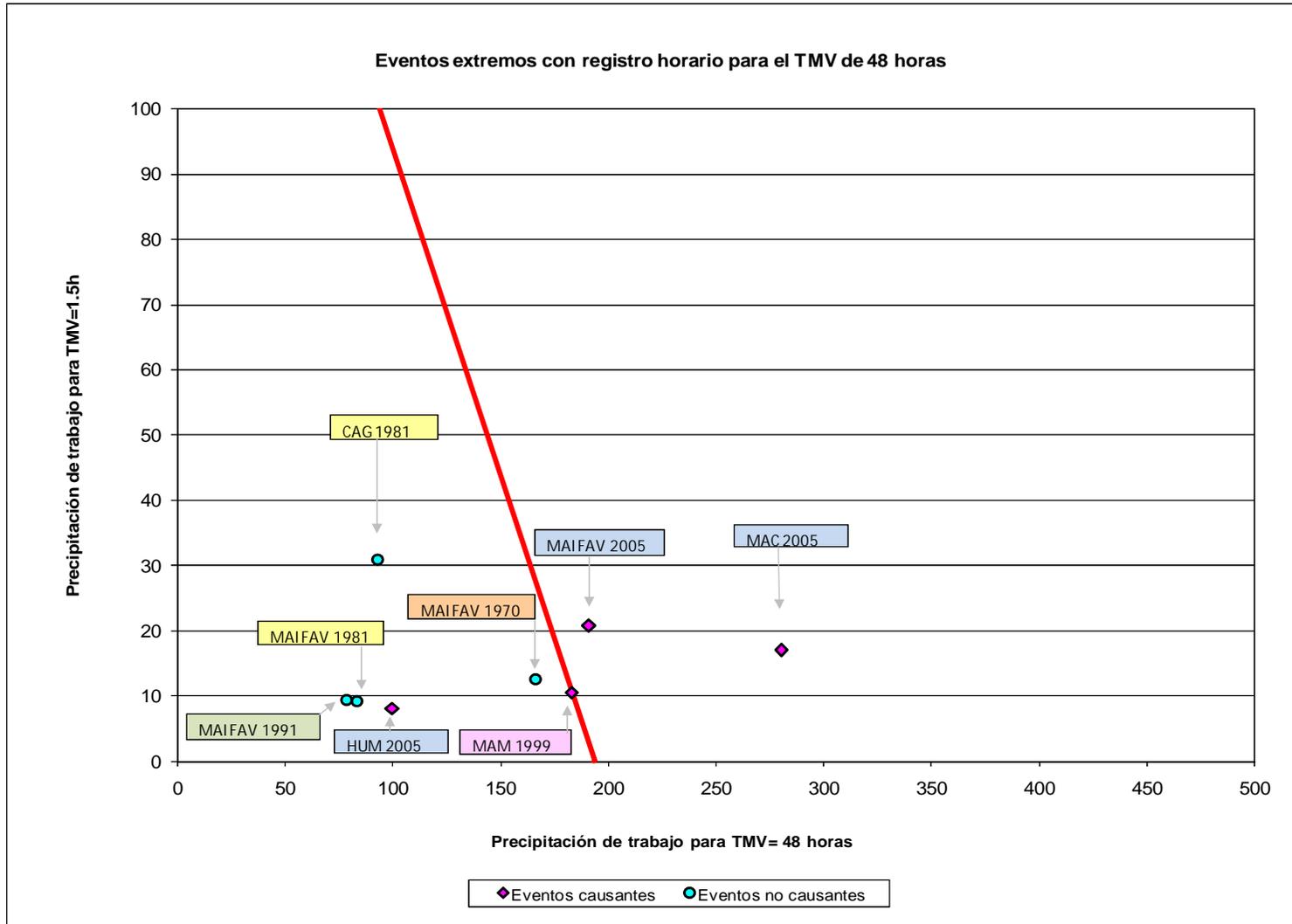


Figura 5.40 Posición de los eventos extremos para el TMV de 48 horas.

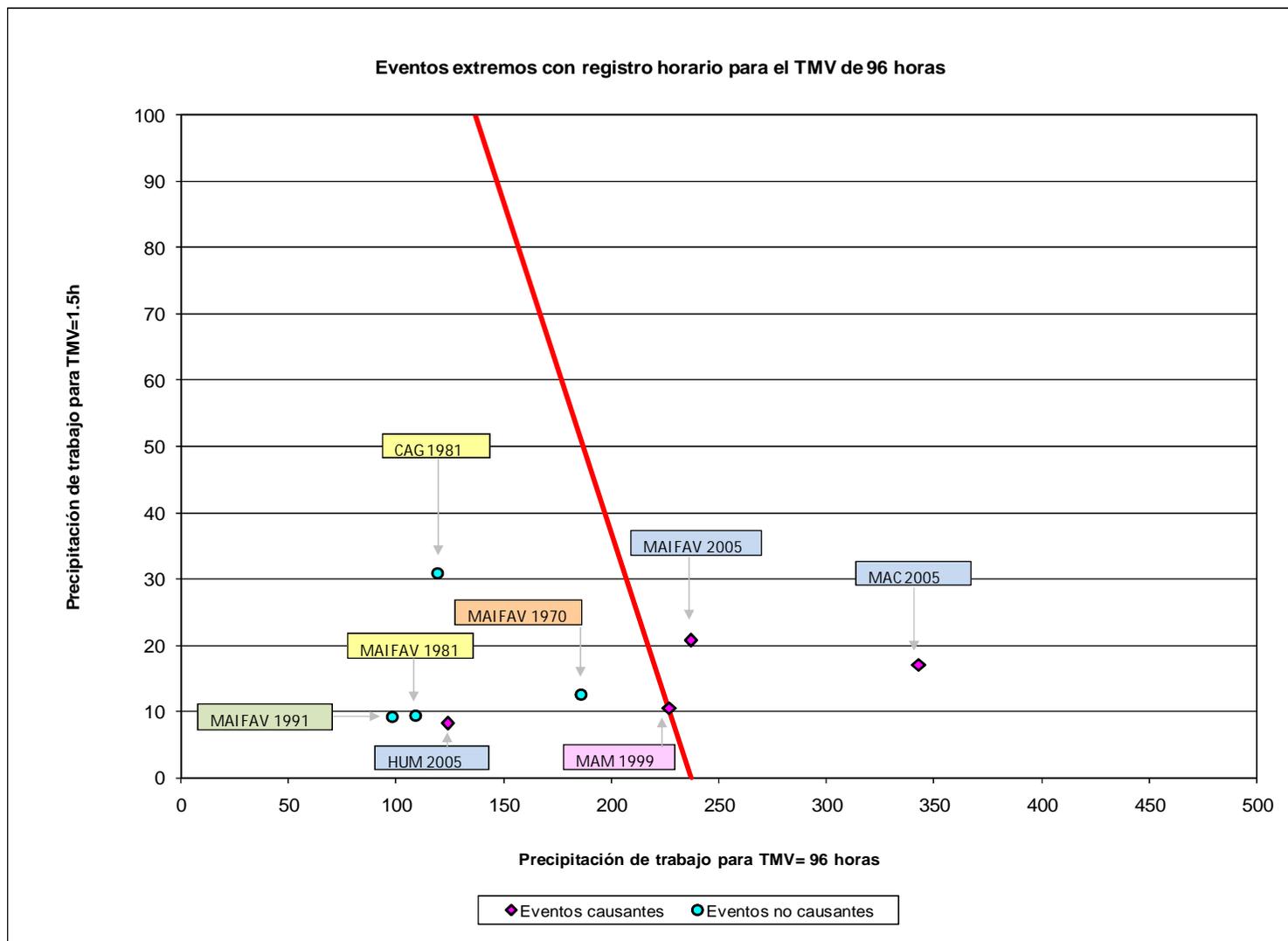


Figura 5.41 Posición de los eventos extremos para el TMV de 96 horas.

A partir de los TMV de 48 y 96 horas se buscaron los coeficientes (del propio día del cálculo) para procesar los datos diarios. Para ello se procedió de la misma forma en que se obtuvo el coeficiente de 72 horas. Estos valores se podrán aplicar como lo indica la sección 3.4.2, pero ahora sustituyendo los coeficientes del día del cálculo por los valores correspondientes a los TMV de 48 y 96 horas (Tablas 5.30 y 5.31).

| Año | Estación | PT48 (horaria) | Prec. día pico (mm) | PT48 / Prec. diaria |
|-----------------|---------------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1970 | Maiquetía FAV | 81.86 | 89.7 | 0.91 |
| 1981 | Cagigal | 56.9 | 59.9 | 0.95 |
| 1981 | Maiquetía FAV | 22.8 | 24.6 | 0.93 |
| 1991 | Maiquetía FAV | 35.89 | 38.7 | 0.93 |
| 1999 | Mamo | 113.85 | 138.9 | 0.82 |
| 2005 | Humboldt | 39.65 | 44.1 | 0.90 |
| 2005 | Macuto | 98.21 | 110.7 | 0.89 |
| 2005 | Maiquetía FAV | 64.27 | 70.5 | 0.91 |
| Promedio | | 64.18 | 72.14 | 0.90 |

Tabla 5.30 Coeficiente (del propio día del cálculo) para el TMV de 48 horas.

| Año | Estación | PT96 (horaria) | Prec. día pico (mm) | PT96 / Prec. diaria |
|-----------------|---------------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1970 | Maiquetía FAV | 85.48 | 89.7 | 0.95 |
| 1981 | Cagigal | 57.54 | 59.9 | 0.96 |
| 1981 | Maiquetía FAV | 23.38 | 24.6 | 0.95 |
| 1991 | Maiquetía FAV | 36.78 | 38.7 | 0.95 |
| 1999 | Mamo | 125.59 | 138.9 | 0.90 |
| 2005 | Humboldt | 40.8 | 44.1 | 0.93 |
| 2005 | Macuto | 101.59 | 110.7 | 0.92 |
| 2005 | Maiquetía FAV | 65.57 | 70.5 | 0.93 |
| Promedio | | 65.68 | 72.14 | 0.94 |

Tabla 5.31 Coeficiente (del propio día del cálculo) para el TMV de 96 horas.

Aplicación del TMV de 48 y 96 horas al evento de 1970

Por ser el evento de 1970 el único que pasó la Línea Crítica, se decidió aplicarle a éste los coeficientes correspondientes al TMV de 48 y 96 horas. Con esto se trató de buscar un desplazamiento significativo que permitiese mejorar la separación entre eventos “causantes” y “no causantes”. En la tabla 5.32 se indican los valores obtenidos para la precipitación de trabajo de 48 y 96 horas en el indicador de largo plazo comparativamente con los valores de la PT72 para este indicador.

| Estación | PT48 | PT72 | PT96 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| Carayaca | 234.6 | 236 | 237.1 |
| Catía la Mar | 190.1 | 193.7 | 196.6 |
| Macuto | 213.4 | 212.5 | 212.1 |

Tabla 5.32 Valores de la precipitación de trabajo para distintos TMV, en el indicador de largo plazo.

De acuerdo a estos valores vemos que es muy poca la disminución de la precipitación de trabajo para el TMV de 48 horas o el aumento para el TMV de 96 horas con respecto a la de 72 horas, por lo tanto no resulta necesario variar el indicador de largo plazo. En la figura 5.42 podemos ver la posición (PT48) del evento 1970 para las estaciones mencionadas y en la figura 5.43 la posición de la precipitación para el TMV de 96 horas.

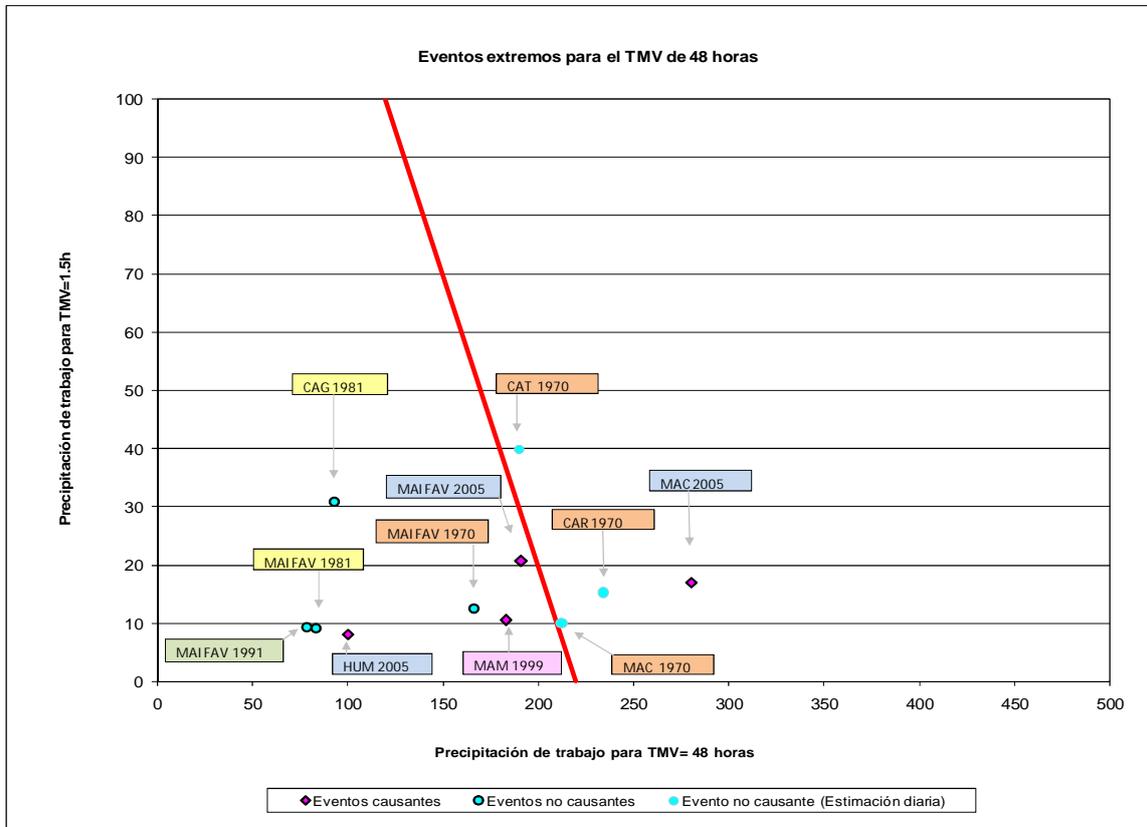


Figura 5.42 Estimación de las precipitaciones del evento 1970, en las estaciones Catia la Mar, Carayaca y Macuto, para el TMV de 48 horas.

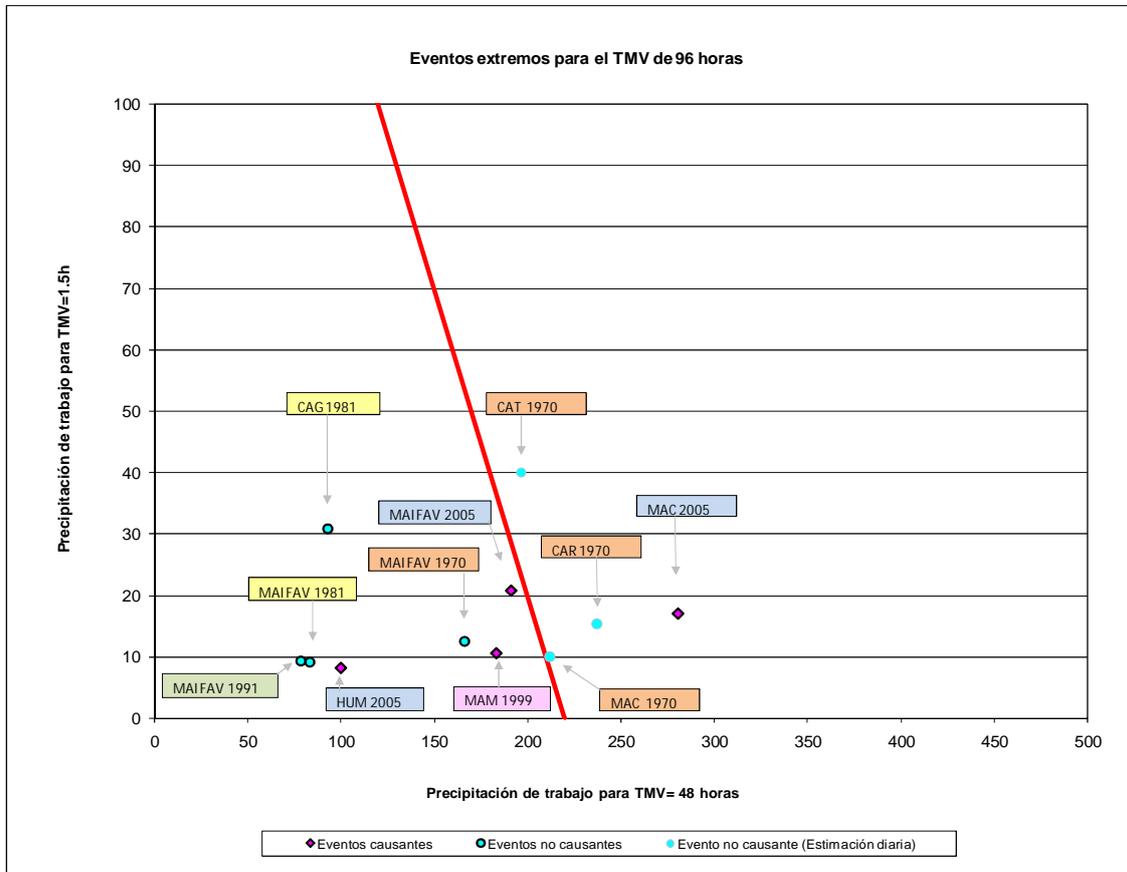


Figura 5.43 Estimación de las precipitaciones del evento 1970, en las estaciones Catia la Mar, Carayaca y Macuto, para el TMV de 96 horas.

En conclusión el cambio en el TMV utilizado no parece influir en la separabilidad de los eventos, cualquiera que sea el TMV el evento de 1970 queda en la zona insegura, por lo tanto se propone utilizar el TMV de 72 horas, propuesto originalmente para el método.

5.3 Propuesta para aplicar la Línea Crítica en el Sistemas de Alerta Temprana que se está implantando en las cuencas Tacagua, La Zorra y Mamo.

A continuación se proponen orientaciones sobre la manera de usar los resultados obtenidos en este estudio para el Sistema de Alerta Temprana que se está implantando en el área oeste de Vargas.

- El Método C parece el más adecuado para un uso en tiempo real. Permite estimar la severidad de una situación mediante el desplazamiento de un punto representativo en un Gráfico de Evaluación donde figura una Línea Crítica (Figura 5.15). El acercamiento a esta Línea se interpreta como un aumento de la severidad del evento. Una ventaja importante del Método C es que durante el desarrollo de un evento, una vez alcanzado el momento pico, el punto representativo puede también retroceder a la zona insegura, pudiendo así dar las bases para cancelar la alerta y poner fin al estado de emergencia

- Si se dispone de pronósticos cuantitativos de precipitación de muy corto plazo, establecidos por ejemplo en base a imágenes de radar, se podrá establecer la trayectoria esperada del punto representativo en el Gráfico de Evaluación, y emitir la alerta si franquea la Línea Crítica. El tipo de alerta dependerá del tiempo disponible antes de llegar a la situación crítica.

- Mientras no se disponga en tiempo real de estos pronósticos cuantitativos, será necesario fijar en el Gráfico Líneas de Alertas Previas y Máxima, determinadas en base a los registros históricos de precipitación. Se ha indicado en el presente trabajo la manera de hacerlo en base a las precipitaciones máximas esperadas en los lapsos de 2 horas y 1 hora, para varios períodos de retorno. Sin embargo será necesario un periodo de prueba de varios años para determinar las líneas más adecuadas.

- El Gráfico de Evaluación es una herramienta científica que intenta evaluar la severidad de una situación determinada, pero la emisión de alertas y los llamados a evacuación son decisiones que estarán en manos de las autoridades locales y de defensa civil, para las cuales este gráfico es sólo uno de los criterios a tomar en cuenta, a lado de otros de tipo operativo y social.

CONCLUSIONES

Recopilación de datos

A pesar de las deficiencias de los registros en el área de estudio, se recabó una cantidad importante de datos diarios, que permite cubrir un período de 59 años, en 25 estaciones. En este periodo ocurrieron 3 eventos causantes de aludes torrenciales: Febrero 1951, Diciembre 1999 y Febrero 2005. Otro evento causante ocurrido cerca de Maracay, (El Limón, 1987) se agregó a la serie por sus características interesantes y las similitudes de las cuencas. Varios eventos se identificaron por tener precipitaciones considerables que no causaron aludes torrenciales, pero sí, en varios casos, movimientos en masa.

Se pudo recabar registros horarios de varios eventos extremos: Maiquetía FAV 1970, Cagigal 1981, Maiquetía FAV 1981, Maiquetía FAV 1991, Mamo 1999, Humboldt 2005, Macuto 2005 y Maiquetía FAV 2005.

Procesamiento por el Método A

- El procesamiento de la serie de datos usada por JICA, mostró que este estudio había ignorado varios eventos no-causantes que pasaban la Línea Crítica propuesta, y que por lo tanto la separabilidad de los eventos no era tan buena como se afirmaba. En particular los eventos de Abril de 1981 y Febrero - Marzo de 1970, reportados en varias estaciones, pasaron la Línea Crítica propuesta.
- Con la inclusión de nuevos eventos, se puede proponer una nueva Línea Crítica que pasa por el evento de Rancho Grande en el Limón (Septiembre 1987) y corta el eje de las abcisas en 210 mm. Esta línea no logra separar totalmente los eventos causantes de los no causantes, pero disminuye la cantidad de alertas falsas que se hubiesen producido con la línea propuesta por JICA.
- Para evaluar la utilidad de esta línea en tiempo real, se determinó una Línea de Alerta según los criterios japoneses, y se estudiaron las trayectorias en el Gráfico de Evaluación (Figura 5.3) para los eventos pasados más notables. Esta línea hubiese permitido anticipar los eventos causantes de aludes de 1951, 1999 y 2005, pero hubiese producido demasiadas alertas falsas.
- El principal problema del Método es que no toma en cuenta la antigüedad de las lluvias y favorece entonces los eventos largos (varias semanas). Se impone entonces

el uso de una metodología que disminuya el peso de las precipitaciones más antiguas, tal como lo hace el Método C.

Aplicación del Método C

- Los indicadores usados en el Gráfico de Evaluación (Figura 5.15), llamados “precipitaciones de trabajo”, se calculan en base a las precipitaciones horarias. Para poder utilizar también los datos diarios disponibles, se estableció una relación empírica entre precipitaciones de trabajo y precipitaciones diarias, en las estaciones con doble registro (horario y diario), y estas relaciones se usaron en las estaciones que tenían sólo datos diarios, a fin de estimar las precipitaciones de trabajo.
- Este Método se aplicó a los eventos extremos más notables ocurridos en la parte Oeste del Litoral del Estado Vargas. Los eventos causantes que se analizaron corresponden a Febrero 1951, Septiembre 1987, Diciembre 1999 y Febrero 2005. Los eventos no-causantes tomados en cuenta fueron los que pasaron la línea crítica del Método A o se acercaron a ésta: Diciembre 1954, Diciembre 1955, Enero 1956, Marzo 1967, Febrero-Marzo 1970, Agosto 1971, Abril-Mayo 1972, Noviembre 1973, Abril 1981, Diciembre 1985, Agosto 1988, Mayo 1990, Noviembre 1991 y Noviembre 2001.
- La representación de todos los eventos en el Gráfico de Evaluación permitió el trazado de una Línea Crítica, que pasa por el evento de Mamo 1999, cortando el eje de las abcisas en 220 mm. De los eventos no causantes sólo el evento de 1970 (en Macuto, Carayaca y Catia la Mar), pasó la Línea Crítica propuesta. Dos puntos representativos de eventos causantes quedaron en la zona segura (Ño León 1951 y Humboldt 2005), pero se trata de estaciones ubicadas en áreas de menor precipitación en estos eventos, y probablemente menos afectadas, o no afectadas, por movimientos en masa y aludes.
- El análisis de sensibilidad del indicador de largo plazo mostró que el cambio en el tiempo de media vida (TMV) utilizado no parece influir en la separabilidad de los eventos. Cualquiera que sea el TMV el evento de 1970 queda en la zona insegura. Por lo tanto se propone utilizar el TMV de 72 horas, propuesto originalmente para el método.
- Este método resulta entonces como el más adecuado tanto para la evaluación de eventos pasados como para la anticipación en tiempo real de aludes torrenciales relacionados con precipitaciones extremas.

RECOMENDACIONES

Para ampliar y darle un mayor alcance a este estudio, se recomienda lo siguiente:

- Seguir la investigación acerca de los eventos extremos pasados, para precisar las circunstancias de los aludes, especialmente la hora de ocurrencia.
- Precisar la relación entre la generación de movimientos en masa y las de los aludes, ya que muchos eventos no fueron causantes de aludes pero sí de movimientos en masa.
- En el futuro, incorporar puntos representativos de nuevos eventos extremos en el Gráfico de Evaluación a medida que se vayan produciendo, lo que podría llevar eventualmente a modificar la Línea Crítica.
- Establecer líneas locales de alerta en base a precipitaciones de referencias con distintos periodo de retorno.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) (2005) “Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. Pacific Consultants Internacional en asociación con Oyo Internacional Corporation. Caracas.

Alfaro, Rosario (2005) “Sistema de alerta temprana para desastres”. Revista Ambientito, Costa Rica. Septiembre 2005.

Andressen, Rigoberto y Pulwarty, Roger (2007) “Análisis de las lluvias excepcionales causantes de la tragedia del Estado Vargas, en diciembre de 1999”. IV simposio internacional de desarrollo sustentable.

www.lmmeteoven.org/archivos/Vargas99.pdf (10-10-2007)

Arellano, Porfirio. (1982) “Las causas sinópticas que produjeron las lluvias extraordinarias caídas en el mes de Abril de 1981”. Caracas, UCV. Facultad de Humanidades y Educación. Escuela de Geografía.

Bertolletti, Gustavo (1997) “A los diez años del alud torrencial ocurrido en el Limón, Maracay, Estado Aragua”

<http://www.geocities.com/rainforest/vines/7195/> (15-04-2008)

Brea, José D. y Spalletti Daniel (2003) “Flujos densos e hidráulicos de ríos”. Primer simposio regional sobre hidráulica de ríos. Buenos Aires, Argentina.

CENAPRED, (2006) “Segunda mesa de trabajo: Sistemas de Alertamientos Temprano”. Seminario sobre la reducción de riesgos en América Latina y el Caribe. México. DF. Marzo, 2006.

CEPAL, (2000). “Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999. Los efectos socioeconómicos de las inundaciones y deslizamientos en Venezuela en 1999. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, Caracas.

Cárdenas C. Antonio L. (2000) “Análisis del fenómeno ocurrido en el Litoral venezolano en diciembre de 1999”. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales N°213. Universidad de Barcelona. España.

Fuenmayor, Héctor. (1991) “IV Conferencia Sobre Control de Erosión”. Maracay. MARN, JICA.

González-García, A.J. y Mayorga-Márquez, R. (2004) “Thresholds for Rainfall Events that induce Landslides in Colombia” Landslides: Evaluation and Stabilization, Lacerda, Ehrlich, Fontoura & Sayao (eds), Taylor and Francis Group, London, ISBN 04 1535 665 2.

Guerra, Omar. (1965) “Invasión de las Masas de Aire Polar a Venezuela”. Caracas. DIH-UCV.

- Guillén, Marielba. (1991) "IV Conferencia Sobre Control de Erosión". Maracay. MARN, JICA.
- Gutiérrez, Estadio (2006) "Caracterización de las condiciones meteorológicas presentes en febrero de 2005 sobre Venezuela, empleando los productos atmosféricos del sensor MODIS" Terra, Instituto de Geografía y Desarrollo Regional de los Postgrados en Geografía. UCV. Volumen XXII, N° 31.
- IMF (2005) "Archivo fotográfico del Instituto de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela". Caracas 2005.
- IMF (2007) "Evaluación y Prevención de Riesgos de origen Hidrometeorológico y Geodinámico en las cuencas Tacagua, Mamo y La Zorra en el Estado Vargas". Ejecutado para Corpovargas y la Unión Europea en el marco del proyecto PREDERES. Diciembre 2007, UCV.
- IGME (2007) "Movimientos del terreno". Instituto Geológico y Minero de España & Ministerio de Educación y Ciencia. España.
http://www.inforiesgos.es/es/riesgos/naturales/movimientos_terreno/ (18-02-2008)
- IDI-Infrastructure Development Institute (2004). Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2004) "Development of warning and evacuation system against sediment disasters in developing countries". Japan.
- López, José y Falcón Marco (1999) "Calculación of Bed Changes in Mountain Streams" Journal of Hydraulic engineering, ASCE, Vol 125. N° 3..
- López, José L (2005) "Estrategia de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el valle de Caracas: situación actual y perspectivas futuras". Rev.de la Fac. Ing. UCV, vol. 20, n° 4, p.61-73. ISSN 0798-4065.
- López, José L, Courtel Francois & Bello Marco T (2005) "Las inundaciones, los aludes torrenciales y sus medidas de prevención y mitigación". Caracas, IMF. UCV.
- López, José L & García, Reinaldo (2006) "Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela". Caracas, IMF. UCV.
- Lugo, Miguel (2002) "Base de Datos de Eventos Históricos sobre Aludes Torrenciales y Similares en el Marco del Proyecto Ávila". Caracas.
- Pacheco Troconis, Germán (2002) "Lluvias torrenciales, avenidas y deslaves en la Cordillera de la Costa, Venezuela: un enfoque histórico". Caracas. Fondo Editorial Tropykos.
- Pando, M. et al (2003) "Deslizamientos en Puerto Rico producidos por Lluvias: Descripción General", Rev. Int. De Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, vol. 4(1) 53.

Corporación Andina de Fomento (CAF), Programa de Naciones Unidas (PNUD) y Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2000). “Efectos de las lluvias caídas en Venezuela en diciembre de 1999”. CBD publicaciones. Caracas.

Salcedo, D. (2000) “Los Flujos Torrenciales Catastróficos de Diciembre de 1999 en el Estado Vargas y en el Área Metropolitana de Caracas. Características y Lecciones Aprendidas”. Seminario del IMF, Facultad de Ingeniería, UCV.

Silva M, Gustavo. (2003) “Ríos y Corrientes Naturales”. Bogotá
<http://www.geocities.com/gsilvam/cauces> (18-02-2008)

Suarez D, Julián. (1998) “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Ortigao, J. et al (2000) “Rio-Watch 2000: The Rio de Janeiro Landslide Alarm System”, Seminario Internacional sobre Aludes Torrenciales, IMF, Facultad de Ingeniería, UCV.

Vivas R, María I (2003) “Evaluación de amenazas torrenciales en el valle del río San Julián”, Trabajo de Grado presentado a la Universidad Central de Venezuela para optar por el título de Magister Scientiarum en Ingeniería Hidráulica. Caracas, UCV.

MINCI (2005) “Balance de daños causados por las lluvias” Ministerio de Interior y Justicia. Noticias Nacionales. Venezuela.
http://www.minci.gov.ve/pagina/1/2873/balance_de_danos.html (15-04-2008)

Villagrán de León, J.C. et al. (2007) “Sistema de Alerta Temprana en el Hemisferio Americano”, Reporte final de la Consulta Hemisférica sobre Alerta Temprana.
http://www.crid.or.cr/crid/CD_GERIMU06/pdf/spa/doc14539/doc14539.pdf
(17-10-2007)

http://www.lmmeteoven.org/archivos/Analisis_FAV.html (10-10-2007)

Material Fílmico

Bolívar Films (Producciones), “Derrumbes en el Litoral de Vargas en el año 1939” Caracas 2007.

Bolívar Films (Producciones), “Derrumbes de barro y lodo en Vargas en el año 1949” Caracas 2007.

Prensa

El Universal, Caracas. Martes 13 de Febrero de 1951 N° 14.958

El Universal, Caracas. Miércoles 14 de Febrero de 1951 N° 14.959

El Universal, Caracas. Jueves 15 de Febrero de 1951 N° 14.960

El Universal, Caracas. Viernes 16 de Febrero de 1951 N° 14.961

El Universal, Caracas. Sábado 17 de Febrero de 1951 N° 14.962

El Universal, Caracas. Sábado 24 de Febrero de 1951 N° 14.969

El Universal, Caracas. Domingo 25 de Febrero de 1951 N° 14.970

El Universal, Caracas. Lunes 26 de Febrero de 1951 N° 14.971

El Universal, Caracas. Martes 27 de Febrero de 1951 N° 14.972

El Universal, Caracas. Martes 3 de Marzo de 1970 N° 21.811

El Universal, Caracas. Miércoles 4 de Marzo de 1970 N° 21.812

El Universal, Caracas. Jueves 5 de Marzo de 1970 N° 21.813

El Universal, Caracas. Viernes 6 de Marzo de 1970 N° 21.814

Anexo N° 1

Datos diarios y horarios de precipitación de los eventos extremos.

Eventos causantes

Febrero 1951, Septiembre 1987, Diciembre 1999, Febrero 2005

Evento Febrero 1951

| Evento de Febrero 1951 | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Alto Ño León | | Estación: Cagigal | | Estación: Maiquetía INOS | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 5-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 |
| 6-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 7-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 8-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 9-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 2.6 | 2.8 |
| 10-feb-51 | 0.0 | 0.0 | 12.1 | 12.7 | 4.6 | 7.4 |
| 11-feb-51 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 13.0 | 3.0 | 10.4 |
| 12-feb-51 | 0.0 | 0.4 | 5.7 | 18.7 | 0.6 | 11.0 |
| 13-feb-51 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 19.5 | 0.8 | 11.8 |
| 14-feb-51 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 19.5 | 0.0 | 11.8 |
| 15-feb-51 | 21.6 | 22.2 | 0.0 | 19.5 | 3.8 | 15.6 |
| 16-feb-51 | 84.2 | 106.4 | 9.3 | 28.8 | 193.0 | 208.6 |
| 17-feb-51 | 44.4 | 150.8 | 72.9 | 101.7 | 26.4 | 235.0 |
| 18-feb-51 | 2.8 | 153.6 | 18.7 | 120.4 | 2.4 | 237.4 |
| 19-feb-51 | 1.0 | 154.6 | 5.9 | 126.3 | 18.2 | 255.6 |
| 20-feb-51 | 11.6 | 166.2 | 0.4 | 126.7 | 9.8 | 265.4 |
| 21-feb-51 | 26.8 | 193.0 | 0.7 | 127.4 | 19.6 | 285.0 |
| 22-feb-51 | 0.2 | 193.2 | 40.5 | 167.9 | 2.8 | 287.8 |
| 23-feb-51 | 0.2 | 193.4 | 7.8 | 175.7 | 1.0 | 288.8 |
| 24-feb-51 | 9.0 | 202.4 | 0.3 | 176.0 | 51.2 | 340.0 |
| 25-feb-51 | 0.2 | 202.6 | 1.6 | 177.6 | 0.0 | 340.0 |
| 26-feb-51 | 5.8 | 208.4 | 0.0 | 177.6 | 93.6 | 433.6 |
| 27-feb-51 | 0.0 | 208.4 | 7.8 | 185.4 | 0.0 | 433.6 |
| 28-feb-51 | 0.0 | 208.4 | 0.0 | 185.4 | 0.0 | 433.6 |

Precipitaciones diarias del evento de febrero 1951

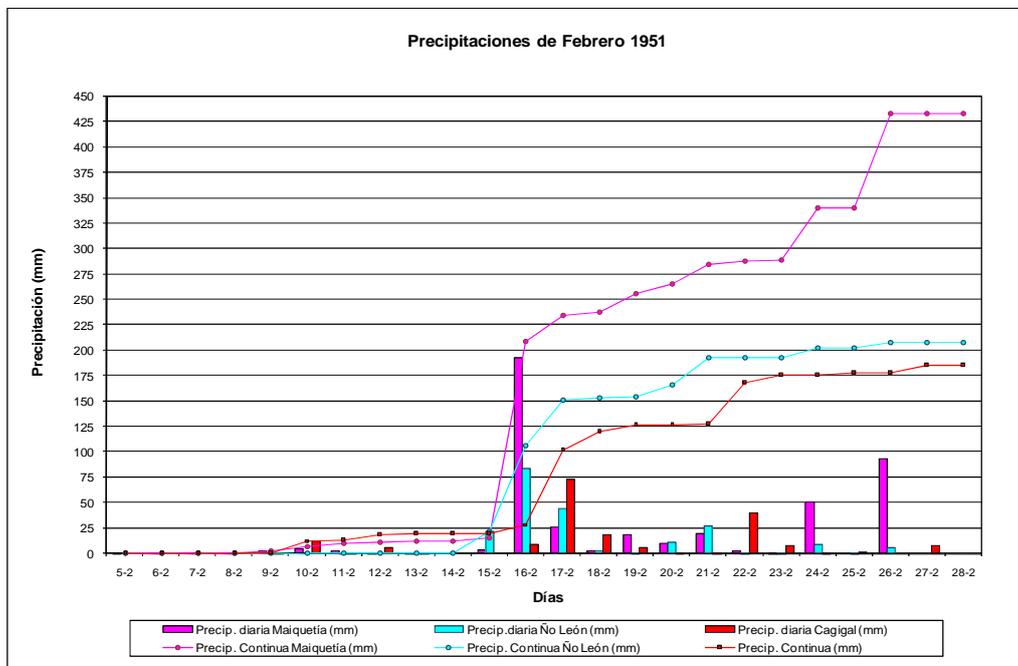


Gráfico de precipitaciones del evento de febrero 1951

Evento Septiembre 1987

| Evento de Septiembre 1987 | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Rancho Grande | | |
| Día | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 25-ago-87 | 0.0 | 0.0 |
| 26-ago-87 | 0.9 | 0.9 |
| 27-ago-87 | 10.4 | 11.3 |
| 28-ago-87 | 15.1 | 26.4 |
| 29-ago-87 | 0.4 | 26.8 |
| 30-ago-87 | 0.0 | 26.8 |
| 31-ago-87 | 0.0 | 26.8 |
| 1-sep-87 | 0.6 | 27.4 |
| 2-sep-87 | 0.5 | 27.9 |
| 3-sep-87 | 0.8 | 28.7 |
| 4-sep-87 | 27.7 | 56.4 |
| 5-sep-87 | 0.9 | 57.3 |
| 6-sep-87 | 181.5 | 238.8 |
| 7-sep-87 | 0.0 | 238.8 |
| 8-sep-87 | 0.0 | 238.8 |
| 9-sep-87 | 1.7 | 240.5 |

Precipitaciones diarias del evento de septiembre 1987

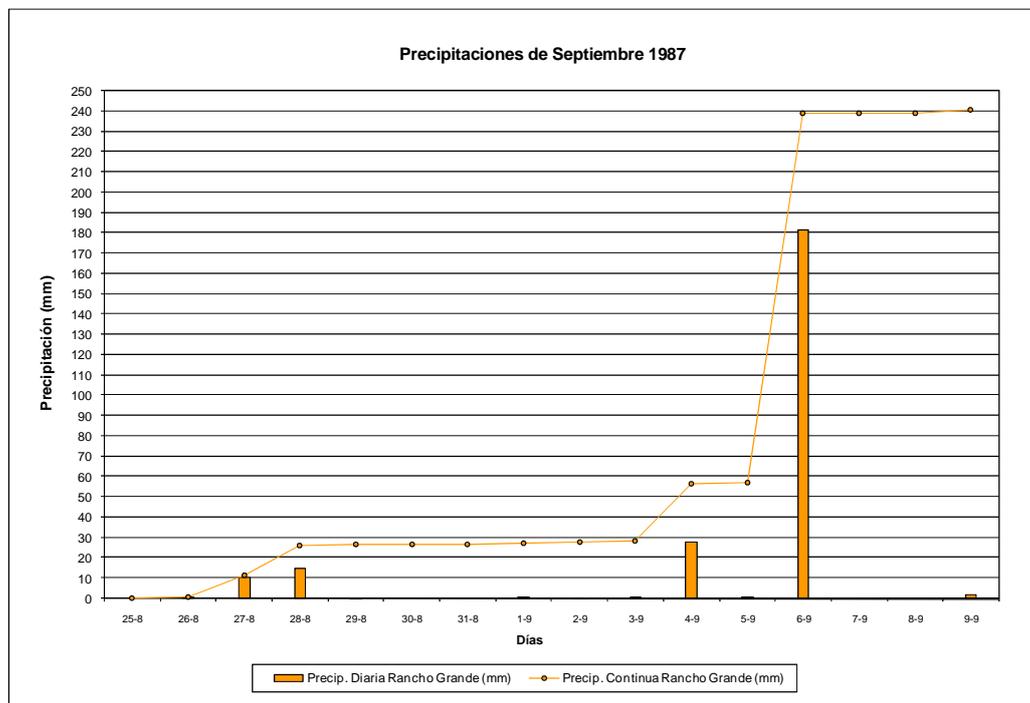


Gráfico de precipitaciones del evento de septiembre 1987

Evento Diciembre 1999

| Evento de Diciembre 1999 | | | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Maiquetía | | | Estación: Mamo EN | |
| Día | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 01-dic-99 | 6.0 | 6.0 | 18.9 | 18.9 |
| 02-dic-99 | 77.3 | 83.3 | 29.2 | 48.1 |
| 03-dic-99 | 121.2 | 204.5 | 36.9 | 85.0 |
| 04-dic-99 | 11.8 | 216.3 | 1.0 | 86.0 |
| 05-dic-99 | | 216.3 | 0.0 | 86.0 |
| 06-dic-99 | 1.1 | 217.4 | 0.0 | 86.0 |
| 07-dic-99 | 5.0 | 222.4 | 2.7 | 88.7 |
| 08-dic-99 | 8.1 | 230.5 | 2.4 | 91.1 |
| 09-dic-99 | 7.0 | 237.5 | 9.9 | 101.0 |
| 10-dic-99 | | 237.5 | 0.0 | 101.0 |
| 11-dic-99 | 23.2 | 260.7 | 0.0 | 101.0 |
| 12-dic-99 | 21.8 | 282.5 | 18.5 | 119.5 |
| 13-dic-99 | 4.1 | 286.6 | 1.1 | 120.6 |
| 14-dic-99 | 120.0 | 406.6 | 9.2 | 129.8 |
| 15-dic-99 | 380.7 | 787.3 | 94.2 | 224.0 |
| 16-dic-99 | 410.4 | 1197.7 | 138.9 | 362.9 |

Precipitaciones diarias del evento de diciembre 1999

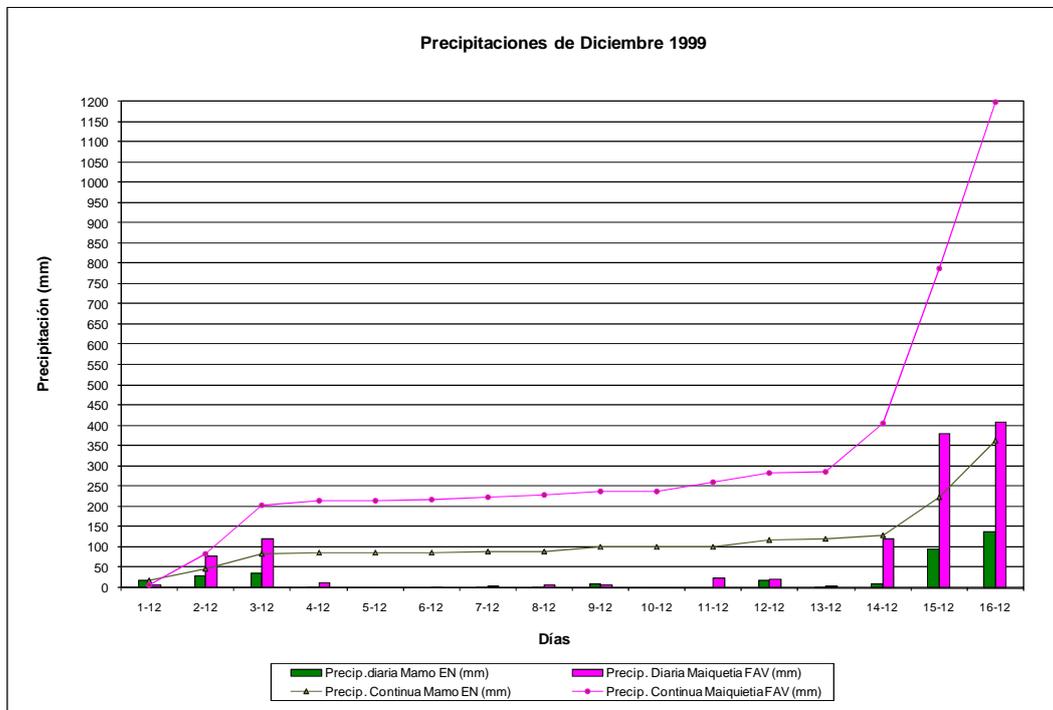


Gráfico de precipitaciones del evento de diciembre 1999

Evento Febrero 2005

| Evento de Febrero 2005 | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Humboldt | | Estación: Los Venados | | Estación: Macuto | | Estación: Maiquetía FAV | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 07-feb-05 | 39.0 | 39.0 | 37.6 | 37.6 | 44.5 | 44.5 | 33.6 | 34.0 |
| 08-feb-05 | 51.5 | 90.5 | 45.0 | 82.6 | 101.5 | 146.0 | 123.4 | 157.4 |
| 09-feb-05 | 26.1 | 116.6 | 0.5 | 83.1 | 176.2 | 322.2 | 75.9 | 233.3 |
| 10-feb-05 | 42.6 | 159.2 | 0.0 | 83.1 | 110.7 | 432.9 | 65.5 | 298.8 |

Precipitaciones diarias del evento de febrero 2005

| Evento de Febrero 2005 | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Picacho | | Estación: San Isidro | | Estación: San Jose | | Estación: San Francisco | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 07-feb-05 | 0.0 | 91.0 | 48.3 | 48.3 | 77.2 | 77.2 | 0.0 | 0.0 |
| 08-feb-05 | 60.1 | 151.1 | 44.5 | 92.8 | 85.4 | 162.6 | 60.5 | 60.5 |
| 09-feb-05 | 99.7 | 250.8 | 23.6 | 116.4 | 155.9 | 318.5 | 110.2 | 170.7 |
| 10-feb-05 | 114.1 | 364.9 | 54.8 | 171.2 | 108.5 | 427.0 | 159.7 | 330.4 |

Precipitaciones diarias del evento de febrero 2005

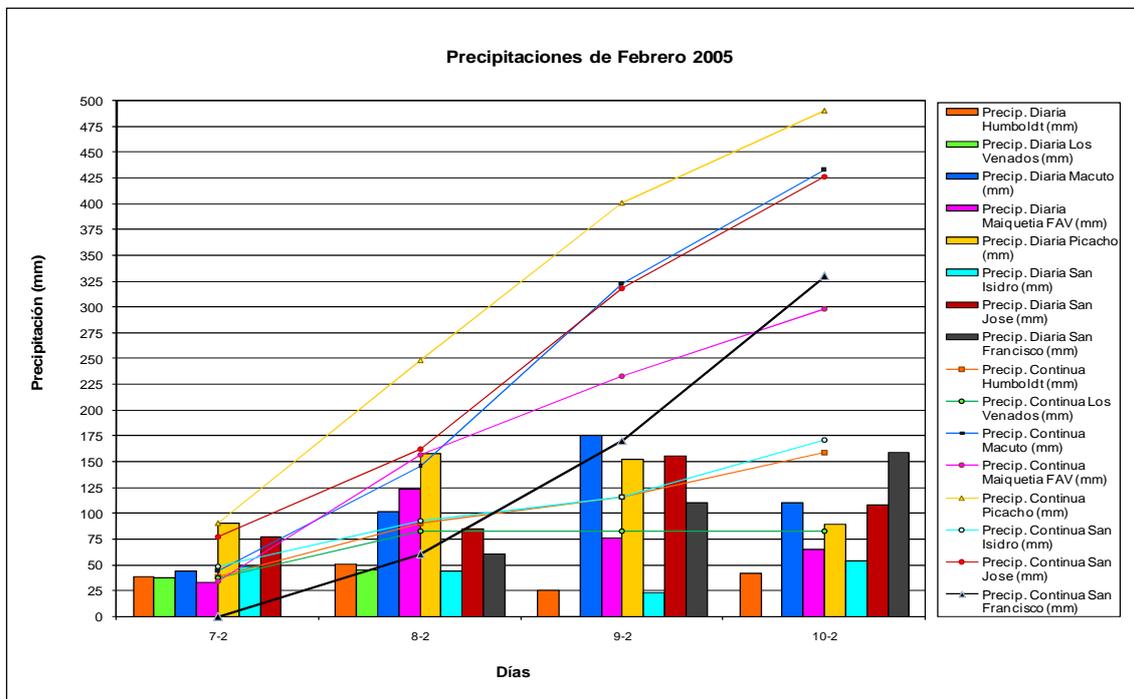


Gráfico de precipitaciones del evento de febrero 2005

Eventos no causantes

Diciembre 1954, Diciembre 1955, Enero 1956, Marzo 1967, Febrero-Marzo 1970, Agosto 1971, Abril-Mayo 1972, Noviembre 1973, Abril 1981, Diciembre 1985, Agosto 1988, Mayo 1990, Noviembre 1991 y Noviembre 2001.

Evento de Noviembre – Diciembre 1954

| Evento de Nov - Dic 1954 | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Maiquetía INOS | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 21-nov-54 | 27.4 | 27.4 |
| 22-nov-54 | 4.2 | 31.6 |
| 23-nov-54 | 7.8 | 39.4 |
| 24-nov-54 | 7.9 | 47.3 |
| 25-nov-54 | 7.1 | 54.4 |
| 26-nov-54 | 0.6 | 55.0 |
| 27-nov-54 | 5.2 | 60.2 |
| 28-nov-54 | 42.1 | 102.3 |
| 29-nov-54 | 9.7 | 112.0 |
| 30-nov-54 | 5.3 | 117.3 |
| 1-dic-54 | 8.4 | 125.7 |
| 2-dic-54 | 2.0 | 127.7 |
| 3-dic-54 | 2.9 | 130.6 |
| 4-dic-54 | 12.4 | 143.0 |
| 5-dic-54 | 5.3 | 148.3 |
| 6-dic-54 | 0.0 | 148.3 |
| 7-dic-54 | 0.0 | 148.3 |
| 8-dic-54 | 2.0 | 150.3 |
| 9-dic-54 | 4.8 | 155.1 |
| 10-dic-54 | 23.8 | 178.9 |
| 11-dic-54 | 18.4 | 197.3 |
| 12-dic-54 | 45.6 | 242.9 |
| 13-dic-54 | 16.4 | 259.3 |
| 14-dic-54 | 55.4 | 314.7 |

Precipitaciones diarias del evento de Noviembre – Diciembre 1954

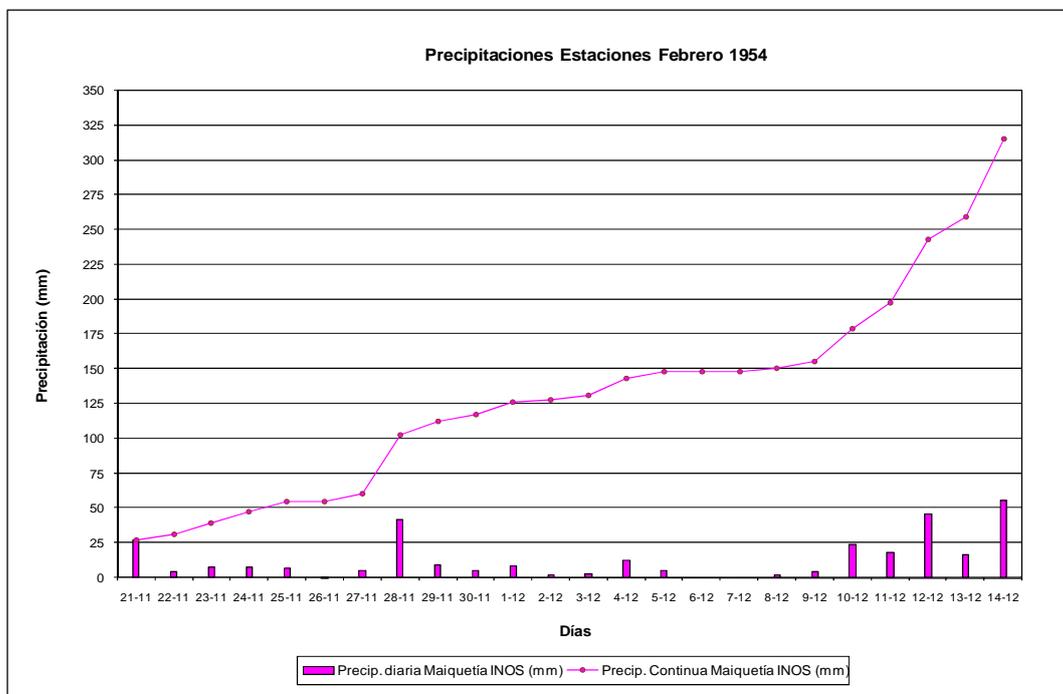


Gráfico de precipitaciones del evento de Noviembre – Diciembre 1954

Evento de Diciembre 1955

| Evento de Diciembre 1955 | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Alto Ño León | | Estación: Macuto | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Prec. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 22-nov-55 | 0.6 | 0.6 | 2.7 | 2.7 |
| 23-nov-55 | 0.4 | 1.0 | 9.2 | 11.9 |
| 24-nov-55 | 1.4 | 2.4 | 10.9 | 22.8 |
| 25-nov-55 | 3.0 | 5.4 | 0.5 | 23.3 |
| 26-nov-55 | 3.1 | 8.5 | 0.0 | 23.3 |
| 27-nov-55 | 12.7 | 21.2 | 60.1 | 83.4 |
| 28-nov-55 | 0.0 | 21.2 | 17.5 | 100.9 |
| 29-nov-55 | 0.0 | 21.2 | 0.9 | 101.8 |
| 30-nov-55 | 0.2 | 21.4 | 0.0 | 101.8 |
| 1-dic-55 | 25.6 | 47.0 | 6.0 | 107.8 |
| 2-dic-55 | 0.2 | 47.2 | 0.6 | 108.4 |
| 3-dic-55 | 0.0 | 47.2 | 0.9 | 109.3 |
| 4-dic-55 | 0.0 | 47.2 | 1.1 | 110.4 |
| 5-dic-55 | 0.0 | 47.2 | 8.5 | 118.9 |
| 6-dic-55 | 0.0 | 47.2 | 0.0 | 118.9 |
| 7-dic-55 | 2.7 | 49.9 | 0.0 | 118.9 |
| 8-dic-55 | 4.9 | 54.8 | 4.6 | 123.5 |
| 9-dic-55 | 23.6 | 78.4 | 5.8 | 129.3 |
| 10-dic-55 | 53.8 | 132.2 | 55.6 | 184.9 |
| 11-dic-55 | 1.3 | 133.5 | 36.6 | 221.5 |
| 12-dic-55 | 3.7 | 137.2 | 68.8 | 290.3 |
| 13-dic-55 | 1.8 | 139.0 | 37.4 | 327.7 |
| 14-dic-55 | 6.1 | 145.1 | 9.6 | 337.3 |
| 15-dic-55 | 3.7 | 148.8 | 0.0 | 337.3 |

Precipitaciones diarias del evento de Diciembre 1955

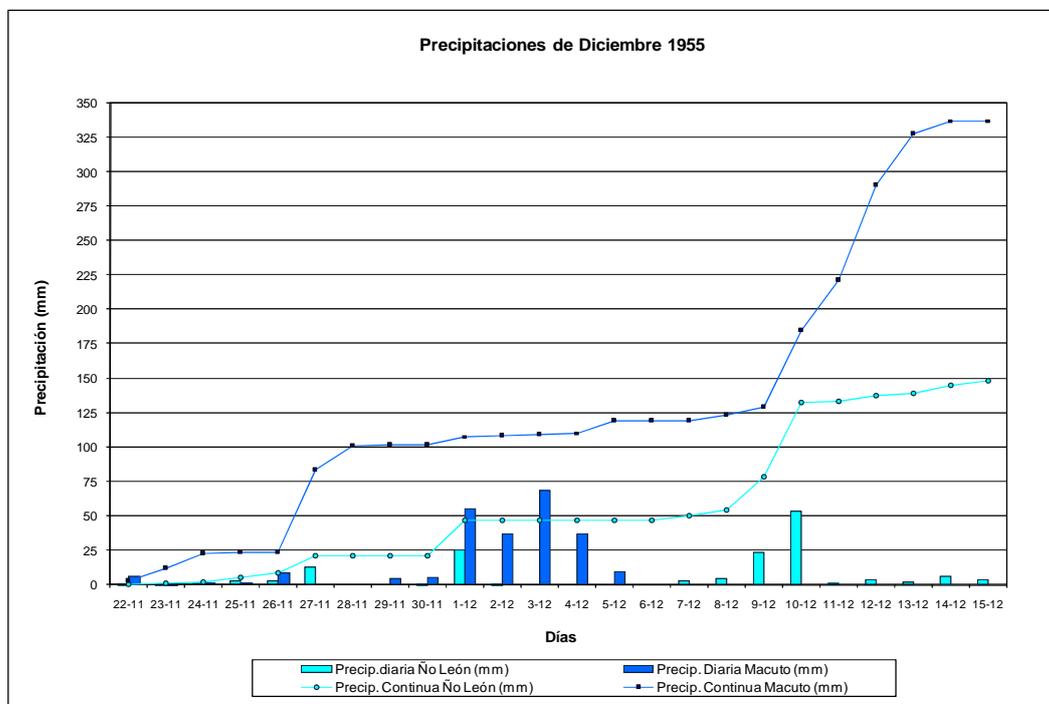


Gráfico de precipitaciones del evento de Diciembre 1955

Evento de Enero 1956

| Evento de Enero 1956 | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Maiquetía INOS | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 15-dic-55 | 0.0 | 0.0 |
| 16-dic-55 | 0.0 | 0.0 |
| 17-dic-55 | 8.7 | 8.7 |
| 18-dic-55 | 5.0 | 13.7 |
| 19-dic-55 | 0.0 | 13.7 |
| 20-dic-55 | 0.0 | 13.7 |
| 21-dic-55 | 0.0 | 13.7 |
| 22-dic-55 | 0.2 | 13.9 |
| 23-dic-55 | 0.2 | 14.1 |
| 24-dic-55 | 0.0 | 14.1 |
| 25-dic-55 | 0.0 | 14.1 |
| 26-dic-55 | 0.0 | 14.1 |
| 27-dic-55 | 0.0 | 14.1 |
| 28-dic-55 | 0.0 | 14.1 |
| 29-dic-55 | 3.3 | 17.4 |
| 30-dic-55 | 0.0 | 17.4 |
| 31-dic-55 | 0.0 | 17.4 |
| 1-ene-56 | 0.4 | 17.8 |
| 2-ene-56 | 0.0 | 17.8 |
| 3-ene-56 | 7.8 | 25.6 |
| 4-ene-56 | 4.8 | 30.4 |
| 5-ene-56 | 129.4 | 159.8 |
| 6-ene-56 | 80.0 | 239.8 |
| 7-ene-56 | 5.8 | 245.6 |

Precipitaciones diarias del evento de Enero 1956

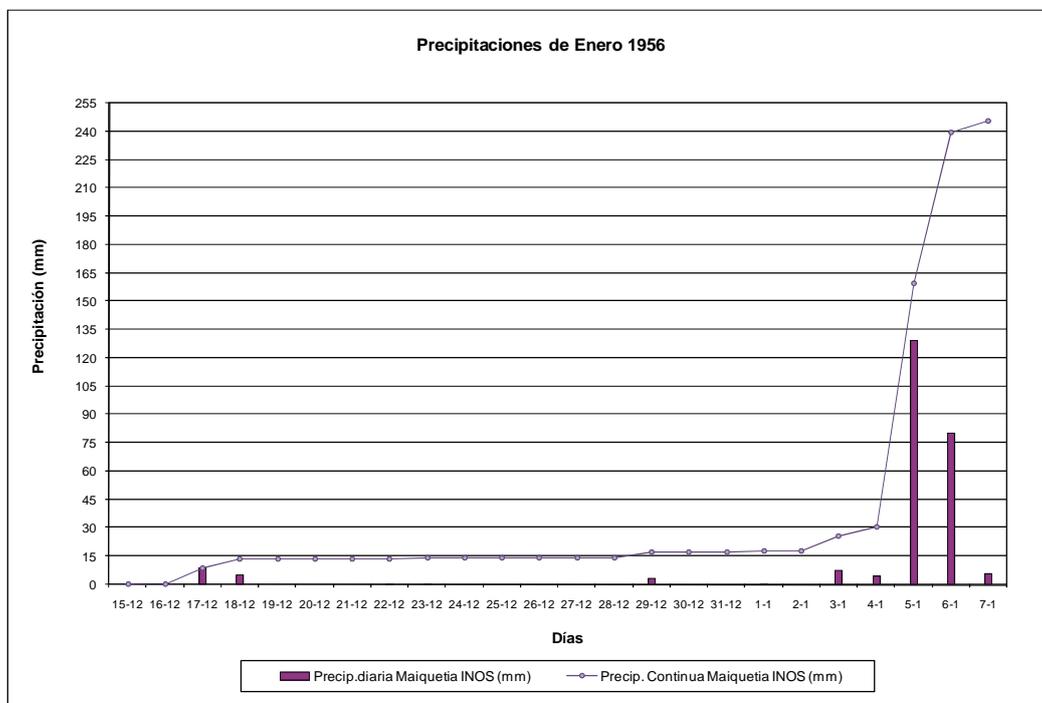


Gráfico de precipitaciones del evento de Enero 1956

Evento de Marzo 1967

| Evento de Marzo 1967 | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | | Estación: Corralito | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 26-feb-67 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | |
| 27-feb-67 | 0.8 | 0.8 | 1.0 | |
| 28-feb-67 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | |
| 29-feb-67 | 0.0 | 1.0 | | |
| 1-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 2-mar-67 | 0.0 | 1.0 | - | |
| 3-mar-67 | 0.0 | 1.0 | - | |
| 4-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.1 | 0.1 |
| 8-mar-67 | 0.0 | 1.0 | 0.2 | 0.3 |
| 9-mar-67 | 8.4 | 9.4 | 3.2 | 3.5 |
| 10-mar-67 | 0.2 | 9.6 | 0.0 | 3.5 |
| 11-mar-67 | 1.9 | 11.5 | 0.7 | 4.2 |
| 12-mar-67 | 0.0 | 11.5 | 0.0 | 4.2 |
| 13-mar-67 | 0.0 | 11.5 | 0.0 | 4.2 |
| 14-mar-67 | 0.2 | 11.7 | 0.8 | 5.0 |
| 15-mar-67 | 0.2 | 11.9 | 0.0 | 5.0 |
| 16-mar-67 | 35.3 | 47.2 | 22.7 | 27.7 |
| 17-mar-67 | 38.6 | 85.8 | 17.4 | 45.1 |
| 18-mar-67 | 73.7 | 159.5 | 53.9 | 99.0 |
| 19-mar-67 | 27.0 | 186.5 | 18.6 | 117.6 |
| 20-mar-67 | 0.0 | 186.5 | 0.2 | 117.8 |

Precipitaciones diarias del evento de Marzo 1967

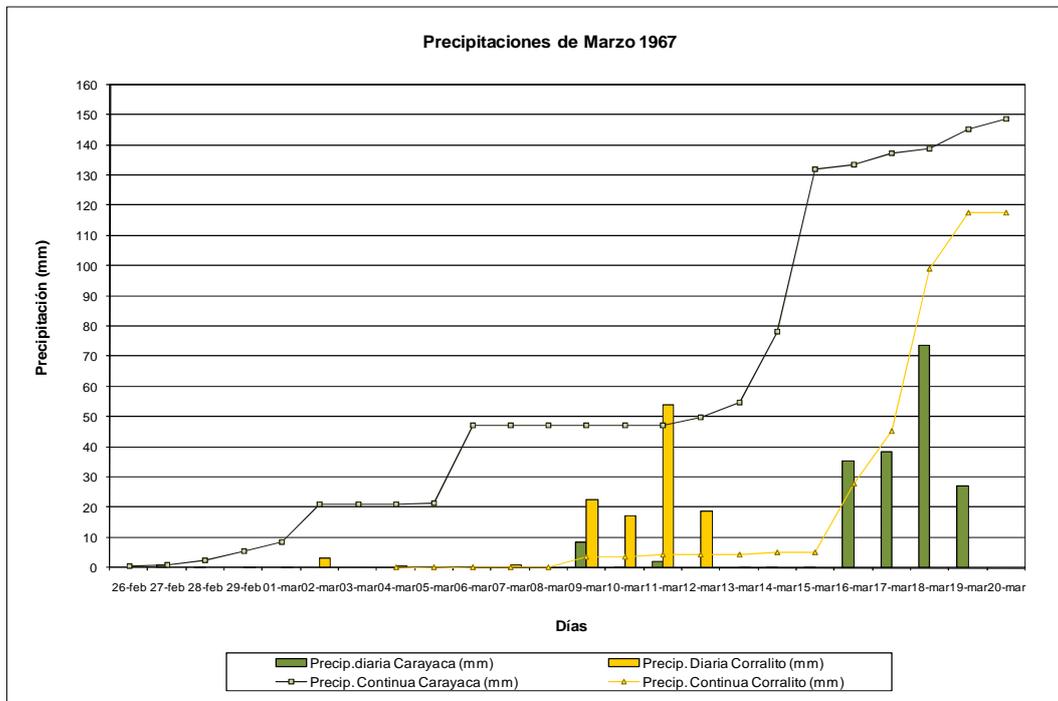


Gráfico de precipitaciones del evento de Marzo 1967

Evento Febrero 1970 Evento Febrero 1970

| Evento de Febrero 1970 | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Alto Ño León | | Estación: Cagigal | | Estación: Carayaca | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 09-feb-70 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 1.1 | 0.2 | 0.2 |
| 10-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.2 | 1.3 | 0 | 0.2 |
| 11-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.5 | 1.8 | 0 | 0.2 |
| 12-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.3 | 2.1 | 0 | 0.2 |
| 13-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.3 | 2.4 | 0 | 0.2 |
| 14-feb-70 | 0 | 0.1 | 0 | 2.4 | 0 | 0.2 |
| 15-feb-70 | 0 | 0.1 | 0 | 2.4 | 0 | 0.2 |
| 16-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.4 | 2.8 | 0.4 | 0.6 |
| 17-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.4 | 3.2 | 0 | 0.6 |
| 18-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.5 | 3.7 | 6.2 | 6.8 |
| 19-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.6 | 4.3 | 2.4 | 9.2 |
| 20-feb-70 | 0 | 0.1 | 0.4 | 4.7 | 1.1 | 10.3 |
| 21-feb-70 | 0.2 | 0.3 | 0 | 4.7 | 0 | 10.3 |
| 22-feb-70 | 1.5 | 1.8 | 0 | 4.7 | 2 | 12.3 |
| 23-feb-70 | 2.3 | 4.1 | 0 | 4.7 | 6.2 | 18.5 |
| 24-feb-70 | 2 | 6.1 | 0 | 4.7 | 1 | 19.5 |
| 25-feb-70 | 0.8 | 6.9 | 0 | 4.7 | 4.4 | 23.9 |
| 26-feb-70 | 0.6 | 7.5 | 0 | 4.7 | 0 | 23.9 |
| 27-feb-70 | 0.2 | 7.7 | 0 | 4.7 | 0 | 23.9 |
| 28-feb-70 | 7.1 | 14.8 | 0 | 4.7 | 45.9 | 69.8 |
| 01-mar-70 | 41.6 | 56.4 | 1 | 5.7 | 86.3 | 156.1 |
| 02-mar-70 | 33 | 89.4 | 36.3 | 42 | 124.2 | 280.3 |
| 03-mar-70 | 43.3 | 132.7 | 41 | 83 | 61.8 | 342.1 |
| 04-mar-70 | 0.6 | 133.3 | 1.3 | 84.3 | 24.6 | 366.7 |

Precipitaciones diarias del evento de Febrero 1970

| Evento de Febrero 1970 | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Catia La Mar | | Estación: Corralito | | Estación: Macuto | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 09-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 |
| 10-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 11-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 12-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 13-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 14-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 15-feb-70 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0.2 |
| 16-feb-70 | 0 | 0 | 0.4 | 0.8 | 2.7 | 2.9 |
| 17-feb-70 | 1.2 | 1.2 | 0.4 | 1.2 | 0 | 2.9 |
| 18-feb-70 | 0 | 1.2 | 3.7 | 4.9 | 1.7 | 4.6 |
| 19-feb-70 | 0.1 | 1.3 | 3 | 7.9 | 0.4 | 5 |
| 20-feb-70 | 0 | 1.3 | 0.7 | 8.6 | 0.2 | 5.2 |
| 21-feb-70 | 0 | 1.3 | 0 | 8.6 | 0 | 5.2 |
| 22-feb-70 | 0 | 1.3 | 1.7 | 10.3 | 0 | 5.2 |
| 23-feb-70 | 0 | 1.3 | 2.8 | 13.1 | 0 | 5.2 |
| 24-feb-70 | 0 | 1.3 | 2.6 | 15.7 | 0.2 | 5.4 |
| 25-feb-70 | 0 | 1.3 | 1.5 | 17.2 | 0 | 5.4 |
| 26-feb-70 | 0 | 1.3 | 0 | 17.2 | 0 | 5.4 |
| 27-feb-70 | 0 | 1.3 | 0.2 | 17.4 | 0 | 5.4 |
| 28-feb-70 | 0 | 1.3 | 38 | 55.4 | 24.2 | 29.6 |
| 01-mar-70 | 23.8 | 25.1 | 96 | 151.4 | 49.8 | 79.4 |
| 02-mar-70 | 37.3 | 62.4 | 94 | 245.4 | 167 | 246.4 |
| 03-mar-70 | 161.6 | 224 | 54 | 299.4 | 40.2 | 286.6 |
| 04-mar-70 | 28.5 | 252.5 | 0.6 | 300 | 15.9 | 302.5 |

Precipitaciones diarias del evento de Febrero 1970. (Continuación 1)

| Evento de Febrero 1970 | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Maiquetía FAV | | Estación: Maiquetía Inos | | Estación: Mamo Inos | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 09-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-feb-70 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-feb-70 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 0.4 | 0.4 |
| 17-feb-70 | 0.3 | 0.3 | 0 | 1 | 0 | 0.4 |
| 18-feb-70 | 0 | 0.3 | 0.8 | 1.8 | 0 | 0.4 |
| 19-feb-70 | 0 | 0.3 | 0.2 | 2 | 0.4 | 0.8 |
| 20-feb-70 | 0 | 0.3 | 0 | 2 | 0 | 0.8 |
| 21-feb-70 | 0 | 0.3 | 0 | 2 | 0 | 0.8 |
| 22-feb-70 | 0 | 0.3 | 0 | 2 | 0 | 0.8 |
| 23-feb-70 | 0 | 0.3 | 0 | 2 | 0 | 0.8 |
| 24-feb-70 | 2.1 | 2.4 | 0.2 | 2.2 | 0.6 | 1.4 |
| 25-feb-70 | 0 | 2.4 | 0 | 2.2 | 0 | 1.4 |
| 26-feb-70 | 0 | 2.4 | 0 | 2.2 | 0 | 1.4 |
| 27-feb-70 | 0 | 2.4 | 0 | 2.2 | 0 | 1.4 |
| 28-feb-70 | 1.6 | 4.0 | 28 | 30.2 | 14.6 | 16 |
| 01-mar-70 | 27.3 | 31.3 | 63.8 | 94 | 30.8 | 46.8 |
| 02-mar-70 | 91.9 | 123.2 | 127 | 221 | 146 | 192.8 |
| 03-mar-70 | 89.7 | 212.9 | 26.6 | 247.6 | 39.7 | 232.5 |
| 04-mar-70 | 1.5 | 214.4 | 5.5 | 253.1 | 0 | 232.5 |

Precipitaciones diarias del evento de Febrero 1970. (Continuación 2)

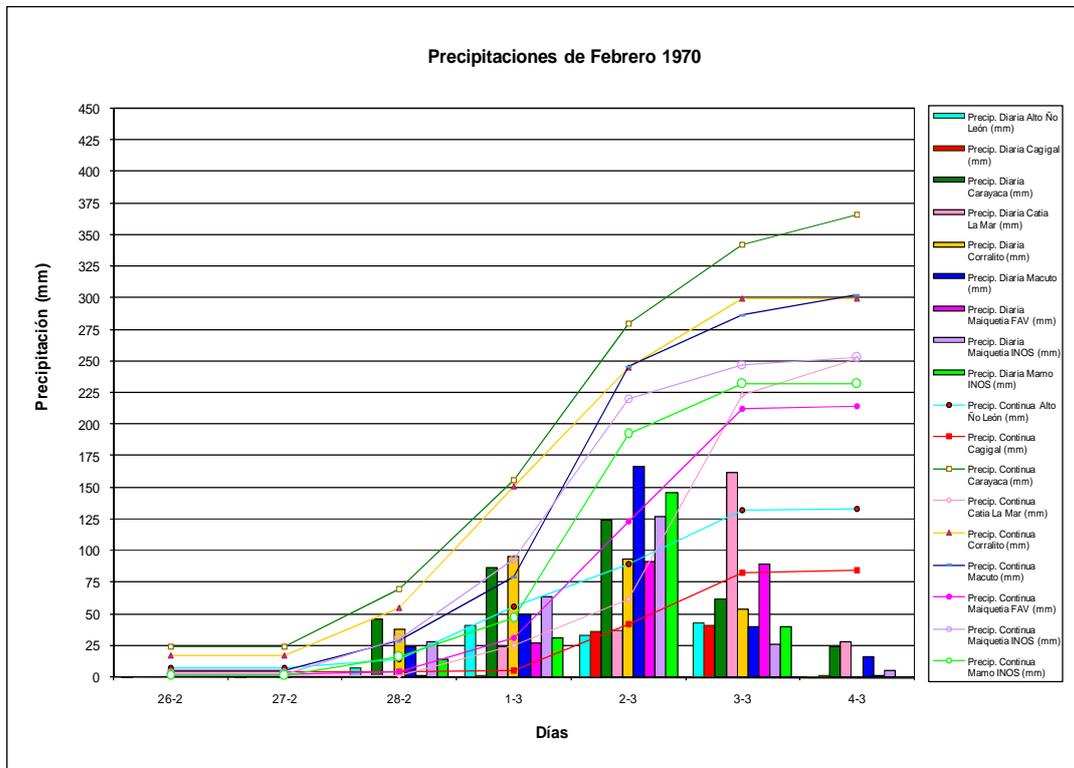


Gráfico de precipitaciones del evento de Febrero 1970

Evento de Agosto 1971

| Evento de Agosto 1971 | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 4-ago-71 | 0 | 0 |
| 5-ago-71 | 0 | 0 |
| 6-ago-71 | 0 | 0 |
| 7-ago-71 | 0 | 0 |
| 8-ago-71 | 0 | 0 |
| 9-ago-71 | 0 | 0 |
| 10-ago-71 | 0 | 0 |
| 11-ago-71 | 0 | 0 |
| 12-ago-71 | 0 | 0 |
| 13-ago-71 | 17.6 | 17.6 |
| 14-ago-71 | 0 | 17.6 |
| 15-ago-71 | 46 | 63.6 |
| 16-ago-71 | 3.4 | 67 |
| 17-ago-71 | 0 | 67 |
| 18-ago-71 | 6 | 73 |
| 19-ago-71 | 0 | 73 |
| 20-ago-71 | 0 | 73 |
| 21-ago-71 | 0 | 73 |
| 22-ago-71 | 0.4 | 73.4 |
| 23-ago-71 | 2.8 | 76.2 |
| 24-ago-71 | 0 | 76.2 |
| 25-ago-71 | 92.5 | 168.7 |
| 26-ago-71 | 72.5 | 241.2 |
| 27-ago-71 | 9 | 250.2 |

Precipitaciones diarias del evento de Agosto 1971

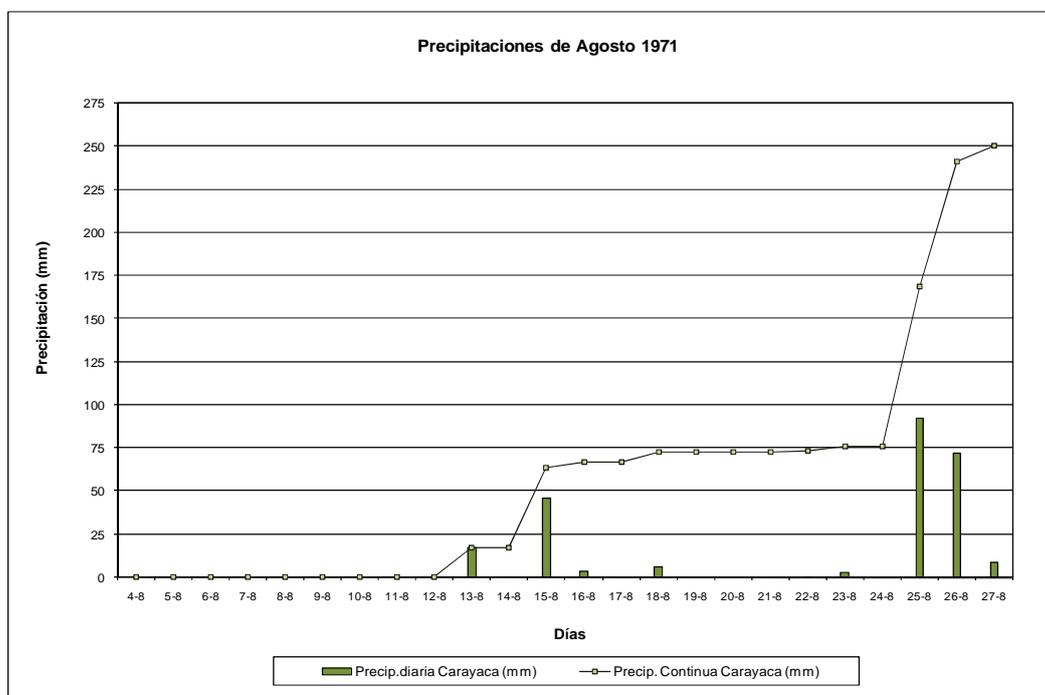


Gráfico de precipitaciones del evento de Agosto 1971

Evento de Mayo 1972

| Evento de Mayo 1972 | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Corralito | | Estación: Petaquire Dique | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 12-may-72 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-may-72 | 0 | 0 | 2.4 | 2.4 |
| 14-may-72 | 8.3 | 8.3 | 18.2 | 20.6 |
| 15-may-72 | 16.1 | 24.4 | 13.9 | 34.5 |
| 16-may-72 | 0 | 24.4 | 0 | 34.5 |
| 17-may-72 | 0.2 | 24.6 | 0 | 34.5 |
| 18-may-72 | 5.4 | 30 | 13.5 | 48 |
| 19-may-72 | 19.5 | 49.5 | 4.6 | 52.6 |
| 20-may-72 | 3.4 | 52.9 | 12.2 | 64.8 |
| 21-may-72 | 0 | 52.9 | 0 | 64.8 |
| 22-may-72 | 19.7 | 72.6 | 4.8 | 69.6 |
| 23-may-72 | 11.3 | 83.9 | 3 | 72.6 |
| 24-may-72 | 2.7 | 86.6 | 1.5 | 74.1 |
| 25-may-72 | 72.3 | 158.9 | 40.7 | 114.8 |
| 26-may-72 | 3.5 | 162.4 | 1.9 | 116.7 |
| 27-may-72 | 29 | 191.4 | 6.7 | 123.4 |
| 28-may-72 | 22.8 | 214.2 | 25.4 | 148.8 |
| 29-may-72 | 0.6 | 214.8 | 0 | 148.8 |
| 30-may-72 | 26.1 | 240.9 | 17.6 | 166.4 |
| 31-may-72 | 9.5 | 250.4 | 18.9 | 185.3 |
| 1-jun-72 | 0.4 | 250.8 | 4.2 | 189.5 |
| 2-jun-72 | 16.4 | 267.2 | 26.3 | 215.8 |
| 3-jun-72 | 10.4 | 277.6 | 8.8 | 224.6 |
| 4-jun-72 | 9.4 | 287 | 4.4 | 229 |

Precipitaciones diarias del evento de Mayo 1972

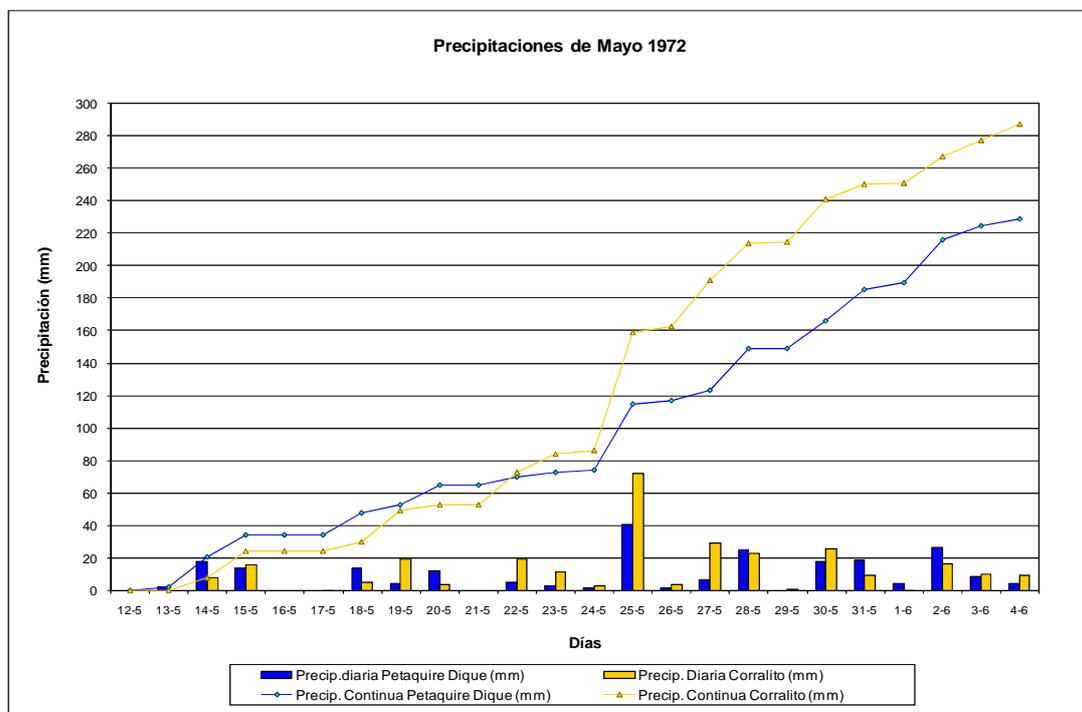


Gráfico de precipitaciones del evento de Mayo 1972

Evento de Noviembre 1973

| Evento de Noviembre 1973 | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 24-nov-73 | 1.9 | 1.9 |
| 25-nov-73 | 0 | 1.9 |
| 26-nov-73 | 0 | 1.9 |
| 27-nov-73 | 0 | 1.9 |
| 28-nov-73 | 0.4 | 2.3 |
| 29-nov-73 | 0 | 2.3 |
| 30-nov-73 | 0 | 2.3 |
| 1-dic-73 | 7.1 | 9.4 |
| 2-dic-73 | 0 | 9.4 |
| 3-dic-73 | 4.1 | 13.5 |
| 4-dic-73 | 0 | 13.5 |
| 5-dic-73 | 0.4 | 13.9 |
| 6-dic-73 | 0 | 13.9 |
| 7-dic-73 | 1.7 | 15.6 |
| 8-dic-73 | 3.8 | 19.4 |
| 9-dic-73 | 0.6 | 20 |
| 10-dic-73 | 1.6 | 21.6 |
| 11-dic-73 | 0.7 | 22.3 |
| 12-dic-73 | 12.9 | 35.2 |
| 13-dic-73 | 6.7 | 41.9 |
| 14-dic-73 | 0.6 | 42.5 |
| 15-dic-73 | 109.6 | 152.1 |
| 16-dic-73 | 33 | 185.1 |
| 17-dic-73 | 9.4 | 194.5 |

Precipitaciones diarias del evento de Noviembre 1973

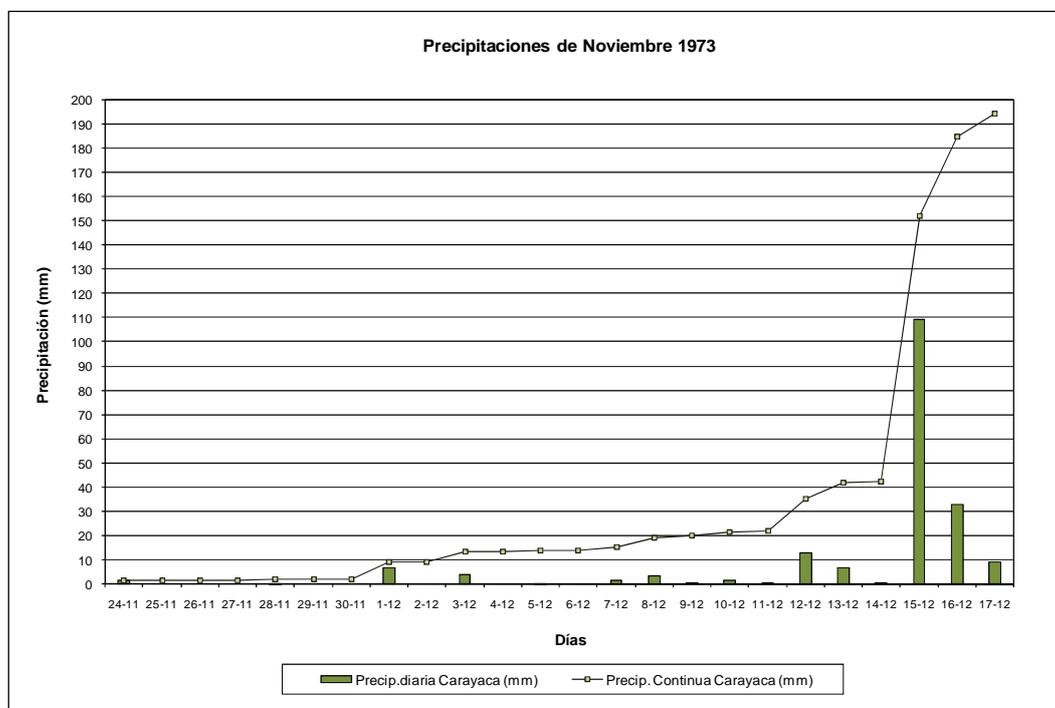


Gráfico de precipitaciones del evento de Noviembre 1973

Evento de Abril 1981

| Evento de Abril de 1981 | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Cagigal | | Estación: Carayaca | | Estación: Corralito | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 4-abr-81 | 0 | 0.0 | 8.4 | 8.4 | 0.2 | 0.2 |
| 5-abr-81 | 0 | 0.0 | 6.8 | 15.2 | 15.4 | 15.6 |
| 6-abr-81 | 0.4 | 0.4 | 5 | 20.2 | 1.8 | 17.4 |
| 7-abr-81 | 0 | 0.4 | 7.2 | 27.4 | 11.4 | 28.8 |
| 8-abr-81 | 0 | 0.4 | 6 | 33.4 | 3.8 | 32.6 |
| 9-abr-81 | 0 | 0.4 | 3.4 | 36.8 | 2.4 | 35.0 |
| 10-abr-81 | 0 | 0.4 | 0 | 36.8 | 0.4 | 35.4 |
| 11-abr-81 | 1.1 | 1.5 | 0.4 | 37.2 | 4.8 | 40.2 |
| 12-abr-81 | 2 | 3.5 | 3.4 | 40.6 | 1.2 | 41.4 |
| 13-abr-81 | 26.1 | 29.6 | 5.6 | 46.2 | 6.8 | 48.2 |
| 14-abr-81 | 12.4 | 42.0 | 6 | 52.2 | 2.2 | 50.4 |
| 15-abr-81 | 8.4 | 50.4 | 7.6 | 59.8 | 13.0 | 63.4 |
| 16-abr-81 | 7.5 | 57.9 | 19 | 78.8 | 14.8 | 78.2 |
| 17-abr-81 | 0.3 | 58.2 | 32.2 | 111 | 69.4 | 147.6 |
| 18-abr-81 | 6.1 | 64.3 | 9.6 | 120.6 | 5.0 | 152.6 |
| 19-abr-81 | 12 | 76.3 | 6.8 | 127.4 | 22.4 | 175.0 |
| 20-abr-81 | 4.7 | 81.0 | 56.4 | 183.8 | 47.4 | 222.4 |
| 21-abr-81 | 7.2 | 88.2 | 36.8 | 220.6 | 31.8 | 254.2 |
| 22-abr-81 | 41.2 | 129.4 | 1 | 221.6 | 4.4 | 258.6 |
| 23-abr-81 | 12 | 141.4 | 32.6 | 254.2 | 50.8 | 309.4 |
| 24-abr-81 | 59.9 | 201.3 | 32.8 | 287 | 37.6 | 347.0 |
| 25-abr-81 | 0.9 | 202.2 | 35.4 | 322.4 | 55.2 | 402.2 |
| 26-abr-81 | 0.1 | 202.3 | 30.5 | 352.9 | 8.6 | 410.8 |
| 27-abr-81 | 1.4 | 203.7 | 0 | 352.9 | 1.8 | 412.6 |

Precipitaciones diarias del evento de Abril 1981

| Evento de Abril de 1981 | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Fecha | Estación: Macuto | | Estación: Maiquetía FAV | | Estación: Petaquire Dique | |
| | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 4-abr-81 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 5-abr-81 | 0 | 0 | 3.5 | 3.5 | 45 | 45.0 |
| 6-abr-81 | 6.4 | 6.4 | 3.4 | 6.9 | 0.2 | 45.2 |
| 7-abr-81 | 10.6 | 17 | 12.4 | 19.3 | 9.8 | 55.0 |
| 8-abr-81 | 14.2 | 31.2 | 0.1 | 19.4 | 1.8 | 56.8 |
| 9-abr-81 | 0 | 31.2 | 0.1 | 19.5 | 1.8 | 58.6 |
| 10-abr-81 | 0 | 31.2 | 0 | 19.5 | 0.2 | 58.8 |
| 11-abr-81 | 0 | 31.2 | 0 | 19.5 | 4.4 | 63.2 |
| 12-abr-81 | 16.8 | 48 | 51.4 | 70.9 | 0.2 | 63.4 |
| 13-abr-81 | 9.6 | 57.6 | 48.7 | 119.6 | 6.8 | 70.2 |
| 14-abr-81 | 25.4 | 83 | 24.6 | 144.2 | 4 | 74.2 |
| 15-abr-81 | 11.4 | 94.4 | 0.9 | 145.1 | 12.6 | 86.8 |
| 16-abr-81 | 21.6 | 116 | 3.5 | 148.6 | 17.8 | 104.6 |
| 17-abr-81 | 8.2 | 124.2 | 39.9 | 188.5 | 43.8 | 148.4 |
| 18-abr-81 | 30.6 | 154.8 | 0 | 188.5 | 0.8 | 149.2 |
| 19-abr-81 | 1.6 | 156.4 | 30.1 | 218.6 | 34.6 | 183.8 |
| 20-abr-81 | 53.8 | 210.2 | 7.4 | 226.0 | 75.8 | 259.6 |
| 21-abr-81 | 28 | 238.2 | 0.6 | 226.6 | 26.8 | 286.4 |
| 22-abr-81 | 27.6 | 265.8 | 4.1 | 230.7 | 24.2 | 310.6 |
| 23-abr-81 | 0.2 | 266 | 1.8 | 232.5 | 46.6 | 357.2 |
| 24-abr-81 | 58.8 | 324.8 | 30.3 | 262.8 | 35 | 392.2 |
| 25-abr-81 | 43.6 | 368.4 | 1.6 | 264.4 | 27 | 419.2 |
| 26-abr-81 | 0.2 | 368.6 | 0 | 264.4 | 7.6 | 426.8 |
| 27-abr-81 | 0 | 368.6 | 3.1 | 267.5 | 0.4 | 427.2 |

Precipitaciones diarias del evento de Abril 1981

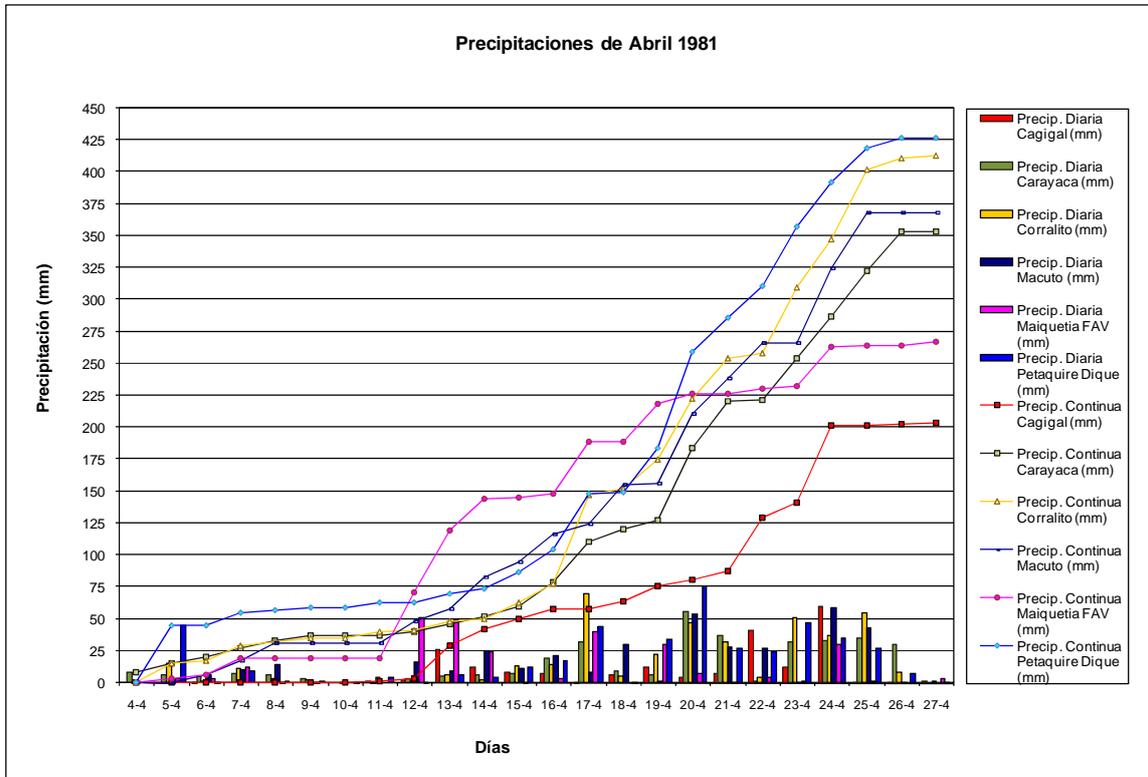


Gráfico de precipitaciones del evento de Abril 1981

Evento Noviembre – Diciembre 1985

| Evento de Noviembre - Diciembre 1985 | | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 15-nov-85 | 0.0 | 0.0 |
| 16-nov-85 | 2.4 | 2.4 |
| 17-nov-85 | 2.8 | 5.2 |
| 18-nov-85 | 0.0 | 5.2 |
| 19-nov-85 | 0.4 | 5.6 |
| 20-nov-85 | 1.6 | 7.2 |
| 21-nov-85 | 3.0 | 10.2 |
| 22-nov-85 | 0.0 | 10.2 |
| 23-nov-85 | 0.0 | 10.2 |
| 24-nov-85 | 4.4 | 14.6 |
| 25-nov-85 | 7.4 | 22.0 |
| 26-nov-85 | 14.8 | 36.8 |
| 27-nov-85 | 0.4 | 37.2 |
| 28-nov-85 | 4.0 | 41.2 |
| 29-nov-85 | 1.0 | 42.2 |
| 30-nov-85 | 4.6 | 46.8 |
| 1-dic-85 | 2.4 | 49.2 |
| 2-dic-85 | 3.0 | 52.2 |
| 3-dic-85 | 14.0 | 66.2 |
| 4-dic-85 | 119.0 | 185.2 |
| 5-dic-85 | 2.2 | 187.4 |
| 6-dic-85 | 5.6 | 193.0 |
| 7-dic-85 | 2.6 | 195.6 |
| 8-dic-85 | 3.0 | 198.6 |

Precipitaciones diarias del evento de Noviembre – Diciembre 1985

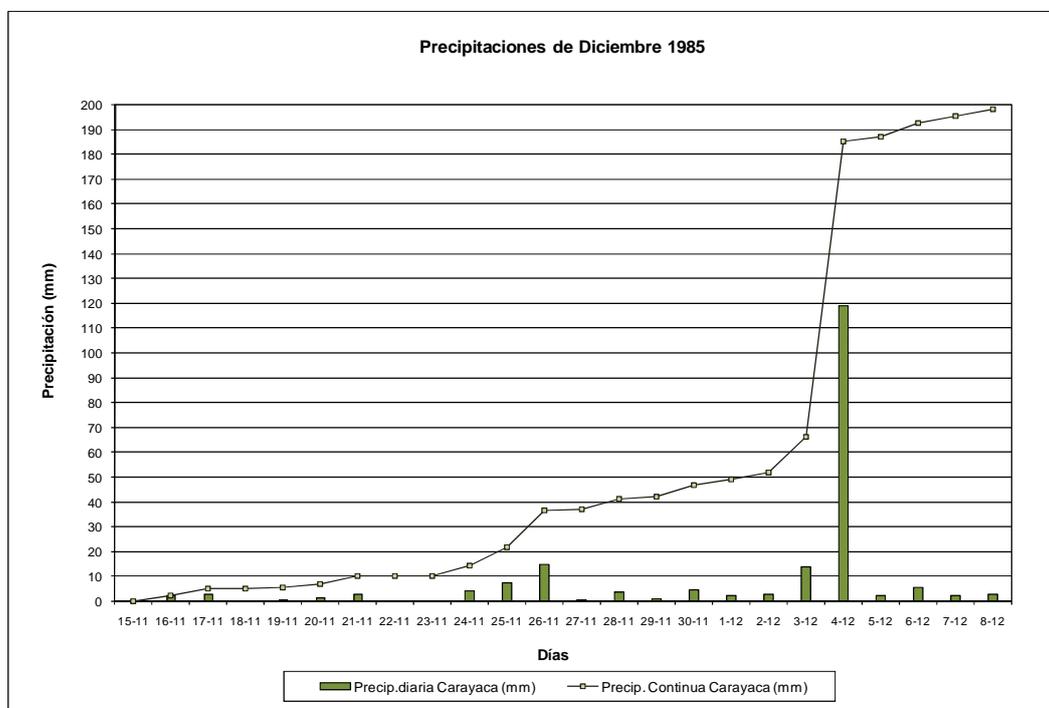


Gráfico de precipitaciones del evento de Noviembre – Diciembre 1985

Evento Agosto – Septiembre 1988

| Evento de Agosto - Septiembre 1988 | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 29-ago-88 | 0.1 | 0.1 |
| 30-ago-88 | 0.0 | 0.1 |
| 31-ago-88 | 18.2 | 18.3 |
| 1-sep-88 | 4.7 | 23.0 |
| 2-sep-88 | 64.2 | 87.2 |
| 3-sep-88 | 1.3 | 88.5 |
| 4-sep-88 | 0.0 | 88.5 |
| 5-sep-88 | 19.3 | 107.8 |
| 6-sep-88 | 9.0 | 116.8 |
| 7-sep-88 | 2.5 | 119.3 |
| 8-sep-88 | 8.8 | 128.1 |
| 9-sep-88 | 56.0 | 184.1 |
| 10-sep-88 | 2.6 | 186.7 |
| 11-sep-88 | 0.0 | 186.7 |
| 12-sep-88 | 15.5 | 202.2 |
| 13-sep-88 | 12.8 | 215.0 |
| 14-sep-88 | 0.8 | 215.8 |
| 15-sep-88 | 8.6 | 224.4 |
| 16-sep-88 | 6.6 | 231.0 |
| 17-sep-88 | 13.6 | 244.6 |
| 18-sep-88 | 0.6 | 245.2 |
| 19-sep-88 | 9.3 | 254.5 |
| 20-sep-88 | 0.4 | 254.9 |
| 21-sep-88 | 31.5 | 286.4 |

Precipitaciones diarias del evento de Agosto – Septiembre 1988

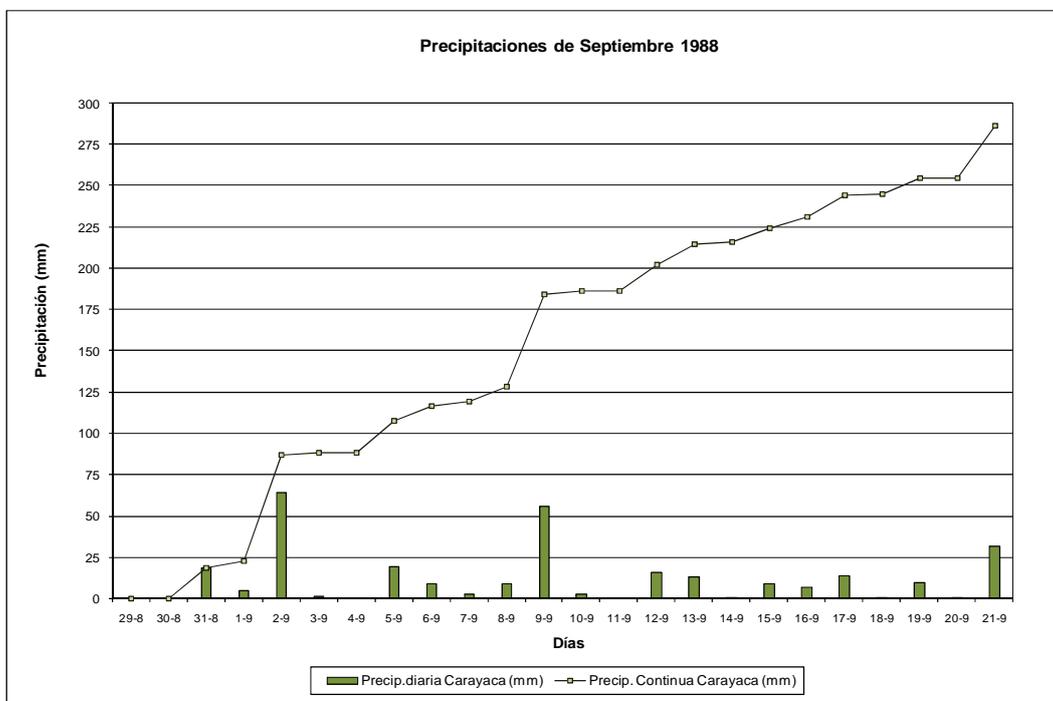


Gráfico de precipitaciones del evento de Agosto – Septiembre 1988

Evento de Mayo 1990

| Evento de Mayo 1990 | | |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 16-abr-90 | 0.0 | 0.0 |
| 17-abr-90 | 0.0 | 0.0 |
| 18-abr-90 | 0.6 | 0.6 |
| 19-abr-90 | 0.3 | 0.9 |
| 20-abr-90 | 0.0 | 0.9 |
| 21-abr-90 | 0.2 | 1.1 |
| 22-abr-90 | 3.4 | 4.5 |
| 23-abr-90 | 0.2 | 4.7 |
| 24-abr-90 | 1.2 | 5.9 |
| 25-abr-90 | 4.2 | 10.1 |
| 26-abr-90 | 6.3 | 16.4 |
| 27-abr-90 | 1.1 | 17.5 |
| 28-abr-90 | 8.9 | 26.4 |
| 29-abr-90 | 6.3 | 32.7 |
| 30-abr-90 | 61.7 | 94.4 |
| 1-may-90 | 46.2 | 140.6 |
| 2-may-90 | 2.6 | 143.2 |
| 3-may-90 | 40.9 | 184.1 |
| 4-may-90 | 9.3 | 193.4 |
| 5-may-90 | 13.9 | 207.3 |
| 6-may-90 | 11.3 | 218.6 |
| 7-may-90 | 2.1 | 220.7 |
| 8-may-90 | 0.0 | 220.7 |
| 9-may-90 | 1.0 | 221.7 |

Precipitaciones diarias del evento de Mayo 1990

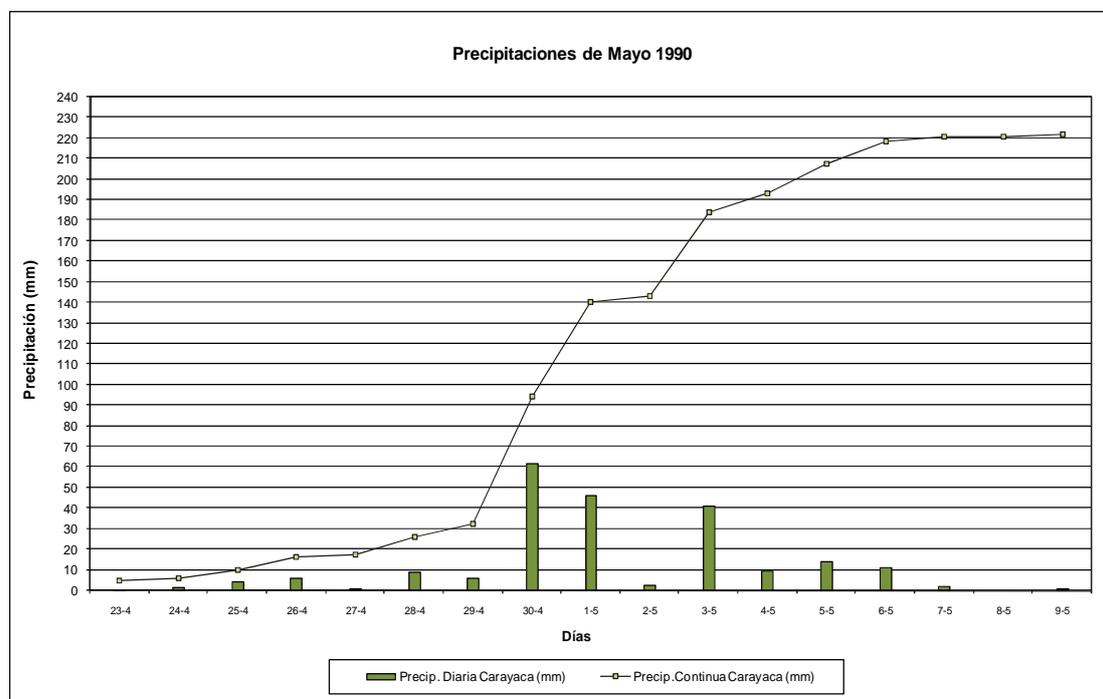


Gráfico de precipitaciones del evento de Mayo 1990

Evento de Noviembre 1991

| Evento de Noviembre 1991 | | | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Estación: Carayaca | | | Estación: Maiquetía FAV | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 1-nov-91 | 23.3 | 23.3 | 0.0 | 0.0 |
| 2-nov-91 | 65.3 | 88.6 | 0.5 | 0.5 |
| 3-nov-91 | 29.9 | 118.5 | 10.2 | 10.7 |
| 4-nov-91 | 21.0 | 139.5 | 11.1 | 21.8 |
| 5-nov-91 | 1.5 | 141.0 | 0.0 | 21.8 |
| 6-nov-91 | 0.0 | 141.0 | 0.0 | 21.8 |
| 7-nov-91 | 0.0 | 141.0 | 0.9 | 22.7 |
| 8-nov-91 | 0.0 | 141.0 | 0.0 | 22.7 |
| 9-nov-91 | 5.7 | 146.7 | 0.0 | 22.7 |
| 10-nov-91 | 0.5 | 147.2 | 0.0 | 22.7 |
| 11-nov-91 | 0.0 | 147.2 | 0.0 | 22.7 |
| 12-nov-91 | 0.6 | 147.8 | 0.0 | 22.7 |
| 13-nov-91 | 6.6 | 154.4 | 0.0 | 22.7 |
| 14-nov-91 | 42.8 | 197.2 | 0.0 | 22.7 |
| 15-nov-91 | 0.0 | 197.2 | 18.9 | 41.6 |
| 16-nov-91 | 0.0 | 197.2 | 4.1 | 45.7 |
| 17-nov-91 | 1.7 | 198.9 | 0.7 | 46.4 |
| 18-nov-91 | 4.0 | 202.9 | 1.2 | 47.6 |
| 19-nov-91 | 5.7 | 208.6 | 41.6 | 89.2 |
| 20-nov-91 | 14.8 | 223.4 | 25.9 | 115.1 |
| 21-nov-91 | 1.9 | 225.3 | 39.6 | 154.7 |
| 22-nov-91 | 38.6 | 263.9 | 4.6 | 159.3 |
| 23-nov-91 | 20.0 | 283.9 | 38.7 | 198.0 |
| 24-nov-91 | 45.4 | 329.3 | 6.2 | 204.2 |

Precipitaciones diarias del evento de Noviembre 1991

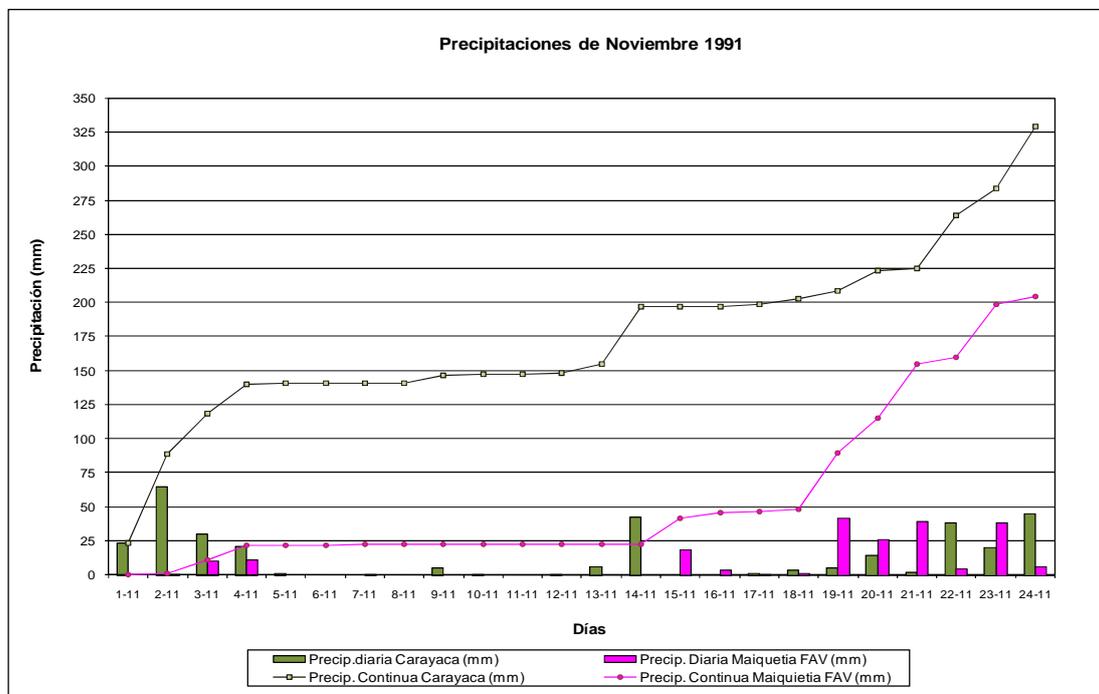


Gráfico de precipitaciones del evento de Noviembre 1991

Evento Noviembre 2001

| Evento de Noviembre 2001 | | |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| Estación: Maiquetía FAV | | |
| Fecha | Precip. diaria (mm) | Precip. continua (mm) |
| 7-nov-01 | 5.8 | 5.8 |
| 8-nov-01 | 8.7 | 14.5 |
| 9-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 10-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 11-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 12-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 13-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 14-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 15-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 16-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 17-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 18-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 19-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 20-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 21-nov-01 | 0.0 | 14.5 |
| 22-nov-01 | 0.2 | 14.7 |
| 23-nov-01 | 3.4 | 18.1 |
| 24-nov-01 | 0.0 | 18.1 |
| 25-nov-01 | 0.4 | 18.5 |
| 26-nov-01 | 3.5 | 22.0 |
| 27-nov-01 | 50.3 | 72.3 |
| 28-nov-01 | 10.2 | 82.5 |
| 29-nov-01 | 23.5 | 106.0 |
| 30-nov-01 | 0.0 | 106.0 |

Precipitaciones diarias del evento de Noviembre 2001

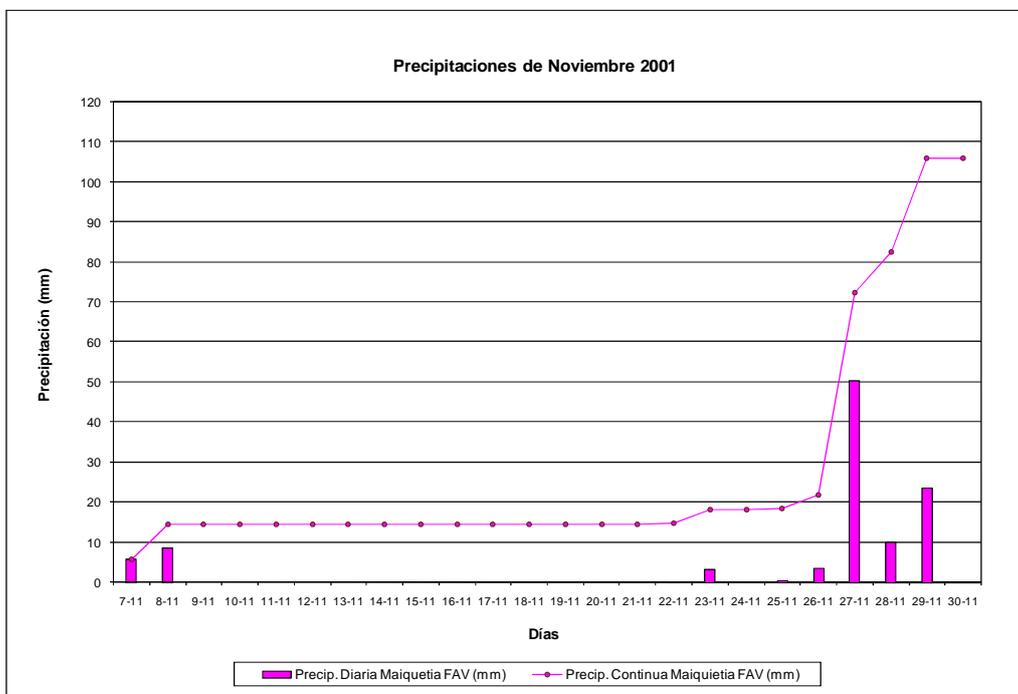


Gráfico de precipitaciones del evento de Noviembre 2001

Anexo N° 2

Precipitación horaria y funcional
de los eventos extremos procesados por el Método A.

Nota: La precipitación horaria en el Método A corresponde al 50% de la precipitación total del día, tal como se indica en la metodología.

| Estación: Alto Ño León | | | | |
|-------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 15 | 2 | 1951 | 10.8 | 11.4 |
| 16 | 2 | 1951 | 42.1 | 64.3 |
| 17 | 2 | 1951 | 22.2 | 128.6 |
| 21 | 2 | 1951 | 13.4 | 179.6 |
| | | | | |
| 9 | 12 | 1955 | 11.8 | 19.4 |
| 10 | 12 | 1955 | 26.9 | 58.1 |
| | | | | |
| 2 | 1 | 1957 | 23.8 | 32.6 |
| 3 | 1 | 1957 | 47.2 | 103.6 |
| | | | | |
| 19 | 10 | 1958 | 11.95 | 16.35 |
| 24 | 10 | 1958 | 16.65 | 65.55 |
| 27 | 10 | 1958 | 21.1 | 134.3 |
| | | | | |
| 17 | 4 | 1967 | 13.9 | 13.9 |
| 19 | 4 | 1967 | 20.1 | 67 |
| | | | | |
| 1 | 3 | 1970 | 20.8 | 28.1 |
| 2 | 3 | 1970 | 16.5 | 65.4 |
| 3 | 3 | 1970 | 21.65 | 103.55 |
| | | | | |
| 26 | 5 | 1979 | 20.8 | 20.8 |
| 29 | 5 | 1979 | 13.2 | 57.8 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Alto Ño León

Umbral de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación: Humboldt | | | | |
|--------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 28 | 8 | 1959 | 24.4 | 25.0 |
| 30 | 8 | 1959 | 12.7 | 64.9 |
| | | | | |
| 9 | 10 | 1959 | 22.0 | 22.0 |
| 11 | 10 | 1959 | 12.3 | 56.4 |
| | | | | |
| 20 | 4 | 1960 | 11.8 | 11.8 |
| 23 | 4 | 1960 | 23.7 | 62.1 |
| | | | | |
| 13 | 6 | 1960 | 10.3 | 10.3 |
| 15 | 6 | 1960 | 21.7 | 42.6 |
| | | | | |
| 5 | 8 | 1960 | 10.1 | 27.1 |
| 10 | 8 | 1960 | 13.0 | 70.8 |
| 11 | 8 | 1960 | 37.0 | 120.7 |
| 12 | 8 | 1960 | 14.4 | 172.1 |
| | | | | |
| 24 | 8 | 1960 | 45.9 | 51.1 |
| | | | | |
| 4 | 12 | 1960 | 10.2 | 10.6 |
| 6 | 12 | 1960 | 23.1 | 58.8 |
| 11 | 12 | 1960 | 13.5 | 111.3 |
| | | | | |
| 2 | 8 | 1961 | 10.1 | 66.6 |
| | | | | |
| 15 | 9 | 1961 | 14.9 | 14.9 |
| 19 | 9 | 1961 | 32.5 | 98.2 |
| | | | | |
| 30 | 5 | 1962 | 10.3 | 15.3 |
| 31 | 5 | 1962 | 15.6 | 41.1 |
| | | | | |
| 23 | 8 | 1962 | 15.7 | 17.1 |
| 27 | 8 | 1962 | 14.5 | 67.2 |
| | | | | |
| 8 | 5 | 1963 | 14.4 | 19.6 |
| 9 | 5 | 1963 | 25.7 | 59.7 |
| | | | | |
| 17 | 5 | 1963 | 25.1 | 25.1 |
| 24 | 5 | 1963 | 11.5 | 70.1 |
| | | | | |
| 3 | 6 | 1963 | 15.1 | 28.7 |
| 7 | 6 | 1963 | 19.3 | 85.1 |
| | | | | |
| 11 | 9 | 1963 | 23.8 | 24.6 |
| 14 | 9 | 1963 | 17.2 | 88.5 |
| | | | | |
| 23 | 7 | 1967 | 21.8 | 29.2 |
| | | | | |
| 5 | 9 | 1967 | 12.1 | 22.0 |
| 7 | 9 | 1967 | 11.5 | 50.6 |
| | | | | |
| 24 | 10 | 1967 | 10.9 | 24.1 |
| 25 | 10 | 1967 | 20.8 | 55.7 |

| Estación: Humboldt (continuación) | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 5 | 11 | 1967 | 16.4 | 67.9 |
| | | | | |
| 24 | 11 | 1967 | 21.1 | 50.1 |
| 25 | 11 | 1967 | 10.3 | 81.5 |
| | | | | |
| 23 | 9 | 1968 | 25.0 | 26.6 |
| 24 | 9 | 1968 | 13.7 | 65.3 |
| | | | | |
| 16 | 8 | 1969 | 10.3 | 10.3 |
| 17 | 8 | 1969 | 14.8 | 35.3 |
| | | | | |
| 4 | 10 | 1969 | 10.2 | 54.3 |
| 6 | 10 | 1969 | 11.5 | 82.7 |
| | | | | |
| 22 | 10 | 1969 | 21.9 | 29.5 |
| | | | | |
| 15 | 11 | 1969 | 10.9 | 11.7 |
| 16 | 11 | 1969 | 42.9 | 65.4 |
| | | | | |
| 28 | 2 | 1970 | 11.4 | 11.4 |
| 1 | 3 | 1970 | 48.5 | 71.3 |
| 2 | 3 | 1970 | 34.5 | 154.3 |
| 3 | 3 | 1970 | 32.7 | 221.5 |
| | | | | |
| 13 | 7 | 1970 | 12.3 | 79.9 |
| | | | | |
| 26 | 8 | 1971 | 36.8 | 41.4 |
| 27 | 8 | 1971 | 12.5 | 90.6 |
| | | | | |
| 14 | 10 | 1971 | 13.9 | 30.2 |
| 15 | 10 | 1971 | 14.5 | 58.6 |
| | | | | |
| 25 | 4 | 1972 | 27.5 | 31.5 |
| 1 | 5 | 1972 | 13.0 | 91.3 |
| 3 | 5 | 1972 | 11.3 | 119.4 |
| 8 | 5 | 1972 | 11.1 | 155.6 |
| | | | | |
| 30 | 7 | 1974 | 26.1 | 58.9 |
| | | | | |
| 15 | 8 | 1974 | 10.8 | 65.0 |
| | | | | |
| 19 | 9 | 2000 | 12.5 | 12.5 |
| 20 | 9 | 2000 | 12.5 | 37.5 |
| | | | | |
| 12 | 11 | 2000 | 21.5 | 35.5 |
| 14 | 11 | 2000 | 12.0 | 72.0 |
| 15 | 11 | 2000 | 23.0 | 107.0 |
| | | | | |
| 14 | 10 | 2001 | 20.0 | 39.0 |
| 18 | 10 | 2001 | 12.0 | 91.0 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Humboldt

| Estación: Cagigal | | | | |
|--------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 13 | 4 | 1981 | 13.1 | 16.2 |
| 22 | 4 | 1981 | 20.6 | 108.4 |
| 24 | 4 | 1981 | 30.0 | 171.0 |
| | | | | |
| 15 | 12 | 1999 | 30.8 | 76.5 |
| 16 | 12 | 1999 | 19.3 | 126.5 |
| | | | | |
| 7 | 2 | 2005 | 18.3 | 18.3 |
| 8 | 2 | 2005 | 45.9 | 45.9 |
| 9 | 2 | 2005 | 13.1 | 141.4 |

Eventos de precipitaciones extremas más notables en la estación Cagigal

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación: Carayaca | | | | |
|--------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 16 | 3 | 1967 | 17.7 | 18.1 |
| 17 | 3 | 1967 | 19.3 | 55.0 |
| 18 | 3 | 1967 | 36.9 | 111.2 |
| 19 | 3 | 1967 | 13.5 | 161.5 |
| | | | | |
| 22 | 4 | 1967 | 31.1 | 51.0 |
| | | | | |
| 30 | 1 | 1968 | 21.5 | 35.0 |
| | | | | |
| 22 | 4 | 1968 | 11.3 | 11.3 |
| 23 | 4 | 1968 | 36.3 | 58.9 |
| | | | | |
| 14 | 5 | 1968 | 21.7 | 32.2 |
| 16 | 5 | 1968 | 12.5 | 67.4 |
| 18 | 5 | 1968 | 17.7 | 98.1 |
| | | | | |
| 16 | 11 | 1969 | 24.9 | 31.5 |
| 18 | 11 | 1969 | 32.3 | 90.2 |
| | | | | |
| 28 | 2 | 1970 | 23.0 | 23.0 |
| 1 | 3 | 1970 | 43.2 | 89.1 |
| 2 | 3 | 1970 | 62.1 | 194.3 |
| 3 | 3 | 1970 | 30.9 | 287.3 |
| 4 | 3 | 1970 | 12.3 | 330.5 |
| | | | | |
| 11 | 7 | 1970 | 30.4 | 55.6 |
| | | | | |
| 27 | 11 | 1970 | 28.9 | 32.0 |
| | | | | |
| 25 | 8 | 1971 | 46.3 | 46.3 |
| 26 | 8 | 1971 | 36.3 | 128.8 |
| | | | | |
| 25 | 4 | 1972 | 30.5 | 57.6 |
| | | | | |
| 26 | 6 | 1973 | 31.6 | 33.2 |
| | | | | |
| 15 | 9 | 1973 | 28.3 | 45.6 |
| | | | | |
| 14 | 11 | 1973 | 54.8 | 83.4 |
| 15 | 11 | 1973 | 16.5 | 154.7 |

| Estación: Carayaca (continuación I) | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 20 | 9 | 1975 | 15.4 | 15.4 |
| 25 | 9 | 1975 | 10.7 | 73.2 |
| | | | | |
| 16 | 10 | 1975 | 11.0 | 19.0 |
| 19 | 10 | 1975 | 21.7 | 69.3 |
| 20 | 10 | 1975 | 17.2 | 108.2 |
| | | | | |
| 8 | 12 | 1975 | 10.0 | 67.4 |
| | | | | |
| 14 | 12 | 1975 | 11.4 | 15.0 |
| 16 | 12 | 1975 | 21.6 | 55.4 |
| | | | | |
| 15 | 8 | 1977 | 12.5 | 21.4 |
| 18 | 8 | 1977 | 26.6 | 66.5 |
| | | | | |
| 9 | 4 | 1978 | 44.8 | 44.8 |
| 10 | 4 | 1978 | 11.0 | 100.5 |
| | | | | |
| 16 | 10 | 1978 | 18.6 | 18.6 |
| 17 | 10 | 1978 | 11.9 | 49.1 |
| | | | | |
| 3 | 11 | 1979 | 10.4 | 14.6 |
| 6 | 11 | 1979 | 25.6 | 59.4 |
| | | | | |
| 17 | 4 | 1981 | 16.1 | 58.1 |
| 20 | 4 | 1981 | 28.2 | 118.8 |
| 21 | 4 | 1981 | 18.4 | 165.4 |
| 23 | 4 | 1981 | 16.3 | 201.1 |
| 24 | 4 | 1981 | 16.4 | 233.8 |
| 25 | 4 | 1981 | 17.7 | 267.9 |
| 26 | 4 | 1981 | 15.3 | 300.9 |
| | | | | |
| 20 | 10 | 1981 | 28.4 | 32.0 |
| 21 | 10 | 1981 | 13.1 | 73.5 |
| | | | | |
| 12 | 11 | 1984 | 14.2 | 38.0 |
| 17 | 11 | 1984 | 13.6 | 95.6 |
| | | | | |
| 23 | 12 | 1984 | 26.6 | 49.2 |
| | | | | |
| 4 | 12 | 1985 | 59.5 | 115.5 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Carayaca

| Estación: Carayaca (continuación II) | | | | |
|---|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 30 | 5 | 1986 | 12.1 | 26.7 |
| 31 | 5 | 1986 | 17.0 | 55.7 |
| | | | | |
| 1 | 9 | 1986 | 14.3 | 34.7 |
| 2 | 9 | 1986 | 16.6 | 65.5 |
| | | | | |
| 16 | 5 | 1987 | 28.4 | 34.4 |
| | | | | |
| 5 | 8 | 1987 | 17.8 | 101.2 |
| | | | | |
| 2 | 8 | 1988 | 55 | 32.1 |
| 9 | 8 | 1988 | 28 | 156 |
| 21 | 8 | 1988 | 15.75 | 270.55 |
| | | | | |
| 20 | 10 | 1988 | 22.3 | 69.3 |
| | | | | |
| 11 | 11 | 1988 | 11.0 | 11.0 |
| 12 | 11 | 1988 | 25.3 | 47.2 |
| | | | | |
| 3 | 4 | 1989 | 41.4 | 49.0 |
| | | | | |
| 30 | 4 | 1990 | 30.9 | 62.7 |
| 1 | 5 | 1990 | 23.1 | 116.6 |
| 3 | 5 | 1990 | 20.5 | 162.8 |
| | | | | |
| 2 | 11 | 1991 | 11.7 | 21.0 |
| 3 | 11 | 1991 | 32.7 | 65.3 |
| 4 | 11 | 1991 | 15.0 | 112.9 |
| 5 | 11 | 1991 | 10.5 | 138.3 |
| | | | | |
| 23 | 11 | 1991 | 19.3 | 47.4 |
| 24 | 11 | 1991 | 10.0 | 76.7 |
| 25 | 11 | 1991 | 22.7 | 109.4 |
| | | | | |
| 31 | 7 | 1993 | 28.7 | 29.5 |
| 3 | 8 | 1993 | 14.0 | 79.2 |
| | | | | |
| 24 | 3 | 1995 | 14.1 | 70.0 |
| 25 | 3 | 1995 | 11.2 | 95.3 |
| | | | | |
| 19 | 4 | 1995 | 19.0 | 83.6 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Carayaca (continuación I)

| Estación: Catia La Mar | | | | |
|-------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 1 | 3 | 1970 | 11.9 | 11.9 |
| 2 | 3 | 1970 | 18.65 | 42.45 |
| 3 | 3 | 1970 | 80.8 | 141.9 |
| 4 | 3 | 1970 | 14.25 | 236.95 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Catia La Mar

| Estación: Caurimare | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 18 | 6 | 2003 | 12.85 | 54.55 |
| 22 | 6 | 2003 | 19.75 | 113.95 |
| | | | | |
| 8 | 7 | 2003 | 11.6 | 11.6 |
| 11 | 7 | 2003 | 22.15 | 51.35 |
| 12 | 7 | 2003 | 18.9 | 92.4 |
| 18 | 7 | 2003 | 17.7 | 164 |
| 23 | 7 | 2003 | 16.95 | 228.25 |
| | | | | |
| 3 | 10 | 2003 | 13.9 | 13.9 |
| 5 | 10 | 2003 | 26.3 | 71.5 |
| 6 | 10 | 2003 | 10.05 | 107.85 |
| 7 | 10 | 2003 | 16.05 | 133.95 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Caurimare

| Estación: Corralito | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 16 | 12 | 1955 | 11.4 | 12.2 |
| 18 | 12 | 1955 | 27.0 | 67.9 |
| | | | | |
| 16 | 3 | 1967 | 11.35 | 12.15 |
| 18 | 3 | 1967 | 26.95 | 67.85 |
| | | | | |
| 25 | 4 | 1972 | 36.15 | 122.75 |
| 27 | 4 | 1972 | 14.5 | 176.9 |
| 28 | 4 | 1972 | 11.4 | 202.8 |
| 30 | 4 | 1972 | 13.05 | 227.85 |
| | | | | |
| 15 | 9 | 1973 | 22.7 | 44 |
| 16 | 9 | 1973 | 11.2 | 77.9 |
| | | | | |
| 6 | 12 | 1973 | 26.95 | 26.95 |
| 9 | 12 | 1973 | 11.2 | 78.2 |
| | | | | |
| 8 | 4 | 1978 | 21.8 | 38 |
| 9 | 4 | 1978 | 19.4 | 79.2 |
| | | | | |
| 17 | 4 | 1981 | 34.7 | 112.9 |
| 19 | 4 | 1981 | 11.2 | 163.8 |
| 20 | 4 | 1981 | 23.7 | 198.7 |
| 21 | 4 | 1981 | 15.9 | 238.1 |
| 23 | 4 | 1981 | 25.4 | 284.0 |
| 24 | 4 | 1981 | 18.8 | 328.0 |
| 25 | 4 | 1981 | 27.6 | 359.0 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Corralito

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación: Los Caracas | | | | |
|-----------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 23 | 4 | 1967 | 25.05 | 37.25 |
| 6 | 11 | 1967 | 10.8 | 10.8 |
| 7 | 11 | 1967 | 38.55 | 60.15 |
| 17 | 11 | 1967 | 21.85 | 27.15 |
| 19 | 11 | 1967 | 18.8 | 68.8 |
| 2 | 12 | 1967 | 19.65 | 47.65 |
| 30 | 1 | 1968 | 19.8 | 40.6 |
| 31 | 1 | 1968 | 11.25 | 71.65 |
| 23 | 4 | 1968 | 11.85 | 13.45 |
| 26 | 4 | 1968 | 11 | 59.9 |
| 28 | 4 | 1968 | 12.35 | 96.95 |
| 28 | 1 | 1969 | 18.35 | 24.45 |
| 29 | 1 | 1969 | 12.3 | 55.1 |
| 30 | 1 | 1969 | 32.5 | 99.9 |
| 13 | 11 | 1969 | 16 | 16 |
| 16 | 11 | 1969 | 43.1 | 81.7 |
| 11 | 12 | 1969 | 33.7 | 48.5 |
| 24 | 12 | 1969 | 44.5 | 44.5 |
| 31 | 1 | 1970 | 26.85 | 34.95 |
| 1 | 2 | 1970 | 14.75 | 76.55 |
| 28 | 2 | 1970 | 23 | 24.6 |
| 1 | 3 | 1970 | 24.7 | 72.3 |
| 2 | 3 | 1970 | 88.05 | 185.05 |
| 3 | 3 | 1970 | 21.15 | 294.25 |
| 8 | 6 | 1970 | 32 | 42.5 |
| 10 | 6 | 1970 | 29 | 104.6 |
| 6 | 7 | 1970 | 28.95 | 28.95 |
| 10 | 7 | 1970 | 15.3 | 86.7 |
| 11 | 7 | 1970 | 20.95 | 122.95 |
| 26 | 11 | 1970 | 13.15 | 14.65 |
| 1 | 12 | 1970 | 19.5 | 70.2 |
| 23 | 11 | 1971 | 15.05 | 15.05 |
| 24 | 11 | 1971 | 13.25 | 43.35 |
| 26 | 11 | 1971 | 70.55 | 127.65 |
| 27 | 11 | 1971 | 14.35 | 212.55 |
| 6 | 12 | 1971 | 44.1 | 55 |

| Estación: Los Caracas (continuación I) | | | | |
|--|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 1 | 1 | 1972 | 10.9 | 156.2 |
| 4 | 1 | 1972 | 12.55 | 182.45 |
| 6 | 1 | 1972 | 10.25 | 210.15 |
| 21 | 4 | 1973 | 29.4 | 29.4 |
| 22 | 4 | 1973 | 14.3 | 73.1 |
| 10 | 11 | 1973 | 28.6 | 28.6 |
| 11 | 11 | 1973 | 38.6 | 95.8 |
| 13 | 11 | 1973 | 18.55 | 162.05 |
| 21 | 11 | 1973 | 11.9 | 11.9 |
| 23 | 11 | 1973 | 26.1 | 60.9 |
| 24 | 11 | 1973 | 47.4 | 134.4 |
| 25 | 11 | 1973 | 32 | 213.8 |
| 7 | 1 | 1974 | 10.3 | 11.3 |
| 24 | 3 | 1974 | 12.2 | 14.6 |
| 26 | 3 | 1974 | 23.3 | 50.9 |
| 27 | 3 | 1974 | 27.2 | 101.4 |
| 27 | 7 | 1974 | 74 | 74 |
| 23 | 6 | 1975 | 42.8 | 56.8 |
| 5 | 12 | 1975 | 33.2 | 41 |
| 6 | 12 | 1975 | 17 | 91.2 |
| 8 | 12 | 1975 | 38.1 | 161.1 |
| 15 | 12 | 1975 | 10.3 | 17.3 |
| 16 | 12 | 1975 | 22.7 | 50.3 |
| 5 | 1 | 1976 | 11 | 15.2 |
| 11 | 1 | 1976 | 20.9 | 75.3 |
| 14 | 1 | 1976 | 14.6 | 118.2 |
| 16 | 2 | 1976 | 27.5 | 65.7 |
| 17 | 2 | 1976 | 50.3 | 143.5 |
| 20 | 2 | 1976 | 15.8 | 15.8 |
| 26 | 2 | 1976 | 31.6 | 101.9 |
| 28 | 5 | 1979 | 23.5 | 24.1 |
| 31 | 5 | 1979 | 12.5 | 78.7 |
| 14 | 12 | 1979 | 10.7 | 10.7 |
| 16 | 12 | 1979 | 68.3 | 103.1 |
| 21 | 11 | 1980 | 15.7 | 15.7 |
| 22 | 11 | 1980 | 13.6 | 45 |
| 23 | 11 | 1980 | 10.7 | 69.3 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Las Caracas

| Estación: Los Caracas (continuación II) | | | | |
|---|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 10 | 12 | 1980 | 14.85 | 25.65 |
| 11 | 12 | 1980 | 57.1 | 97.6 |
| | | | | |
| 25 | 2 | 1981 | 47.8 | 51.8 |
| 26 | 2 | 1981 | 14.3 | 113.9 |
| | | | | |
| 12 | 4 | 1981 | 45.9 | 45.9 |
| 13 | 4 | 1981 | 31.5 | 123.3 |
| 14 | 4 | 1981 | 45.9 | 200.7 |
| 15 | 4 | 1981 | 36.3 | 282.9 |
| 17 | 4 | 1981 | 40.2 | 366.6 |
| 18 | 4 | 1981 | 24.5 | 431.3 |
| | | | | |
| 20 | 4 | 1981 | 21.7 | 21.7 |
| 24 | 4 | 1981 | 12.8 | 70.4 |
| | | | | |
| 26 | 8 | 1981 | 45 | 45.4 |
| | | | | |
| 25 | 2 | 1982 | 48 | 48 |
| | | | | |
| 26 | 12 | 1982 | 19.2 | 24.8 |
| 27 | 12 | 1982 | 42 | 86 |
| | | | | |
| 3 | 1 | 1983 | 27 | 27.8 |
| 6 | 1 | 1983 | 20.1 | 76.7 |
| | | | | |
| 16 | 5 | 1983 | 21.7 | 23.1 |
| 17 | 5 | 1983 | 44.9 | 89.7 |
| | | | | |
| 23 | 8 | 1983 | 14.8 | 14.8 |
| 24 | 8 | 1983 | 26.1 | 55.7 |
| | | | | |
| 12 | 7 | 1984 | 111.55 | 111.55 |
| | | | | |
| 21 | 7 | 1984 | 40.1 | 40.1 |
| | | | | |
| 12 | 11 | 1984 | 21.65 | 23.75 |
| 15 | 11 | 1984 | 45.95 | 103.05 |
| 16 | 11 | 1984 | 11.95 | 160.95 |
| 17 | 11 | 1984 | 12.6 | 185.5 |
| 21 | 11 | 1984 | 12.15 | 218.35 |
| | | | | |
| 3 | 12 | 1984 | 10.4 | 14.4 |
| 6 | 12 | 1984 | 11.75 | 56.65 |
| | | | | |
| 6 | 8 | 1985 | 33.5 | 33.5 |
| | | | | |
| 1 | 11 | 1985 | 53.4 | 53.4 |
| | | | | |
| 24 | 11 | 1985 | 17.8 | 24.8 |
| 26 | 11 | 1985 | 24.3 | 75.3 |
| 27 | 11 | 1985 | 37.9 | 137.5 |

| Estación: Los Caracas (continuación III) | | | | |
|--|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 29 | 11 | 1985 | 19.4 | 210.8 |
| 2 | 12 | 1985 | 25.9 | 276.5 |
| 3 | 12 | 1985 | 19 | 321.4 |
| 4 | 12 | 1985 | 64.7 | 405.1 |
| 5 | 12 | 1985 | 40.8 | 510.6 |
| 6 | 12 | 1985 | 22.1 | 573.5 |
| 7 | 12 | 1985 | 79.5 | 675.1 |
| | | | | |
| 22 | 9 | 1986 | 40.7 | 40.7 |
| | | | | |
| 29 | 7 | 1987 | 16.5 | 32.5 |
| 30 | 7 | 1987 | 11.3 | 60.3 |
| 3 | 8 | 1987 | 13 | 111.8 |
| | | | | |
| 16 | 11 | 1987 | 34.7 | 37.9 |
| 17 | 11 | 1987 | 11.3 | 83.9 |
| 18 | 11 | 1987 | 41.9 | 137.1 |
| 19 | 11 | 1987 | 10.8 | 189.8 |
| 20 | 11 | 1987 | 10.4 | 211 |
| | | | | |
| 27 | 1 | 1988 | 21 | 21 |
| 30 | 1 | 1988 | 11.2 | 57.4 |
| | | | | |
| 5 | 3 | 1988 | 36.8 | 59 |
| | | | | |
| 20 | 10 | 1988 | 31.5 | 48.5 |
| | | | | |
| 20 | 11 | 1988 | 23.9 | 44.7 |
| 21 | 11 | 1988 | 12.5 | 81.1 |
| | | | | |
| 7 | 12 | 1988 | 47.8 | 47.8 |
| | | | | |
| 8 | 11 | 1989 | 24.3 | 24.3 |
| 9 | 11 | 1989 | 15.4 | 64 |
| 10 | 11 | 1989 | 10.6 | 90 |
| | | | | |
| 24 | 2 | 1990 | 14.5 | 18.5 |
| 26 | 2 | 1990 | 10 | 47.8 |
| 28 | 2 | 1990 | 33.8 | 101.8 |
| | | | | |
| 20 | 7 | 1990 | 20.5 | 20.5 |
| 21 | 7 | 1990 | 62.7 | 103.7 |
| | | | | |
| 18 | 11 | 1991 | 13.2 | 13.2 |
| 19 | 11 | 1991 | 78.5 | 104.9 |
| 20 | 11 | 1991 | 43.8 | 227.2 |
| | | | | |
| 11 | 12 | 1991 | 21.1 | 72.9 |
| | | | | |
| 23 | 12 | 1991 | 23.2 | 42.4 |
| 24 | 12 | 1991 | 12 | 77.6 |
| 25 | 12 | 1991 | 16.6 | 106.2 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Los Caracas (continuación I)

| Estación: Los Caracas (continuación IV) | | | | |
|--|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 26 | 12 | 1991 | 30.3 | 153.1 |
| | | | | |
| 15 | 2 | 1992 | 11 | 11 |
| 16 | 2 | 1992 | 12.5 | 34.5 |
| 17 | 2 | 1992 | 10.1 | 57.1 |
| 19 | 2 | 1992 | 49.7 | 118.3 |
| 21 | 2 | 1992 | 12.6 | 196 |
| | | | | |
| 3 | 5 | 1992 | 91.5 | 93.3 |
| | | | | |
| 25 | 7 | 1992 | 46.4 | 47.2 |
| | | | | |
| 13 | 11 | 1992 | 30.7 | 30.7 |
| | | | | |
| 22 | 12 | 1992 | 13.6 | 16.6 |
| 23 | 12 | 1992 | 25.5 | 55.7 |
| | | | | |
| 26 | 12 | 1992 | 25.3 | 35.5 |
| 27 | 12 | 1992 | 14.9 | 75.7 |
| | | | | |
| 29 | 4 | 1993 | 41 | 42.6 |
| | | | | |
| 16 | 11 | 1993 | 47.2 | 62.2 |
| 17 | 11 | 1993 | 15.8 | 125.2 |
| | | | | |
| 8 | 12 | 1993 | 35 | 45.4 |
| | | | | |
| 20 | 3 | 1995 | 17.4 | 19.3 |
| 21 | 3 | 1995 | 30.5 | 67.2 |
| | | | | |
| 16 | 6 | 1997 | 11.6 | 11.6 |
| 18 | 6 | 1997 | 27.65 | 65.45 |
| | | | | |
| 26 | 6 | 1997 | 35.95 | 54.65 |
| | | | | |
| 25 | 10 | 1997 | 14 | 20.8 |
| 26 | 10 | 1997 | 10.1 | 44.9 |
| 27 | 10 | 1997 | 12.1 | 67.1 |
| | | | | |
| 9 | 2 | 1998 | 41.75 | 41.75 |
| | | | | |
| 24 | 10 | 2001 | 29.8 | 51.7 |
| | | | | |
| 7 | 11 | 2001 | 67.65 | 67.65 |
| 8 | 11 | 2001 | 42.15 | 177.45 |
| | | | | |
| 13 | 12 | 2001 | 32.4 | 48.6 |
| 14 | 12 | 2001 | 29.85 | 110.85 |
| | | | | |
| 9 | 4 | 2002 | 44.35 | 44.35 |
| 10 | 4 | 2002 | 38.05 | 126.75 |
| | | | | |
| 13 | 6 | 2003 | 45.45 | 47.65 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Los Caracas (continuación II)

| Estación: Los Venados | | | | |
|------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 9 | 9 | 1994 | 34.7 | 46.1 |
| | | | | |
| 18 | 10 | 1994 | 13.5 | 13.5 |
| 21 | 10 | 1994 | 15.4 | 45.2 |
| 22 | 10 | 1994 | 29.6 | 90.2 |
| | | | | |
| 21 | 3 | 1995 | 13.3 | 13.6 |
| 22 | 3 | 1995 | 15.6 | 42.5 |
| 23 | 3 | 1995 | 20.8 | 78.8 |
| | | | | |
| 2 | 6 | 1995 | 45.4 | 45.4 |
| | | | | |
| 19 | 9 | 2000 | 10.9 | 10.9 |
| 21 | 9 | 2000 | 21.5 | 57.7 |
| 24 | 9 | 2000 | 16.1 | 99.3 |
| | | | | |
| 12 | 11 | 2000 | 34.1 | 45.3 |
| 15 | 11 | 2000 | 23.3 | 115.4 |
| | | | | |
| 26 | 7 | 2001 | 43.8 | 53.2 |
| | | | | |
| 14 | 10 | 2001 | 32.3 | 54.1 |
| | | | | |
| 15 | 12 | 2001 | 12.2 | 55.9 |
| | | | | |
| 7 | 4 | 2002 | 12.7 | 25.2 |
| 10 | 4 | 2002 | 37.6 | 80.6 |
| | | | | |
| 22 | 6 | 2003 | 13.6 | 69.8 |
| | | | | |
| 11 | 7 | 2003 | 21.5 | 53.3 |
| 12 | 7 | 2003 | 18.9 | 93.6 |
| | | | | |
| 25 | 11 | 2003 | 32.4 | 32.4 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Los Venados

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación: Maiquetía FAV | | | | |
|-------------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 2 | 5 | 1962 | 29.45 | 30.65 |
| 6 | 5 | 1962 | 16.75 | 82.05 |
| | | | | |
| 8 | 12 | 1966 | 32.1 | 39.9 |
| 11 | 12 | 1966 | 23.35 | 100.95 |
| 12 | 12 | 1966 | 10.6 | 134.9 |
| | | | | |
| 1 | 3 | 1970 | 13.7 | 15.3 |
| 2 | 3 | 1970 | 46.0 | 74.9 |
| 3 | 3 | 1970 | 44.9 | 164.1 |
| | | | | |
| 25 | 11 | 1973 | 36.7 | 36.7 |
| 26 | 11 | 1973 | 17.2 | 90.6 |
| | | | | |
| 9 | 4 | 1978 | 40.5 | 49.2 |
| | | | | |
| 17 | 6 | 1978 | 67.5 | 69.5 |
| | | | | |
| 7 | 9 | 1979 | 25.15 | 25.15 |
| 8 | 9 | 1979 | 17.45 | 67.75 |
| | | | | |
| 13 | 4 | 1981 | 42.2 | 51.3 |
| 18 | 4 | 1981 | 20.0 | 136.8 |
| 20 | 4 | 1981 | 15.2 | 171.9 |
| 25 | 4 | 1981 | 15.2 | 215.9 |
| | | | | |
| 4 | 9 | 1990 | 16.15 | 17.05 |
| 9 | 9 | 1990 | 10.35 | 56.45 |
| 10 | 9 | 1990 | 13.7 | 84.5 |
| 12 | 9 | 1990 | 11.5 | 126.5 |

| Estación: Maiquetía FAV (continuación) | | | | |
|--|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 16 | 11 | 1991 | 10.6 | 10.6 |
| 20 | 11 | 1991 | 10.35 | 56.45 |
| 22 | 11 | 1991 | 13.7 | 110.6 |
| 24 | 11 | 1991 | 11.5 | 155.1 |
| | | | | |
| 12 | 11 | 2001 | 28.6 | 29.1 |
| 14 | 11 | 2001 | 16.1 | 76.0 |
| 15 | 11 | 2001 | 50.5 | 142.6 |
| | | | | |
| 2 | 12 | 1999 | 38.7 | 44.7 |
| 3 | 12 | 1999 | 60.6 | 143.9 |
| 11 | 12 | 1999 | 11.6 | 249.1 |
| 12 | 12 | 1999 | 10.9 | 271.6 |
| 14 | 12 | 1999 | 60.0 | 346.6 |
| 15 | 12 | 1999 | 190.4 | 597.0 |
| 16 | 12 | 1999 | 205.2 | 992.5 |
| | | | | |
| 16 | 11 | 2004 | 26.7 | 26.7 |
| 18 | 11 | 2004 | 14.95 | 75.15 |
| | | | | |
| 7 | 2 | 2005 | 16.8 | 17.2 |
| 8 | 2 | 2005 | 61.7 | 95.7 |
| 9 | 2 | 2005 | 38.0 | 195.4 |
| 10 | 2 | 2005 | 32.8 | 266.1 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Maiquetía FAV

| Estación: Maiquetía INOS | | | | |
|---------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 12 | 1 | 1950 | 54.7 | 71.1 |
| 13 | 1 | 1950 | 12.9 | 138.7 |
| | | | | |
| 16 | 2 | 1951 | 96.5 | 100.3 |
| 17 | 2 | 1951 | 13.2 | 210 |
| 24 | 2 | 1951 | 25.6 | 302.6 |
| | | | | |
| 21 | 11 | 1954 | 13.7 | 31.6 |
| 28 | 11 | 1954 | 21.05 | 99.15 |
| | | | | |
| 12 | 12 | 1954 | 22.8 | 29.6 |
| 14 | 12 | 1954 | 27.7 | 136.7 |
| | | | | |
| 5 | 1 | 1956 | 64.7 | 77.3 |
| 6 | 1 | 1956 | 40 | 174.2 |
| | | | | |
| 14 | 7 | 1962 | 17.7 | 29.2 |
| 16 | 7 | 1962 | 15.5 | 78.3 |
| 20 | 7 | 1962 | 14.95 | 126.15 |
| | | | | |
| 14 | 5 | 1963 | 14.25 | 19.05 |
| 15 | 5 | 1963 | 44.85 | 78.15 |
| | | | | |
| 29 | 1 | 1969 | 11.4 | 24.6 |
| 30 | 1 | 1969 | 41.95 | 77.95 |
| | | | | |
| 15 | 7 | 1969 | 17.85 | 37.55 |
| 18 | 7 | 1969 | 10.05 | 72.65 |
| | | | | |
| 28 | 2 | 1970 | 14 | 14 |
| 1 | 3 | 1970 | 31.9 | 59.9 |
| 2 | 3 | 1970 | 63.5 | 155.3 |
| 3 | 3 | 1970 | 13.3 | 232.1 |
| | | | | |
| 24 | 11 | 1973 | 47.85 | 52.45 |
| 25 | 11 | 1973 | 10.85 | 111.15 |
| | | | | |
| 6 | 12 | 1975 | 10 | 12.2 |
| 8 | 12 | 1975 | 26.3 | 66.7 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Maiquetía INOS

| Estación: Mamo Escuela Naval | | | | |
|-------------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 15 | 12 | 1999 | 47.1 | 75.9 |
| 16 | 12 | 1999 | 69.45 | 145.35 |

Eventos de precipitaciones extremas de la estación Mamo Escuela Naval

| Estación: Mamo INOS | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 14 | 7 | 1962 | 10.8 | 44.4 |
| 18 | 7 | 1962 | 10.7 | 84.5 |
| | | | | |
| 1 | 3 | 1970 | 15.4 | 30.0 |
| 2 | 3 | 1970 | 73.0 | 118.4 |
| 3 | 3 | 1970 | 19.9 | 211.3 |
| | | | | |
| 24 | 11 | 1973 | 47.85 | 52.45 |
| 25 | 11 | 1973 | 10.85 | 111.15 |

Eventos de precipitaciones extremas de la estación Mamo INOS

| Estación: Petaquire Dique | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 25 | 4 | 1972 | 20.35 | 59.95 |
| 28 | 4 | 1972 | 12.7 | 101.6 |
| 3 | 5 | 1972 | 13.15 | 168.15 |
| | | | | |
| 1 | 9 | 1975 | 13.8 | 17 |
| 2 | 9 | 1975 | 19.7 | 50.5 |
| 5 | 9 | 1975 | 10.8 | 82 |
| | | | | |
| 7 | 10 | 1977 | 17.5 | 17.5 |
| 8 | 10 | 1977 | 14.5 | 49.5 |
| 9 | 10 | 1977 | 17.7 | 81.7 |
| 11 | 10 | 1977 | 11.65 | 111.05 |
| | | | | |
| 17 | 4 | 1981 | 21.9 | 126.5 |
| 19 | 4 | 1981 | 17.3 | 166.5 |
| 20 | 4 | 1981 | 37.9 | 176.7 |
| 21 | 4 | 1981 | 13.4 | 227.8 |
| 22 | 4 | 1981 | 12.1 | 243.5 |
| 23 | 4 | 1981 | 23.3 | 277.1 |
| 24 | 4 | 1981 | 17.5 | 316.1 |
| 25 | 4 | 1981 | 13.5 | 346.9 |
| | | | | |
| 18 | 8 | 1981 | 27.2 | 41.2 |
| 22 | 8 | 1981 | 12.1 | 96.5 |
| 23 | 8 | 1981 | 12.1 | 120.7 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Petaquire Dique

| Estación: Subida Pico Ávila | | | | |
|------------------------------------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 24 | 4 | 1968 | 12.3 | 20.8 |
| 25 | 4 | 1968 | 13.5 | 46.6 |
| 26 | 4 | 1968 | 12.1 | 72.2 |
| | | | | |
| 16 | 2 | 1951 | 72.9 | 72.9 |
| 17 | 2 | 1951 | 74.95 | 220.75 |
| | | | | |
| 1 | 3 | 1970 | 15.25 | 20.65 |
| 2 | 3 | 1970 | 20.9 | 56.8 |
| | | | | |
| 20 | 10 | 1972 | 20.15 | 20.15 |
| 22 | 10 | 1972 | 29.15 | 69.65 |

Eventos de precipitaciones extremas en la estación Subida Pico Ávila

Umbral de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Estación: UCV | | | | |
|---------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 2 | 12 | 1949 | 14.5 | 18.1 |
| 6 | 12 | 1949 | 10.2 | 56.6 |
| | | | | |
| 5 | 6 | 1950 | 12.1 | 40.9 |
| 6 | 6 | 1950 | 10.1 | 63.1 |
| 11 | 6 | 1950 | 14.3 | 107.7 |
| 15 | 6 | 1950 | 10.6 | 137.0 |
| | | | | |
| 16 | 8 | 1950 | 15.7 | 15.7 |
| 17 | 8 | 1950 | 10.7 | 42.1 |
| 20 | 8 | 1950 | 10.6 | 80.0 |
| 22 | 8 | 1950 | 24.3 | 115.7 |
| 24 | 8 | 1950 | 11.3 | 152.7 |
| 25 | 8 | 1950 | 14.1 | 178.1 |
| | | | | |
| 15 | 2 | 1951 | 10.6 | 10.6 |
| 16 | 2 | 1951 | 17.0 | 38.2 |
| 17 | 2 | 1951 | 18.1 | 73.3 |
| | | | | |
| 2 | 9 | 1951 | 23.7 | 23.9 |
| 4 | 9 | 1951 | 13.5 | 62.1 |
| | | | | |
| 5 | 5 | 1952 | 18.0 | 18.0 |
| 6 | 5 | 1952 | 11.3 | 47.3 |
| 7 | 5 | 1952 | 25.3 | 83.8 |
| | | | | |
| 26 | 9 | 1952 | 18.8 | 34.8 |
| 27 | 9 | 1952 | 11.8 | 65.4 |
| 28 | 9 | 1952 | 15.1 | 92.3 |
| | | | | |
| 29 | 11 | 1952 | 11.5 | 11.9 |
| 1 | 12 | 1952 | 16.8 | 53.6 |
| | | | | |
| 31 | 3 | 1954 | 32.4 | 32.4 |
| | | | | |
| 15 | 10 | 1954 | 32.8 | 43.3 |
| 17 | 10 | 1954 | 13.1 | 96.9 |
| 20 | 10 | 1954 | 12.3 | 127.4 |
| | | | | |
| 28 | 6 | 1955 | 10.5 | 25.5 |
| | | | | |
| 1 | 6 | 1958 | 17.5 | 49.4 |
| 2 | 6 | 1958 | 10.3 | 77.2 |
| 3 | 6 | 1958 | 11.8 | 99.3 |
| 9 | 6 | 1958 | 31.1 | 169.0 |

| Estación: UCV (continuación) | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----------------------|-------------------------|
| Día | Mes | Año | Precipitación Horaria | Precipitación Funcional |
| 20 | 6 | 1958 | 14.7 | 48.5 |
| 21 | 6 | 1958 | 10.5 | 73.6 |
| | | | | |
| 20 | 4 | 1960 | 19.2 | 20.0 |
| 23 | 4 | 1960 | 23.9 | 77.6 |
| | | | | |
| 10 | 8 | 1960 | 24.7 | 70.4 |
| 11 | 8 | 1960 | 15.0 | 110.0 |
| 12 | 8 | 1960 | 19.0 | 144.0 |
| | | | | |
| 20 | 7 | 1961 | 20.4 | 43.3 |
| 21 | 7 | 1961 | 22.4 | 86.0 |
| | | | | |
| 3 | 6 | 1962 | 17.5 | 65.6 |
| 6 | 6 | 1962 | 10.1 | 106.9 |
| | | | | |
| 3 | 6 | 1963 | 17.5 | 63.6 |
| 6 | 6 | 1963 | 10.1 | 104.9 |
| | | | | |
| 4 | 8 | 1967 | 10.0 | 68.1 |
| | | | | |
| 28 | 9 | 1967 | 25.1 | 25.1 |
| 30 | 9 | 1967 | 13.3 | 80.7 |
| | | | | |
| 3 | 6 | 1968 | 10.5 | 10.7 |
| 6 | 6 | 1968 | 25.7 | 52.8 |
| | | | | |
| 23 | 7 | 1968 | 21.5 | 37.2 |
| | | | | |
| 11 | 7 | 1970 | 12.7 | 60.5 |
| | | | | |
| 3 | 5 | 1972 | 59.4 | 59.4 |
| | | | | |
| 16 | 8 | 1975 | 11.2 | 53.2 |
| | | | | |
| 31 | 8 | 1975 | 27.8 | 27.8 |
| 2 | 9 | 1975 | 13.2 | 81.0 |
| | | | | |
| 10 | 11 | 1975 | 24.5 | 24.5 |
| 11 | 11 | 1975 | 12.0 | 61.0 |
| 12 | 11 | 1975 | 11.9 | 84.9 |
| | | | | |
| 9 | 10 | 1976 | 11.8 | 36.3 |
| 10 | 10 | 1976 | 18.4 | 66.5 |

Eventos extremos en la estación UCV

Anexo N° 3

Cálculo de la precipitación de trabajo
para los eventos que disponen de datos horarios, usando el Método C

Umbral de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 28-feb-70 | 00:00 | 0.1 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 28-feb-70 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 28-feb-70 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 28-feb-70 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 28-feb-70 | 04:00 | 0.0 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 28-feb-70 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 06:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 07:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 08:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 09:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 10:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 11:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 12:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 13:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 14:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 15:00 | 0.0 | 0.00 | 0.09 | 0.09 |
| 28-feb-70 | 16:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 17:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 18:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 19:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 20:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 21:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 22:00 | 0.0 | 0.00 | 0.08 | 0.08 |
| 28-feb-70 | 23:00 | 1.5 | 0.94 | 1.56 | 1.56 |
| 01-mar-70 | 00:00 | 0.2 | 0.72 | 1.75 | 1.99 |
| 01-mar-70 | 01:00 | 0.3 | 0.64 | 2.03 | 2.15 |
| 01-mar-70 | 02:00 | 0.9 | 0.97 | 2.90 | 2.97 |
| 01-mar-70 | 03:00 | 0.0 | 0.61 | 2.87 | 3.03 |
| 01-mar-70 | 04:00 | 8.7 | 5.87 | 11.46 | 11.48 |
| 01-mar-70 | 05:00 | 2.2 | 5.08 | 13.53 | 14.75 |
| 01-mar-70 | 06:00 | 0.3 | 3.39 | 13.70 | 14.61 |
| 01-mar-70 | 07:00 | 6.1 | 5.98 | 19.61 | 19.90 |
| 01-mar-70 | 08:00 | 0.0 | 3.77 | 19.42 | 20.32 |
| 01-mar-70 | 09:00 | 0.0 | 2.37 | 19.23 | 19.60 |
| 01-mar-70 | 10:00 | 0.0 | 1.49 | 19.05 | 19.20 |
| 01-mar-70 | 11:00 | 0.0 | 0.94 | 18.87 | 18.93 |
| 01-mar-70 | 12:00 | 0.0 | 0.59 | 18.69 | 18.71 |
| 01-mar-70 | 13:00 | 0.0 | 0.37 | 18.51 | 18.52 |
| 01-mar-70 | 14:00 | 0.0 | 0.24 | 18.33 | 18.33 |
| 01-mar-70 | 15:00 | 0.0 | 0.15 | 18.16 | 18.16 |
| 01-mar-70 | 16:00 | 0.0 | 0.09 | 17.98 | 17.98 |
| 01-mar-70 | 17:00 | 0.0 | 0.06 | 17.81 | 17.81 |
| 01-mar-70 | 18:00 | 0.0 | 0.04 | 17.64 | 17.64 |
| 01-mar-70 | 19:00 | 0.0 | 0.02 | 17.47 | 17.47 |
| 01-mar-70 | 20:00 | 1.6 | 1.02 | 18.89 | 18.89 |
| 01-mar-70 | 21:00 | 0.1 | 0.71 | 18.80 | 18.83 |
| 01-mar-70 | 22:00 | 5.3 | 3.78 | 23.87 | 23.88 |
| 01-mar-70 | 23:00 | 1.6 | 3.39 | 25.23 | 25.51 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 02-mar-70 | 00:00 | 0.0 | 2.14 | 24.99 | 25.22 |
| 02-mar-70 | 01:00 | 1.2 | 2.10 | 25.94 | 26.02 |
| 02-mar-70 | 02:00 | 1.3 | 2.14 | 26.98 | 27.06 |
| 02-mar-70 | 03:00 | 13.5 | 9.85 | 40.09 | 41.28 |
| 02-mar-70 | 04:00 | 0.1 | 6.27 | 39.80 | 40.29 |
| 02-mar-70 | 05:00 | 2.5 | 5.53 | 41.90 | 42.26 |
| 02-mar-70 | 06:00 | 3.2 | 5.50 | 44.67 | 45.00 |
| 02-mar-70 | 07:00 | 7.4 | 8.12 | 51.57 | 52.20 |
| 02-mar-70 | 08:00 | 4.9 | 8.20 | 55.93 | 56.52 |
| 02-mar-70 | 09:00 | 0.1 | 5.23 | 55.49 | 55.74 |
| 02-mar-70 | 10:00 | 5.0 | 6.45 | 59.91 | 60.26 |
| 02-mar-70 | 11:00 | 0.6 | 4.44 | 59.93 | 60.09 |
| 02-mar-70 | 12:00 | 0.0 | 2.80 | 59.36 | 59.42 |
| 02-mar-70 | 13:00 | 0.0 | 1.76 | 58.79 | 58.81 |
| 02-mar-70 | 14:00 | 0.0 | 1.11 | 58.22 | 58.23 |
| 02-mar-70 | 15:00 | 0.0 | 0.70 | 57.67 | 57.67 |
| 02-mar-70 | 16:00 | 0.0 | 0.44 | 57.11 | 57.12 |
| 02-mar-70 | 17:00 | 0.2 | 0.40 | 56.76 | 56.77 |
| 02-mar-70 | 18:00 | 8.6 | 5.67 | 64.74 | 64.99 |
| 02-mar-70 | 19:00 | 1.0 | 4.20 | 65.11 | 65.24 |
| 02-mar-70 | 20:00 | 0.2 | 2.77 | 64.68 | 64.74 |
| 02-mar-70 | 21:00 | 0.4 | 2.00 | 64.46 | 64.49 |
| 02-mar-70 | 22:00 | 8.5 | 6.61 | 72.26 | 72.56 |
| 02-mar-70 | 23:00 | 33.2 | 25.08 | 104.45 | 107.42 |
| 03-mar-70 | 00:00 | 0.0 | 15.80 | 103.45 | 104.65 |
| 03-mar-70 | 01:00 | 26.0 | 26.33 | 128.21 | 130.89 |
| 03-mar-70 | 02:00 | 17.7 | 27.74 | 144.51 | 147.15 |
| 03-mar-70 | 03:00 | 5.1 | 20.69 | 148.18 | 149.61 |
| 03-mar-70 | 04:00 | 3.3 | 15.11 | 150.03 | 150.79 |
| 03-mar-70 | 05:00 | 5.6 | 13.05 | 154.14 | 154.69 |
| 03-mar-70 | 06:00 | 10.1 | 14.58 | 162.66 | 163.31 |
| 03-mar-70 | 07:00 | 6.6 | 13.34 | 167.64 | 168.17 |
| 03-mar-70 | 08:00 | 9.2 | 14.20 | 175.15 | 175.72 |
| 03-mar-70 | 09:00 | 5.7 | 12.54 | 179.11 | 179.55 |
| 03-mar-70 | 10:00 | 0.0 | 7.90 | 177.40 | 177.57 |
| 03-mar-70 | 11:00 | 0.0 | 4.98 | 175.70 | 175.77 |
| 03-mar-70 | 12:00 | 0.0 | 3.13 | 174.01 | 174.04 |
| 03-mar-70 | 13:00 | 0.0 | 1.97 | 172.35 | 172.36 |
| 03-mar-70 | 14:00 | 0.0 | 1.24 | 170.70 | 170.70 |
| 03-mar-70 | 15:00 | 0.0 | 0.78 | 169.06 | 169.06 |
| 03-mar-70 | 16:00 | 0.0 | 0.49 | 167.44 | 167.44 |
| 03-mar-70 | 17:00 | 0.0 | 0.31 | 165.84 | 165.84 |
| 03-mar-70 | 18:00 | 0.0 | 0.20 | 164.25 | 164.25 |
| 03-mar-70 | 19:00 | 0.2 | 0.25 | 162.87 | 162.87 |
| 03-mar-70 | 20:00 | 0.0 | 0.16 | 161.31 | 161.31 |
| 03-mar-70 | 21:00 | 0.0 | 0.10 | 159.77 | 159.77 |
| 03-mar-70 | 22:00 | 0.0 | 0.06 | 158.24 | 158.24 |
| 03-mar-70 | 23:00 | 0.2 | 0.17 | 156.92 | 156.92 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Marzo 1970. Estación Maiquetía FAV

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 11-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 08:59 | 1.8 | 1.13 | 1.77 | 2.11 |
| 11-abr-81 | 09:59 | 0.2 | 0.84 | 1.95 | 2.12 |
| 11-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.53 | 1.92 | 1.99 |
| 11-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.33 | 1.89 | 1.92 |
| 11-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.21 | 1.86 | 1.88 |
| 11-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.13 | 1.84 | 1.84 |
| 11-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.08 | 1.81 | 1.81 |
| 11-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.05 | 1.78 | 1.79 |
| 11-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.03 | 1.76 | 1.76 |
| 11-abr-81 | 17:59 | 0 | 0.02 | 1.73 | 1.73 |
| 11-abr-81 | 18:59 | 0 | 0.01 | 1.71 | 1.71 |
| 11-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.01 | 1.68 | 1.68 |
| 11-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.01 | 1.66 | 1.66 |
| 11-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.00 | 1.64 | 1.64 |
| 11-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.00 | 1.61 | 1.61 |
| 11-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.00 | 1.59 | 1.59 |
| 12-abr-81 | 00:59 | 0.2 | 0.13 | 1.76 | 1.77 |
| 12-abr-81 | 01:59 | 13.5 | 8.58 | 15.05 | 17.32 |
| 12-abr-81 | 02:59 | 3.1 | 7.36 | 17.89 | 19.34 |
| 12-abr-81 | 03:59 | 2.6 | 6.27 | 20.19 | 21.14 |
| 12-abr-81 | 04:59 | 0.4 | 4.20 | 20.30 | 20.73 |
| 12-abr-81 | 05:59 | 0.1 | 2.71 | 20.10 | 20.29 |
| 12-abr-81 | 06:59 | 0 | 1.71 | 19.82 | 19.89 |
| 12-abr-81 | 07:59 | 1 | 1.71 | 20.52 | 20.59 |
| 12-abr-81 | 08:59 | 2.3 | 2.52 | 22.49 | 22.63 |
| 12-abr-81 | 09:59 | 2 | 2.85 | 24.14 | 24.31 |
| 12-abr-81 | 10:59 | 0.8 | 2.30 | 24.58 | 24.69 |
| 12-abr-81 | 11:59 | 0.1 | 1.51 | 24.33 | 24.37 |
| 12-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.95 | 23.98 | 24.00 |
| 12-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.60 | 23.63 | 23.64 |
| 12-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.38 | 23.30 | 23.30 |
| 12-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.24 | 22.96 | 22.96 |
| 12-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.15 | 22.63 | 22.63 |
| 12-abr-81 | 17:59 | 0 | 0.09 | 22.31 | 22.31 |
| 12-abr-81 | 18:59 | 0 | 0.06 | 21.99 | 21.99 |
| 12-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.04 | 21.67 | 21.67 |
| 12-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.02 | 21.36 | 21.36 |
| 12-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.01 | 21.06 | 21.06 |
| 12-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.01 | 20.75 | 20.75 |
| 12-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.01 | 20.46 | 20.46 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 13-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.00 | 20.16 | 20.16 |
| 13-abr-81 | 01:59 | 0.7 | 0.44 | 20.56 | 20.57 |
| 13-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.28 | 20.27 | 20.27 |
| 13-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.18 | 19.98 | 19.98 |
| 13-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.11 | 19.69 | 19.69 |
| 13-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.07 | 19.41 | 19.41 |
| 13-abr-81 | 06:59 | 0.5 | 0.36 | 19.62 | 19.63 |
| 13-abr-81 | 07:59 | 0.1 | 0.29 | 19.44 | 19.44 |
| 13-abr-81 | 08:59 | 0.9 | 0.75 | 20.05 | 20.06 |
| 13-abr-81 | 09:59 | 2.3 | 1.92 | 22.03 | 22.11 |
| 13-abr-81 | 10:59 | 0.8 | 1.71 | 22.50 | 22.57 |
| 13-abr-81 | 11:59 | 2.1 | 2.40 | 24.25 | 24.37 |
| 13-abr-81 | 12:59 | 0.5 | 1.83 | 24.40 | 24.46 |
| 13-abr-81 | 13:59 | 0.3 | 1.34 | 24.34 | 24.38 |
| 13-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.84 | 23.99 | 24.01 |
| 13-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.53 | 23.65 | 23.65 |
| 13-abr-81 | 16:59 | 3.1 | 2.29 | 26.36 | 26.46 |
| 13-abr-81 | 17:59 | 0 | 1.44 | 25.99 | 26.03 |
| 13-abr-81 | 18:59 | 0 | 0.91 | 25.61 | 25.63 |
| 13-abr-81 | 19:59 | 0.2 | 0.70 | 25.44 | 25.45 |
| 13-abr-81 | 20:59 | 1 | 1.07 | 26.06 | 26.09 |
| 13-abr-81 | 21:59 | 0.5 | 0.99 | 26.18 | 26.20 |
| 13-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.62 | 25.81 | 25.82 |
| 13-abr-81 | 23:59 | 0.1 | 0.46 | 25.54 | 25.54 |
| 14-abr-81 | 00:59 | 0.1 | 0.35 | 25.27 | 25.27 |
| 14-abr-81 | 01:59 | 0.1 | 0.28 | 25.01 | 25.01 |
| 14-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.18 | 24.65 | 24.65 |
| 14-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.11 | 24.29 | 24.29 |
| 14-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.07 | 23.95 | 23.95 |
| 14-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.04 | 23.60 | 23.60 |
| 14-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.03 | 23.26 | 23.26 |
| 14-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.02 | 22.93 | 22.93 |
| 14-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.01 | 22.60 | 22.60 |
| 14-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.01 | 22.28 | 22.28 |
| 14-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.00 | 21.96 | 21.96 |
| 14-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.00 | 21.64 | 21.64 |
| 14-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 21.33 | 21.33 |
| 14-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 21.03 | 21.03 |
| 14-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.00 | 20.73 | 20.73 |
| 14-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.00 | 20.43 | 20.43 |
| 14-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.00 | 20.14 | 20.14 |
| 14-abr-81 | 17:59 | 0 | 0.00 | 19.85 | 19.85 |
| 14-abr-81 | 18:59 | 6.9 | 4.35 | 26.36 | 26.72 |
| 14-abr-81 | 19:59 | 1.3 | 3.56 | 27.27 | 27.50 |
| 14-abr-81 | 20:59 | 0 | 2.24 | 26.88 | 26.97 |
| 14-abr-81 | 21:59 | 0 | 1.41 | 26.49 | 26.53 |
| 14-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.89 | 26.11 | 26.13 |
| 14-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.56 | 25.74 | 25.74 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Abril 1981. Estación Cagigal

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 15-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.35 | 25.37 | 25.37 |
| 15-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.22 | 25.00 | 25.01 |
| 15-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.14 | 24.65 | 24.65 |
| 15-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.09 | 24.29 | 24.29 |
| 15-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.06 | 23.94 | 23.94 |
| 15-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.04 | 23.60 | 23.60 |
| 15-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.02 | 23.26 | 23.26 |
| 15-abr-81 | 07:59 | 0.1 | 0.08 | 23.03 | 23.03 |
| 15-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.05 | 22.70 | 22.70 |
| 15-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.03 | 22.37 | 22.37 |
| 15-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.02 | 22.05 | 22.05 |
| 15-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 21.73 | 21.73 |
| 15-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.01 | 21.42 | 21.42 |
| 15-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 21.12 | 21.12 |
| 15-abr-81 | 14:59 | 0.5 | 0.32 | 21.31 | 21.31 |
| 15-abr-81 | 15:59 | 0.1 | 0.26 | 21.10 | 21.10 |
| 15-abr-81 | 16:59 | 6.2 | 4.07 | 26.91 | 27.21 |
| 15-abr-81 | 17:59 | 0.5 | 2.88 | 27.02 | 27.17 |
| 15-abr-81 | 18:59 | 0.1 | 1.88 | 26.73 | 26.79 |
| 15-abr-81 | 19:59 | 0 | 1.18 | 26.34 | 26.37 |
| 15-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.74 | 25.97 | 25.98 |
| 15-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.47 | 25.59 | 25.60 |
| 15-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.30 | 25.23 | 25.23 |
| 15-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.19 | 24.86 | 24.87 |
| 16-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.12 | 24.51 | 24.51 |
| 16-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.07 | 24.16 | 24.16 |
| 16-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.05 | 23.81 | 23.81 |
| 16-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.03 | 23.47 | 23.47 |
| 16-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.02 | 23.13 | 23.13 |
| 16-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.01 | 22.80 | 22.80 |
| 16-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.01 | 22.47 | 22.47 |
| 16-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.00 | 22.15 | 22.15 |
| 16-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.00 | 21.83 | 21.83 |
| 16-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.00 | 21.52 | 21.52 |
| 16-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.00 | 21.21 | 21.21 |
| 16-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.00 | 20.91 | 20.91 |
| 16-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 20.61 | 20.61 |
| 16-abr-81 | 13:59 | 0.2 | 0.13 | 20.51 | 20.51 |
| 16-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.08 | 20.22 | 20.22 |
| 16-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.05 | 19.93 | 19.93 |
| 16-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.03 | 19.64 | 19.64 |
| 16-abr-81 | 17:59 | 0 | 0.02 | 19.36 | 19.36 |
| 16-abr-81 | 18:59 | 0.1 | 0.08 | 19.18 | 19.18 |
| 16-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.05 | 18.91 | 18.91 |
| 16-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.03 | 18.63 | 18.63 |
| 16-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.02 | 18.37 | 18.37 |
| 16-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.01 | 18.10 | 18.10 |
| 16-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.01 | 17.84 | 17.84 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 17-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.00 | 17.59 | 17.59 |
| 17-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.00 | 17.34 | 17.34 |
| 17-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.00 | 17.09 | 17.09 |
| 17-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.00 | 16.84 | 16.84 |
| 17-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.00 | 16.60 | 16.60 |
| 17-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.00 | 16.36 | 16.36 |
| 17-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.00 | 16.13 | 16.13 |
| 17-abr-81 | 07:59 | 0.1 | 0.06 | 16.00 | 16.00 |
| 17-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.04 | 15.77 | 15.77 |
| 17-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.03 | 15.54 | 15.54 |
| 17-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.02 | 15.32 | 15.32 |
| 17-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 15.10 | 15.10 |
| 17-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.01 | 14.88 | 14.88 |
| 17-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 14.67 | 14.67 |
| 17-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.00 | 14.46 | 14.46 |
| 17-abr-81 | 15:59 | 5.8 | 3.66 | 19.97 | 20.30 |
| 17-abr-81 | 16:59 | 0.1 | 2.37 | 19.78 | 19.92 |
| 17-abr-81 | 17:59 | 0.1 | 1.55 | 19.59 | 19.66 |
| 17-abr-81 | 18:59 | 0 | 0.98 | 19.31 | 19.34 |
| 17-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.62 | 19.04 | 19.05 |
| 17-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.39 | 18.76 | 18.77 |
| 17-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.24 | 18.50 | 18.50 |
| 17-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.15 | 18.23 | 18.23 |
| 17-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.10 | 17.97 | 17.97 |
| 18-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.06 | 17.71 | 17.71 |
| 18-abr-81 | 01:59 | 0.3 | 0.23 | 17.75 | 17.75 |
| 18-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.14 | 17.50 | 17.50 |
| 18-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.09 | 17.25 | 17.25 |
| 18-abr-81 | 04:59 | 0.1 | 0.12 | 17.10 | 17.10 |
| 18-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.08 | 16.85 | 16.85 |
| 18-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.05 | 16.61 | 16.61 |
| 18-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.03 | 16.37 | 16.37 |
| 18-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.02 | 16.14 | 16.14 |
| 18-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.01 | 15.91 | 15.91 |
| 18-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.01 | 15.68 | 15.68 |
| 18-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.00 | 15.45 | 15.45 |
| 18-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 15.23 | 15.23 |
| 18-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 15.01 | 15.01 |
| 18-abr-81 | 14:59 | 6.9 | 4.35 | 21.60 | 22.03 |
| 18-abr-81 | 15:59 | 3.1 | 4.69 | 24.35 | 24.79 |
| 18-abr-81 | 16:59 | 0.5 | 3.27 | 24.49 | 24.71 |
| 18-abr-81 | 17:59 | 0.7 | 2.50 | 24.83 | 24.95 |
| 18-abr-81 | 18:59 | 0.3 | 1.76 | 24.77 | 24.83 |
| 18-abr-81 | 19:59 | 0.1 | 1.17 | 24.51 | 24.54 |
| 18-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.74 | 24.16 | 24.17 |
| 18-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.47 | 23.81 | 23.82 |
| 18-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.29 | 23.47 | 23.47 |
| 18-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.19 | 23.14 | 23.14 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Abril 1981. Estación Cagigal.
(Continuación 1)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 15-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.35 | 25.37 | 25.37 |
| 15-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.22 | 25.00 | 25.01 |
| 15-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.14 | 24.65 | 24.65 |
| 15-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.09 | 24.29 | 24.29 |
| 15-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.06 | 23.94 | 23.94 |
| 15-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.04 | 23.60 | 23.60 |
| 15-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.02 | 23.26 | 23.26 |
| 15-abr-81 | 07:59 | 0.1 | 0.08 | 23.03 | 23.03 |
| 15-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.05 | 22.70 | 22.70 |
| 15-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.03 | 22.37 | 22.37 |
| 15-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.02 | 22.05 | 22.05 |
| 15-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 21.73 | 21.73 |
| 15-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.01 | 21.42 | 21.42 |
| 15-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 21.12 | 21.12 |
| 15-abr-81 | 14:59 | 0.5 | 0.32 | 21.31 | 21.31 |
| 15-abr-81 | 15:59 | 0.1 | 0.26 | 21.10 | 21.10 |
| 15-abr-81 | 16:59 | 6.2 | 4.07 | 26.91 | 27.21 |
| 15-abr-81 | 17:59 | 0.5 | 2.88 | 27.02 | 27.17 |
| 15-abr-81 | 18:59 | 0.1 | 1.88 | 26.73 | 26.79 |
| 15-abr-81 | 19:59 | 0 | 1.18 | 26.34 | 26.37 |
| 15-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.74 | 25.97 | 25.98 |
| 15-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.47 | 25.59 | 25.60 |
| 15-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.30 | 25.23 | 25.23 |
| 15-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.19 | 24.86 | 24.87 |
| 16-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.12 | 24.51 | 24.51 |
| 16-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.07 | 24.16 | 24.16 |
| 16-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.05 | 23.81 | 23.81 |
| 16-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.03 | 23.47 | 23.47 |
| 16-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.02 | 23.13 | 23.13 |
| 16-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.01 | 22.80 | 22.80 |
| 16-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.01 | 22.47 | 22.47 |
| 16-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.00 | 22.15 | 22.15 |
| 16-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.00 | 21.83 | 21.83 |
| 16-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.00 | 21.52 | 21.52 |
| 16-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.00 | 21.21 | 21.21 |
| 16-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.00 | 20.91 | 20.91 |
| 16-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 20.61 | 20.61 |
| 16-abr-81 | 13:59 | 0.2 | 0.13 | 20.51 | 20.51 |
| 16-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.08 | 20.22 | 20.22 |
| 16-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.05 | 19.93 | 19.93 |
| 16-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.03 | 19.64 | 19.64 |
| 16-abr-81 | 17:59 | 0 | 0.02 | 19.36 | 19.36 |
| 16-abr-81 | 18:59 | 0.1 | 0.08 | 19.18 | 19.18 |
| 16-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.05 | 18.91 | 18.91 |
| 16-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.03 | 18.63 | 18.63 |
| 16-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.02 | 18.37 | 18.37 |
| 16-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.01 | 18.10 | 18.10 |
| 16-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.01 | 17.84 | 17.84 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 17-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.00 | 17.59 | 17.59 |
| 17-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.00 | 17.34 | 17.34 |
| 17-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.00 | 17.09 | 17.09 |
| 17-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.00 | 16.84 | 16.84 |
| 17-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.00 | 16.60 | 16.60 |
| 17-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.00 | 16.36 | 16.36 |
| 17-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.00 | 16.13 | 16.13 |
| 17-abr-81 | 07:59 | 0.1 | 0.06 | 16.00 | 16.00 |
| 17-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.04 | 15.77 | 15.77 |
| 17-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.03 | 15.54 | 15.54 |
| 17-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.02 | 15.32 | 15.32 |
| 17-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 15.10 | 15.10 |
| 17-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.01 | 14.88 | 14.88 |
| 17-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 14.67 | 14.67 |
| 17-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.00 | 14.46 | 14.46 |
| 17-abr-81 | 15:59 | 5.8 | 3.66 | 19.97 | 20.30 |
| 17-abr-81 | 16:59 | 0.1 | 2.37 | 19.78 | 19.92 |
| 17-abr-81 | 17:59 | 0.1 | 1.55 | 19.59 | 19.66 |
| 17-abr-81 | 18:59 | 0 | 0.98 | 19.31 | 19.34 |
| 17-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.62 | 19.04 | 19.05 |
| 17-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.39 | 18.76 | 18.77 |
| 17-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.24 | 18.50 | 18.50 |
| 17-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.15 | 18.23 | 18.23 |
| 17-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.10 | 17.97 | 17.97 |
| 18-abr-81 | 00:59 | 0 | 0.06 | 17.71 | 17.71 |
| 18-abr-81 | 01:59 | 0.3 | 0.23 | 17.75 | 17.75 |
| 18-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.14 | 17.50 | 17.50 |
| 18-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.09 | 17.25 | 17.25 |
| 18-abr-81 | 04:59 | 0.1 | 0.12 | 17.10 | 17.10 |
| 18-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.08 | 16.85 | 16.85 |
| 18-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.05 | 16.61 | 16.61 |
| 18-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.03 | 16.37 | 16.37 |
| 18-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.02 | 16.14 | 16.14 |
| 18-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.01 | 15.91 | 15.91 |
| 18-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.01 | 15.68 | 15.68 |
| 18-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.00 | 15.45 | 15.45 |
| 18-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 15.23 | 15.23 |
| 18-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 15.01 | 15.01 |
| 18-abr-81 | 14:59 | 6.9 | 4.35 | 21.60 | 22.03 |
| 18-abr-81 | 15:59 | 3.1 | 4.69 | 24.35 | 24.79 |
| 18-abr-81 | 16:59 | 0.5 | 3.27 | 24.49 | 24.71 |
| 18-abr-81 | 17:59 | 0.7 | 2.50 | 24.83 | 24.95 |
| 18-abr-81 | 18:59 | 0.3 | 1.76 | 24.77 | 24.83 |
| 18-abr-81 | 19:59 | 0.1 | 1.17 | 24.51 | 24.54 |
| 18-abr-81 | 20:59 | 0 | 0.74 | 24.16 | 24.17 |
| 18-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.47 | 23.81 | 23.82 |
| 18-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.29 | 23.47 | 23.47 |
| 18-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.19 | 23.14 | 23.14 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Abril 1981.
Estación Cagigal. (Continuación 2)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 23-abr-81 | 00:59 | 0.1 | 0.31 | 46.57 | 46.57 |
| 23-abr-81 | 01:59 | 0.1 | 0.26 | 46.00 | 46.00 |
| 23-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.16 | 45.34 | 45.34 |
| 23-abr-81 | 03:59 | 0 | 0.10 | 44.69 | 44.69 |
| 23-abr-81 | 04:59 | 0.1 | 0.13 | 44.15 | 44.15 |
| 23-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.08 | 43.51 | 43.51 |
| 23-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.05 | 42.89 | 42.89 |
| 23-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.03 | 42.28 | 42.28 |
| 23-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.02 | 41.67 | 41.67 |
| 23-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.01 | 41.07 | 41.07 |
| 23-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.01 | 40.48 | 40.48 |
| 23-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 39.90 | 39.90 |
| 23-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.00 | 39.33 | 39.33 |
| 23-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 38.77 | 38.77 |
| 23-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.00 | 38.21 | 38.21 |
| 23-abr-81 | 15:59 | 13.4 | 8.44 | 50.87 | 51.57 |
| 23-abr-81 | 16:59 | 2.2 | 6.70 | 52.31 | 52.74 |
| 23-abr-81 | 17:59 | 42.3 | 30.87 | 93.25 | 98.23 |
| 23-abr-81 | 18:59 | 1.5 | 20.39 | 93.39 | 95.60 |
| 23-abr-81 | 19:59 | 0.1 | 12.91 | 92.15 | 93.05 |
| 23-abr-81 | 20:59 | 0 | 8.13 | 90.83 | 91.20 |
| 23-abr-81 | 21:59 | 0.1 | 5.19 | 89.63 | 89.78 |
| 23-abr-81 | 22:59 | 0 | 3.27 | 88.34 | 88.41 |
| 23-abr-81 | 23:59 | 0 | 2.06 | 87.08 | 87.10 |
| 24-abr-81 | 00:59 | 0.1 | 1.36 | 85.93 | 85.94 |
| 24-abr-81 | 01:59 | 0 | 0.86 | 84.70 | 84.70 |
| 24-abr-81 | 02:59 | 0 | 0.54 | 83.48 | 83.48 |
| 24-abr-81 | 03:59 | 0.2 | 0.47 | 82.48 | 82.48 |
| 24-abr-81 | 04:59 | 0 | 0.29 | 81.30 | 81.30 |
| 24-abr-81 | 05:59 | 0 | 0.18 | 80.13 | 80.13 |
| 24-abr-81 | 06:59 | 0 | 0.12 | 78.99 | 78.99 |
| 24-abr-81 | 07:59 | 0 | 0.07 | 77.85 | 77.85 |
| 24-abr-81 | 08:59 | 0 | 0.05 | 76.74 | 76.74 |
| 24-abr-81 | 09:59 | 0 | 0.03 | 75.64 | 75.64 |
| 24-abr-81 | 10:59 | 0 | 0.02 | 74.55 | 74.55 |
| 24-abr-81 | 11:59 | 0 | 0.01 | 73.48 | 73.48 |
| 24-abr-81 | 12:59 | 0 | 0.01 | 72.43 | 72.43 |
| 24-abr-81 | 13:59 | 0 | 0.00 | 71.39 | 71.39 |
| 24-abr-81 | 14:59 | 0 | 0.00 | 70.37 | 70.37 |
| 24-abr-81 | 15:59 | 0 | 0.00 | 69.36 | 69.36 |
| 24-abr-81 | 16:59 | 0 | 0.00 | 68.36 | 68.36 |
| 24-abr-81 | 17:59 | 0.4 | 0.25 | 67.78 | 67.78 |
| 24-abr-81 | 18:59 | 0.1 | 0.22 | 66.91 | 66.91 |
| 24-abr-81 | 19:59 | 0 | 0.14 | 65.95 | 65.95 |
| 24-abr-81 | 20:59 | 0.1 | 0.15 | 65.10 | 65.10 |
| 24-abr-81 | 21:59 | 0 | 0.10 | 64.17 | 64.17 |
| 24-abr-81 | 22:59 | 0 | 0.06 | 63.25 | 63.25 |
| 24-abr-81 | 23:59 | 0 | 0.04 | 62.34 | 62.34 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Abril 1981.
Estación Cagigal. (Continuación 3)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 11-abr-81 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 04:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 06:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 07:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 08:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 09:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 10:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 11:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 12:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 13:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 14:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 15:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 16:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 17:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 18:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 19:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 20:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 21:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 22:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11-abr-81 | 23:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 04:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12-abr-81 | 06:00 | 2.4 | 1.51 | 2.38 | 2.38 |
| 12-abr-81 | 07:00 | 6.7 | 5.17 | 8.99 | 9.12 |
| 12-abr-81 | 08:00 | 6.6 | 7.42 | 15.44 | 16.28 |
| 12-abr-81 | 09:00 | 1.8 | 5.81 | 17.08 | 18.62 |
| 12-abr-81 | 10:00 | 0.9 | 4.22 | 17.80 | 18.73 |
| 12-abr-81 | 11:00 | 0.0 | 2.66 | 17.63 | 18.13 |
| 12-abr-81 | 12:00 | 0.0 | 1.68 | 17.46 | 17.67 |
| 12-abr-81 | 13:00 | 0.5 | 1.37 | 17.79 | 17.87 |
| 12-abr-81 | 14:00 | 8.9 | 6.47 | 26.44 | 26.47 |
| 12-abr-81 | 15:00 | 0.2 | 4.20 | 26.38 | 27.16 |
| 12-abr-81 | 16:00 | 0.0 | 2.65 | 26.13 | 26.46 |
| 12-abr-81 | 17:00 | 0.0 | 1.67 | 25.88 | 26.01 |
| 12-abr-81 | 18:00 | 3.1 | 3.00 | 28.70 | 28.75 |
| 12-abr-81 | 19:00 | 1.7 | 2.96 | 30.11 | 30.26 |
| 12-abr-81 | 20:00 | 0.1 | 1.93 | 29.92 | 30.07 |
| 12-abr-81 | 21:00 | 0.1 | 1.28 | 29.73 | 29.79 |
| 12-abr-81 | 22:00 | 7.8 | 5.72 | 37.17 | 37.19 |
| 12-abr-81 | 23:00 | 10.6 | 10.28 | 47.31 | 47.66 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 13-abr-81 | 00:00 | 8.0 | 11.52 | 54.78 | 55.74 |
| 13-abr-81 | 01:00 | 16.6 | 17.71 | 70.70 | 72.89 |
| 13-abr-81 | 02:00 | 1.7 | 12.23 | 71.71 | 72.74 |
| 13-abr-81 | 03:00 | 9.0 | 13.37 | 79.93 | 81.04 |
| 13-abr-81 | 04:00 | 2.8 | 10.19 | 81.94 | 82.57 |
| 13-abr-81 | 05:00 | 0.4 | 6.67 | 81.55 | 81.82 |
| 13-abr-81 | 06:00 | 0.0 | 4.20 | 80.77 | 80.88 |
| 13-abr-81 | 07:00 | 3.5 | 4.85 | 83.46 | 83.60 |
| 13-abr-81 | 08:00 | 5.7 | 6.65 | 88.31 | 88.56 |
| 13-abr-81 | 09:00 | 1.0 | 4.82 | 88.45 | 88.58 |
| 13-abr-81 | 10:00 | 0.0 | 3.03 | 87.61 | 87.66 |
| 13-abr-81 | 11:00 | 0.0 | 1.91 | 86.77 | 86.79 |
| 13-abr-81 | 12:00 | 0.0 | 1.20 | 85.94 | 85.94 |
| 13-abr-81 | 13:00 | 0.0 | 0.76 | 85.11 | 85.12 |
| 13-abr-81 | 14:00 | 0.0 | 0.48 | 84.30 | 84.30 |
| 13-abr-81 | 15:00 | 0.0 | 0.30 | 83.49 | 83.49 |
| 13-abr-81 | 16:00 | 0.0 | 0.19 | 82.69 | 82.69 |
| 13-abr-81 | 17:00 | 0.0 | 0.12 | 81.90 | 81.90 |
| 13-abr-81 | 18:00 | 0.0 | 0.08 | 81.11 | 81.11 |
| 13-abr-81 | 19:00 | 0.0 | 0.05 | 80.34 | 80.34 |
| 13-abr-81 | 20:00 | 0.0 | 0.03 | 79.57 | 79.57 |
| 13-abr-81 | 21:00 | 0.0 | 0.02 | 78.80 | 78.80 |
| 13-abr-81 | 22:00 | 0.0 | 0.01 | 78.05 | 78.05 |
| 13-abr-81 | 23:00 | 0.0 | 0.01 | 77.30 | 77.30 |
| 14-abr-81 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 76.56 | 76.56 |
| 14-abr-81 | 01:00 | 0.9 | 0.57 | 76.72 | 76.72 |
| 14-abr-81 | 02:00 | 0.0 | 0.36 | 75.98 | 75.98 |
| 14-abr-81 | 03:00 | 0.0 | 0.23 | 75.25 | 75.25 |
| 14-abr-81 | 04:00 | 0.3 | 0.33 | 74.83 | 74.83 |
| 14-abr-81 | 05:00 | 3.3 | 2.29 | 77.38 | 77.42 |
| 14-abr-81 | 06:00 | 2.5 | 3.02 | 79.12 | 79.17 |
| 14-abr-81 | 07:00 | 1.4 | 2.78 | 79.75 | 79.79 |
| 14-abr-81 | 08:00 | 0.9 | 2.32 | 79.87 | 79.91 |
| 14-abr-81 | 09:00 | 0.0 | 1.46 | 79.11 | 79.12 |
| 14-abr-81 | 10:00 | 0.6 | 1.30 | 78.94 | 78.95 |
| 14-abr-81 | 11:00 | 1.1 | 1.51 | 79.28 | 79.29 |
| 14-abr-81 | 12:00 | 13.0 | 9.14 | 91.39 | 91.85 |
| 14-abr-81 | 13:00 | 0.1 | 5.82 | 90.62 | 90.80 |
| 14-abr-81 | 14:00 | 0.0 | 3.67 | 89.75 | 89.82 |
| 14-abr-81 | 15:00 | 0.0 | 2.31 | 88.89 | 88.92 |
| 14-abr-81 | 16:00 | 0.1 | 1.52 | 88.14 | 88.15 |
| 14-abr-81 | 17:00 | 0.1 | 1.02 | 87.39 | 87.40 |
| 14-abr-81 | 18:00 | 0.1 | 0.71 | 86.65 | 86.65 |
| 14-abr-81 | 19:00 | 0.1 | 0.51 | 85.92 | 85.92 |
| 14-abr-81 | 20:00 | 0.0 | 0.32 | 85.10 | 85.10 |
| 14-abr-81 | 21:00 | 0.1 | 0.26 | 84.38 | 84.38 |
| 14-abr-81 | 22:00 | 0.0 | 0.17 | 83.57 | 83.57 |
| 14-abr-81 | 23:00 | 0.0 | 0.10 | 82.77 | 82.77 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Abril 1981. Estación Maiquetía FAV

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 15-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.57 | 0.89 | 1.06 |
| 15-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.36 | 0.88 | 0.95 |
| 15-nov-91 | 02:59 | 0 | 0.23 | 0.87 | 0.90 |
| 15-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.14 | 0.87 | 0.88 |
| 15-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.09 | 0.86 | 0.86 |
| 15-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.06 | 0.85 | 0.85 |
| 15-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.04 | 0.84 | 0.84 |
| 15-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.02 | 0.83 | 0.83 |
| 15-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.01 | 0.83 | 0.83 |
| 15-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.01 | 0.82 | 0.82 |
| 15-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.01 | 0.81 | 0.81 |
| 15-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.00 | 0.80 | 0.80 |
| 15-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.00 | 0.79 | 0.79 |
| 15-nov-91 | 13:59 | 0 | 3.28 | 5.94 | 6.78 |
| 15-nov-91 | 14:59 | 0 | 2.13 | 5.98 | 6.35 |
| 15-nov-91 | 15:59 | 0.1 | 1.34 | 5.92 | 6.07 |
| 15-nov-91 | 16:59 | 0.8 | 0.84 | 5.86 | 5.93 |
| 15-nov-91 | 17:59 | 0 | 0.53 | 5.81 | 5.83 |
| 15-nov-91 | 18:59 | 0 | 0.34 | 5.75 | 5.76 |
| 15-nov-91 | 19:59 | 0 | 0.21 | 5.70 | 5.70 |
| 15-nov-91 | 20:59 | 13.8 | 0.13 | 5.64 | 5.64 |
| 15-nov-91 | 21:59 | 4 | 0.08 | 5.59 | 5.59 |
| 15-nov-91 | 22:59 | 0.2 | 0.05 | 5.54 | 5.54 |
| 15-nov-91 | 23:59 | 0 | 0.03 | 5.48 | 5.48 |
| 16-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.02 | 5.43 | 5.43 |
| 16-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.01 | 5.38 | 5.38 |
| 16-nov-91 | 02:59 | 0.4 | 0.01 | 5.33 | 5.33 |
| 16-nov-91 | 03:59 | 0.8 | 0.01 | 5.28 | 5.28 |
| 16-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.00 | 5.22 | 5.22 |
| 16-nov-91 | 05:59 | 0.6 | 0.00 | 5.17 | 5.17 |
| 16-nov-91 | 06:59 | 0.3 | 0.00 | 5.13 | 5.13 |
| 16-nov-91 | 07:59 | 0.1 | 0.00 | 5.08 | 5.08 |
| 16-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.00 | 5.03 | 5.03 |
| 16-nov-91 | 09:59 | 0.7 | 0.00 | 4.98 | 4.98 |
| 16-nov-91 | 10:59 | 0.5 | 0.00 | 4.93 | 4.93 |
| 16-nov-91 | 11:59 | 0.2 | 0.00 | 4.88 | 4.88 |
| 16-nov-91 | 12:59 | 0.4 | 0.00 | 4.84 | 4.84 |
| 16-nov-91 | 13:59 | 0.1 | 0.00 | 4.79 | 4.79 |
| 16-nov-91 | 14:59 | 0 | 0.00 | 4.75 | 4.75 |
| 16-nov-91 | 15:59 | 0 | 0.00 | 4.70 | 4.70 |
| 16-nov-91 | 16:59 | 0 | 0.19 | 4.95 | 4.96 |
| 16-nov-91 | 17:59 | 0 | 3.02 | 9.46 | 9.93 |
| 16-nov-91 | 18:59 | 0 | 3.79 | 12.34 | 12.91 |
| 16-nov-91 | 19:59 | 0 | 6.42 | 18.56 | 19.64 |
| 16-nov-91 | 20:59 | 0 | 12.86 | 32.25 | 34.72 |
| 16-nov-91 | 21:59 | 0 | 12.64 | 39.07 | 41.07 |
| 16-nov-91 | 22:59 | 0 | 9.35 | 40.88 | 41.93 |
| 16-nov-91 | 23:59 | 0 | 6.52 | 41.48 | 41.98 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 17-nov-91 | 00:59 | 0 | 4.11 | 41.08 | 41.28 |
| 17-nov-91 | 01:59 | 0 | 2.59 | 40.68 | 40.77 |
| 17-nov-91 | 02:59 | 0 | 1.63 | 40.29 | 40.33 |
| 17-nov-91 | 03:59 | 0 | 1.03 | 39.91 | 39.92 |
| 17-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.65 | 39.53 | 39.53 |
| 17-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.41 | 39.15 | 39.15 |
| 17-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.26 | 38.77 | 38.77 |
| 17-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.16 | 38.40 | 38.40 |
| 17-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.10 | 38.03 | 38.03 |
| 17-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.06 | 37.67 | 37.67 |
| 17-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.04 | 37.31 | 37.31 |
| 17-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.03 | 36.95 | 36.95 |
| 17-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.02 | 36.60 | 36.60 |
| 17-nov-91 | 13:59 | 0 | 0.01 | 36.25 | 36.25 |
| 17-nov-91 | 14:59 | 0 | 0.01 | 35.90 | 35.90 |
| 17-nov-91 | 15:59 | 0 | 0.00 | 35.55 | 35.55 |
| 17-nov-91 | 16:59 | 0 | 0.00 | 35.21 | 35.21 |
| 17-nov-91 | 17:59 | 0 | 0.00 | 34.88 | 34.88 |
| 17-nov-91 | 18:59 | 0 | 1.13 | 36.32 | 36.34 |
| 17-nov-91 | 19:59 | 0.2 | 0.71 | 35.98 | 35.98 |
| 17-nov-91 | 20:59 | 0.5 | 2.09 | 38.21 | 38.26 |
| 17-nov-91 | 21:59 | 0 | 1.44 | 38.04 | 38.07 |
| 17-nov-91 | 22:59 | 0 | 0.91 | 37.67 | 37.69 |
| 17-nov-91 | 23:59 | 0 | 0.57 | 37.31 | 37.32 |
| 18-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.36 | 36.96 | 36.96 |
| 18-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.23 | 36.60 | 36.60 |
| 18-nov-91 | 02:59 | 0 | 0.14 | 36.25 | 36.25 |
| 18-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.09 | 35.90 | 35.90 |
| 18-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.12 | 35.66 | 35.66 |
| 18-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.26 | 35.61 | 35.62 |
| 18-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.17 | 35.27 | 35.27 |
| 18-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.10 | 34.94 | 34.94 |
| 18-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.44 | 35.20 | 35.20 |
| 18-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.53 | 35.25 | 35.26 |
| 18-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.33 | 34.92 | 34.92 |
| 18-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.21 | 34.58 | 34.58 |
| 18-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.13 | 34.25 | 34.25 |
| 18-nov-91 | 13:59 | 0 | 11.86 | 52.44 | 53.77 |
| 18-nov-91 | 14:59 | 1 | 17.43 | 67.59 | 69.80 |
| 18-nov-91 | 15:59 | 0.2 | 12.93 | 70.01 | 71.20 |
| 18-nov-91 | 16:59 | 0 | 8.40 | 69.74 | 70.24 |
| 18-nov-91 | 17:59 | 0 | 5.42 | 69.27 | 69.48 |
| 18-nov-91 | 18:59 | 0 | 3.41 | 68.60 | 68.69 |
| 18-nov-91 | 19:59 | 0 | 2.15 | 67.95 | 67.98 |
| 18-nov-91 | 20:59 | 0 | 1.35 | 67.30 | 67.31 |
| 18-nov-91 | 21:59 | 0 | 0.85 | 66.65 | 66.66 |
| 18-nov-91 | 22:59 | 0 | 0.54 | 66.01 | 66.01 |
| 18-nov-91 | 23:59 | 0 | 0.34 | 65.38 | 65.38 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Noviembre 1991.
Estación Maiquetía FAV

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 19-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.59 | 65.35 | 65.35 |
| 19-nov-91 | 01:59 | 0 | 2.70 | 68.39 | 68.44 |
| 19-nov-91 | 02:59 | 0 | 3.28 | 70.21 | 70.28 |
| 19-nov-91 | 03:59 | 0 | 2.32 | 69.93 | 69.97 |
| 19-nov-91 | 04:59 | 0 | 1.65 | 69.56 | 69.58 |
| 19-nov-91 | 05:59 | 0 | 2.05 | 70.48 | 70.51 |
| 19-nov-91 | 06:59 | 0 | 1.29 | 69.80 | 69.81 |
| 19-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.81 | 69.13 | 69.14 |
| 19-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.83 | 68.96 | 68.97 |
| 19-nov-91 | 09:59 | 0 | 1.02 | 69.10 | 69.10 |
| 19-nov-91 | 10:59 | 0 | 1.15 | 69.23 | 69.24 |
| 19-nov-91 | 11:59 | 0 | 1.48 | 69.75 | 69.77 |
| 19-nov-91 | 12:59 | 9.9 | 2.63 | 71.76 | 71.81 |
| 19-nov-91 | 13:59 | 6.1 | 1.72 | 71.17 | 71.19 |
| 19-nov-91 | 14:59 | 0.1 | 1.15 | 70.59 | 70.60 |
| 19-nov-91 | 15:59 | 8.9 | 0.79 | 70.01 | 70.01 |
| 19-nov-91 | 16:59 | 0.4 | 0.50 | 69.34 | 69.34 |
| 19-nov-91 | 17:59 | 5.3 | 0.50 | 68.97 | 68.97 |
| 19-nov-91 | 18:59 | 0.1 | 3.21 | 72.87 | 72.94 |
| 19-nov-91 | 19:59 | 0 | 2.91 | 73.55 | 73.61 |
| 19-nov-91 | 20:59 | 1.9 | 2.71 | 74.24 | 74.29 |
| 19-nov-91 | 21:59 | 4.2 | 2.78 | 75.21 | 75.26 |
| 19-nov-91 | 22:59 | 1.9 | 2.26 | 75.28 | 75.31 |
| 19-nov-91 | 23:59 | 2.8 | 1.61 | 74.86 | 74.87 |
| 20-nov-91 | 00:59 | 0.6 | 1.01 | 74.14 | 74.15 |
| 20-nov-91 | 01:59 | 3.7 | 0.64 | 73.43 | 73.43 |
| 20-nov-91 | 02:59 | 2.5 | 0.40 | 72.73 | 72.73 |
| 20-nov-91 | 03:59 | 0.4 | 0.25 | 72.03 | 72.03 |
| 20-nov-91 | 04:59 | 0.3 | 0.16 | 71.34 | 71.34 |
| 20-nov-91 | 05:59 | 1.6 | 0.10 | 70.66 | 70.66 |
| 20-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.06 | 69.98 | 69.98 |
| 20-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.04 | 69.31 | 69.31 |
| 20-nov-91 | 08:59 | 0.5 | 0.03 | 68.64 | 68.64 |
| 20-nov-91 | 09:59 | 0.8 | 0.02 | 67.99 | 67.99 |
| 20-nov-91 | 10:59 | 0.8 | 0.01 | 67.33 | 67.34 |
| 20-nov-91 | 11:59 | 1.2 | 0.01 | 66.69 | 66.69 |
| 20-nov-91 | 12:59 | 2.7 | 6.24 | 75.86 | 76.11 |
| 20-nov-91 | 13:59 | 0.1 | 7.77 | 81.17 | 81.54 |
| 20-nov-91 | 14:59 | 0.1 | 4.96 | 80.49 | 80.64 |
| 20-nov-91 | 15:59 | 0.1 | 8.73 | 88.54 | 88.97 |
| 20-nov-91 | 16:59 | 0 | 5.75 | 88.08 | 88.27 |
| 20-nov-91 | 17:59 | 0.3 | 6.96 | 92.49 | 92.75 |
| 20-nov-91 | 18:59 | 4.6 | 4.45 | 91.70 | 91.81 |
| 20-nov-91 | 19:59 | 1.4 | 2.80 | 90.82 | 90.87 |
| 20-nov-91 | 20:59 | 1.4 | 2.96 | 91.83 | 91.88 |
| 20-nov-91 | 21:59 | 1.7 | 4.51 | 95.11 | 95.22 |
| 20-nov-91 | 22:59 | 0.8 | 4.04 | 96.09 | 96.17 |
| 20-nov-91 | 23:59 | 0.3 | 4.31 | 97.94 | 98.03 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 21-nov-91 | 00:59 | 0 | 2.71 | 97.00 | 97.04 |
| 21-nov-91 | 01:59 | 0 | 1.71 | 96.07 | 96.09 |
| 21-nov-91 | 02:59 | 0 | 1.08 | 95.15 | 95.16 |
| 21-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.68 | 94.24 | 94.24 |
| 21-nov-91 | 04:59 | 0.1 | 0.43 | 93.34 | 93.34 |
| 21-nov-91 | 05:59 | 0.3 | 0.27 | 92.44 | 92.44 |
| 21-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.17 | 91.56 | 91.56 |
| 21-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.11 | 90.68 | 90.68 |
| 21-nov-91 | 08:59 | 0.6 | 0.07 | 89.81 | 89.81 |
| 21-nov-91 | 09:59 | 0.4 | 0.04 | 88.95 | 88.95 |
| 21-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.03 | 88.10 | 88.10 |
| 21-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.02 | 87.25 | 87.25 |
| 21-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.01 | 86.42 | 86.42 |
| 21-nov-91 | 13:59 | 18.7 | 0.01 | 85.59 | 85.59 |
| 21-nov-91 | 14:59 | 15.8 | 0.63 | 85.76 | 85.76 |
| 21-nov-91 | 15:59 | 3.1 | 0.53 | 85.14 | 85.14 |
| 21-nov-91 | 16:59 | 0.4 | 0.33 | 84.32 | 84.32 |
| 21-nov-91 | 17:59 | 0.2 | 0.21 | 83.51 | 83.51 |
| 21-nov-91 | 18:59 | 0 | 0.13 | 82.71 | 82.71 |
| 21-nov-91 | 19:59 | 0 | 0.08 | 81.92 | 81.92 |
| 21-nov-91 | 20:59 | 0 | 0.05 | 81.13 | 81.13 |
| 21-nov-91 | 21:59 | 0 | 0.03 | 80.36 | 80.36 |
| 21-nov-91 | 22:59 | 0 | 0.02 | 79.59 | 79.59 |
| 21-nov-91 | 23:59 | 0 | 0.01 | 78.83 | 78.83 |
| 22-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.01 | 78.07 | 78.07 |
| 22-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.01 | 77.32 | 77.32 |
| 22-nov-91 | 02:59 | 0 | 0.00 | 76.58 | 76.58 |
| 22-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.00 | 75.85 | 75.85 |
| 22-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.00 | 75.12 | 75.12 |
| 22-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.00 | 74.40 | 74.40 |
| 22-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.00 | 73.69 | 73.69 |
| 22-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.00 | 72.98 | 72.98 |
| 22-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.00 | 72.28 | 72.28 |
| 22-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.00 | 71.59 | 71.59 |
| 22-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.00 | 70.90 | 70.90 |
| 22-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.00 | 70.23 | 70.23 |
| 22-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.00 | 69.55 | 69.55 |
| 22-nov-91 | 13:59 | 0 | 0.00 | 68.89 | 68.89 |
| 22-nov-91 | 14:59 | 0 | 0.00 | 68.23 | 68.23 |
| 22-nov-91 | 15:59 | 0 | 0.00 | 67.57 | 67.57 |
| 22-nov-91 | 16:59 | 0 | 0.00 | 66.92 | 66.92 |
| 22-nov-91 | 17:59 | 0 | 0.00 | 66.28 | 66.28 |
| 22-nov-91 | 18:59 | 1.8 | 0.00 | 65.65 | 65.65 |
| 22-nov-91 | 19:59 | 0 | 0.13 | 65.22 | 65.22 |
| 22-nov-91 | 20:59 | 2.6 | 0.39 | 65.09 | 65.09 |
| 22-nov-91 | 21:59 | 0.2 | 0.25 | 64.46 | 64.47 |
| 22-nov-91 | 22:59 | 0 | 0.16 | 63.85 | 63.85 |
| 22-nov-91 | 23:59 | 0 | 0.10 | 63.24 | 63.24 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Noviembre 1991.
Estación Maiquetía FAV. (Continuación 1)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 23-nov-91 | 00:59 | 0 | 0.06 | 62.63 | 62.63 |
| 23-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.04 | 62.03 | 62.03 |
| 23-nov-91 | 02:59 | 0 | 0.28 | 61.83 | 61.83 |
| 23-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.68 | 62.03 | 62.03 |
| 23-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.43 | 61.44 | 61.44 |
| 23-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.65 | 61.44 | 61.45 |
| 23-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.60 | 61.15 | 61.15 |
| 23-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.44 | 60.66 | 60.67 |
| 23-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.28 | 60.08 | 60.08 |
| 23-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.62 | 60.20 | 60.20 |
| 23-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.70 | 60.12 | 60.12 |
| 23-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.57 | 59.74 | 59.74 |
| 23-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.61 | 59.56 | 59.57 |
| 23-nov-91 | 13:59 | 0 | 0.45 | 59.09 | 59.09 |
| 23-nov-91 | 14:59 | 0 | 0.28 | 58.53 | 58.53 |
| 23-nov-91 | 15:59 | 0 | 0.18 | 57.97 | 57.97 |
| 23-nov-91 | 16:59 | 0.3 | 0.11 | 57.41 | 57.41 |
| 23-nov-91 | 17:59 | 4.6 | 0.07 | 56.86 | 56.86 |
| 23-nov-91 | 18:59 | 3 | 0.04 | 56.32 | 56.32 |
| 23-nov-91 | 19:59 | 6.4 | 0.03 | 55.78 | 55.78 |
| 23-nov-91 | 20:59 | 14 | 0.02 | 55.24 | 55.24 |
| 23-nov-91 | 21:59 | 7.2 | 0.01 | 54.71 | 54.71 |
| 23-nov-91 | 22:59 | 2.2 | 0.01 | 54.19 | 54.19 |
| 23-nov-91 | 23:59 | 1 | 0.00 | 53.67 | 53.67 |
| 24-nov-91 | 00:59 | 0.9 | 0.00 | 53.16 | 53.16 |
| 24-nov-91 | 01:59 | 0 | 0.00 | 52.65 | 52.65 |
| 24-nov-91 | 02:59 | 0 | 0.00 | 52.14 | 52.14 |
| 24-nov-91 | 03:59 | 0 | 0.00 | 51.64 | 51.64 |
| 24-nov-91 | 04:59 | 0 | 0.00 | 51.15 | 51.15 |
| 24-nov-91 | 05:59 | 0 | 0.00 | 50.66 | 50.66 |
| 24-nov-91 | 06:59 | 0 | 0.00 | 50.17 | 50.17 |
| 24-nov-91 | 07:59 | 0 | 0.00 | 49.69 | 49.69 |
| 24-nov-91 | 08:59 | 0 | 0.00 | 49.22 | 49.22 |
| 24-nov-91 | 09:59 | 0 | 0.00 | 48.74 | 48.74 |
| 24-nov-91 | 10:59 | 0 | 0.00 | 48.28 | 48.28 |
| 24-nov-91 | 11:59 | 0 | 0.00 | 47.81 | 47.81 |
| 24-nov-91 | 12:59 | 0 | 0.00 | 47.36 | 47.36 |
| 24-nov-91 | 13:59 | 5.2 | 0.00 | 46.90 | 46.90 |
| 24-nov-91 | 14:59 | 0.1 | 0.00 | 46.45 | 46.45 |
| 24-nov-91 | 15:59 | 0 | 0.06 | 46.11 | 46.11 |
| 24-nov-91 | 16:59 | 0 | 0.54 | 46.46 | 46.46 |
| 24-nov-91 | 17:59 | 0 | 0.34 | 46.01 | 46.01 |
| 24-nov-91 | 18:59 | 0 | 0.22 | 45.57 | 45.57 |
| 24-nov-91 | 19:59 | 0 | 0.14 | 45.13 | 45.14 |
| 24-nov-91 | 20:59 | 0 | 8.78 | 58.37 | 59.03 |
| 24-nov-91 | 21:59 | 0 | 8.05 | 61.77 | 62.30 |
| 24-nov-91 | 22:59 | 0 | 5.20 | 61.38 | 61.60 |
| 24-nov-91 | 23:59 | 0 | 3.27 | 60.79 | 60.88 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Noviembre 1991.
Estación Maiquetía FAV. (Continuación 2)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 01-dic-99 | 00:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 01:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 02:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 03:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 04:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 05:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 06:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 07:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 08:59 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 01-dic-99 | 09:59 | 10.5 | 10.40 | 6.61 | 12.32 |
| 01-dic-99 | 10:59 | 2.6 | 12.87 | 5.80 | 14.12 |
| 01-dic-99 | 11:59 | 4.4 | 17.11 | 6.43 | 18.28 |
| 01-dic-99 | 12:59 | 1.4 | 18.33 | 4.93 | 18.98 |
| 01-dic-99 | 13:59 | 0 | 18.16 | 3.11 | 18.42 |
| 01-dic-99 | 14:59 | 0 | 17.98 | 1.96 | 18.09 |
| 01-dic-99 | 15:59 | 0 | 17.81 | 1.23 | 17.85 |
| 01-dic-99 | 16:59 | 0 | 17.64 | 0.78 | 17.66 |
| 01-dic-99 | 17:59 | 0 | 17.47 | 0.49 | 17.48 |
| 01-dic-99 | 18:59 | 0 | 17.30 | 0.31 | 17.31 |
| 01-dic-99 | 19:59 | 0 | 17.14 | 0.19 | 17.14 |
| 01-dic-99 | 20:59 | 0 | 16.97 | 0.12 | 16.97 |
| 01-dic-99 | 21:59 | 0 | 16.81 | 0.08 | 16.81 |
| 01-dic-99 | 22:59 | 0 | 16.65 | 0.05 | 16.65 |
| 01-dic-99 | 23:59 | 0 | 16.49 | 0.03 | 16.49 |
| 02-dic-99 | 00:59 | 0 | 16.33 | 0.02 | 16.33 |
| 02-dic-99 | 01:59 | 0 | 16.18 | 0.01 | 16.18 |
| 02-dic-99 | 02:59 | 0 | 16.02 | 0.01 | 16.02 |
| 02-dic-99 | 03:59 | 0 | 15.87 | 0.00 | 15.87 |
| 02-dic-99 | 04:59 | 0 | 15.72 | 0.00 | 15.72 |
| 02-dic-99 | 05:59 | 0 | 15.56 | 0.00 | 15.56 |
| 02-dic-99 | 06:59 | 0 | 15.42 | 0.00 | 15.42 |
| 02-dic-99 | 07:59 | 0 | 15.27 | 0.00 | 15.27 |
| 02-dic-99 | 08:59 | 0 | 15.12 | 0.00 | 15.12 |
| 02-dic-99 | 09:59 | 0 | 14.98 | 0.00 | 14.98 |
| 02-dic-99 | 10:59 | 0 | 14.83 | 0.00 | 14.83 |
| 02-dic-99 | 11:59 | 0 | 14.69 | 0.00 | 14.69 |
| 02-dic-99 | 12:59 | 0 | 14.55 | 0.00 | 14.55 |
| 02-dic-99 | 13:59 | 0 | 14.41 | 0.00 | 14.41 |
| 02-dic-99 | 14:59 | 0 | 14.27 | 0.00 | 14.27 |
| 02-dic-99 | 15:59 | 0 | 14.14 | 0.00 | 14.14 |
| 02-dic-99 | 16:59 | 0 | 14.00 | 0.00 | 14.00 |
| 02-dic-99 | 17:59 | 0.4 | 14.26 | 0.25 | 14.26 |
| 02-dic-99 | 18:59 | 17.1 | 31.06 | 10.93 | 32.93 |
| 02-dic-99 | 19:59 | 3.6 | 34.33 | 9.15 | 35.53 |
| 02-dic-99 | 20:59 | 5.1 | 39.05 | 8.98 | 40.07 |
| 02-dic-99 | 21:59 | 2.1 | 40.76 | 6.98 | 41.35 |
| 02-dic-99 | 22:59 | 0.9 | 41.26 | 4.96 | 41.56 |
| 02-dic-99 | 23:59 | 0 | 40.86 | 3.13 | 40.98 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 03-dic-99 | 00:59 | 0 | 40.47 | 1.97 | 40.52 |
| 03-dic-99 | 01:59 | 0 | 40.08 | 1.24 | 40.10 |
| 03-dic-99 | 02:59 | 0 | 39.70 | 0.78 | 39.71 |
| 03-dic-99 | 03:59 | 0 | 39.32 | 0.49 | 39.32 |
| 03-dic-99 | 04:59 | 0 | 38.94 | 0.31 | 38.94 |
| 03-dic-99 | 05:59 | 0 | 38.57 | 0.20 | 38.57 |
| 03-dic-99 | 06:59 | 0 | 38.20 | 0.12 | 38.20 |
| 03-dic-99 | 07:59 | 0 | 37.83 | 0.08 | 37.83 |
| 03-dic-99 | 08:59 | 0 | 37.47 | 0.05 | 37.47 |
| 03-dic-99 | 09:59 | 0 | 37.11 | 0.03 | 37.11 |
| 03-dic-99 | 10:59 | 0 | 36.76 | 0.02 | 36.76 |
| 03-dic-99 | 11:59 | 0 | 36.41 | 0.01 | 36.41 |
| 03-dic-99 | 12:59 | 0 | 36.06 | 0.01 | 36.06 |
| 03-dic-99 | 13:59 | 0 | 35.71 | 0.00 | 35.71 |
| 03-dic-99 | 14:59 | 0 | 35.37 | 0.00 | 35.37 |
| 03-dic-99 | 15:59 | 0 | 35.03 | 0.00 | 35.03 |
| 03-dic-99 | 16:59 | 5 | 39.65 | 3.15 | 39.77 |
| 03-dic-99 | 17:59 | 8.7 | 47.88 | 7.47 | 48.46 |
| 03-dic-99 | 18:59 | 19.5 | 66.74 | 16.99 | 68.87 |
| 03-dic-99 | 19:59 | 2.1 | 68.18 | 12.02 | 69.23 |
| 03-dic-99 | 20:59 | 0.1 | 67.62 | 7.64 | 68.05 |
| 03-dic-99 | 21:59 | 0 | 66.98 | 4.81 | 67.15 |
| 03-dic-99 | 22:59 | 0.7 | 67.03 | 3.47 | 67.12 |
| 03-dic-99 | 23:59 | 0.8 | 67.18 | 2.69 | 67.23 |
| 04-dic-99 | 00:59 | 0.4 | 66.93 | 1.95 | 66.96 |
| 04-dic-99 | 01:59 | 0.6 | 66.88 | 1.60 | 66.90 |
| 04-dic-99 | 02:59 | 0 | 66.24 | 1.01 | 66.25 |
| 04-dic-99 | 03:59 | 0 | 65.61 | 0.64 | 65.61 |
| 04-dic-99 | 04:59 | 0 | 64.98 | 0.40 | 64.98 |
| 04-dic-99 | 05:59 | 0 | 64.36 | 0.25 | 64.36 |
| 04-dic-99 | 06:59 | 0 | 63.74 | 0.16 | 63.74 |
| 04-dic-99 | 07:59 | 0 | 63.13 | 0.10 | 63.13 |
| 04-dic-99 | 08:59 | 0 | 62.52 | 0.06 | 62.52 |
| 04-dic-99 | 09:59 | 0 | 61.93 | 0.04 | 61.93 |
| 04-dic-99 | 10:59 | 0 | 61.33 | 0.03 | 61.33 |
| 04-dic-99 | 11:59 | 0 | 60.74 | 0.02 | 60.74 |
| 04-dic-99 | 12:59 | 0 | 60.16 | 0.01 | 60.16 |
| 04-dic-99 | 13:59 | 0 | 59.59 | 0.01 | 59.59 |
| 04-dic-99 | 14:59 | 0 | 59.02 | 0.00 | 59.02 |
| 04-dic-99 | 15:59 | 0 | 58.45 | 0.00 | 58.45 |
| 04-dic-99 | 16:59 | 0 | 57.89 | 0.00 | 57.89 |
| 04-dic-99 | 17:59 | 0 | 57.34 | 0.00 | 57.34 |
| 04-dic-99 | 18:59 | 0 | 56.79 | 0.00 | 56.79 |
| 04-dic-99 | 19:59 | 0 | 56.24 | 0.00 | 56.24 |
| 04-dic-99 | 20:59 | 0 | 55.70 | 0.00 | 55.70 |
| 04-dic-99 | 21:59 | 0 | 55.17 | 0.00 | 55.17 |
| 04-dic-99 | 22:59 | 0 | 54.64 | 0.00 | 54.64 |
| 04-dic-99 | 23:59 | 0 | 54.12 | 0.00 | 54.12 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Diciembre 1999.
Estación Mamo Escuela Naval

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|------|-----------|
| 05-dic-99 | 00:59 | 0 | 53.60 | 0.00 | 53.60 |
| 05-dic-99 | 01:59 | 0 | 53.09 | 0.00 | 53.09 |
| 05-dic-99 | 02:59 | 0 | 52.58 | 0.00 | 52.58 |
| 05-dic-99 | 03:59 | 0 | 52.07 | 0.00 | 52.07 |
| 05-dic-99 | 04:59 | 0 | 51.57 | 0.00 | 51.57 |
| 05-dic-99 | 05:59 | 0 | 51.08 | 0.00 | 51.08 |
| 05-dic-99 | 06:59 | 0 | 50.59 | 0.00 | 50.59 |
| 05-dic-99 | 07:59 | 0 | 50.11 | 0.00 | 50.11 |
| 05-dic-99 | 08:59 | 0 | 49.63 | 0.00 | 49.63 |
| 05-dic-99 | 09:59 | 0 | 49.15 | 0.00 | 49.15 |
| 05-dic-99 | 10:59 | 0 | 48.68 | 0.00 | 48.68 |
| 05-dic-99 | 11:59 | 0 | 48.21 | 0.00 | 48.21 |
| 05-dic-99 | 12:59 | 0 | 47.75 | 0.00 | 47.75 |
| 05-dic-99 | 13:59 | 0 | 47.29 | 0.00 | 47.29 |
| 05-dic-99 | 14:59 | 0 | 46.84 | 0.00 | 46.84 |
| 05-dic-99 | 15:59 | 0 | 46.39 | 0.00 | 46.39 |
| 05-dic-99 | 16:59 | 0 | 45.95 | 0.00 | 45.95 |
| 05-dic-99 | 17:59 | 0 | 45.51 | 0.00 | 45.51 |
| 05-dic-99 | 18:59 | 0 | 45.07 | 0.00 | 45.07 |
| 05-dic-99 | 19:59 | 0 | 44.64 | 0.00 | 44.64 |
| 05-dic-99 | 20:59 | 0 | 44.21 | 0.00 | 44.21 |
| 05-dic-99 | 21:59 | 0 | 43.79 | 0.00 | 43.79 |
| 05-dic-99 | 22:59 | 0 | 43.37 | 0.00 | 43.37 |
| 05-dic-99 | 23:59 | 0 | 42.95 | 0.00 | 42.95 |
| 06-dic-99 | 00:59 | 0 | 42.54 | 0.00 | 42.54 |
| 06-dic-99 | 01:59 | 0 | 42.13 | 0.00 | 42.13 |
| 06-dic-99 | 02:59 | 0 | 41.73 | 0.00 | 41.73 |
| 06-dic-99 | 03:59 | 0 | 41.33 | 0.00 | 41.33 |
| 06-dic-99 | 04:59 | 0 | 40.93 | 0.00 | 40.93 |
| 06-dic-99 | 05:59 | 0 | 40.54 | 0.00 | 40.54 |
| 06-dic-99 | 06:59 | 0 | 40.15 | 0.00 | 40.15 |
| 06-dic-99 | 07:59 | 0 | 39.77 | 0.00 | 39.77 |
| 06-dic-99 | 08:59 | 0 | 39.39 | 0.00 | 39.39 |
| 06-dic-99 | 09:59 | 0 | 39.01 | 0.00 | 39.01 |
| 06-dic-99 | 10:59 | 0 | 38.64 | 0.00 | 38.64 |
| 06-dic-99 | 11:59 | 0 | 38.27 | 0.00 | 38.27 |
| 06-dic-99 | 12:59 | 0 | 37.90 | 0.00 | 37.90 |
| 06-dic-99 | 13:59 | 0 | 37.54 | 0.00 | 37.54 |
| 06-dic-99 | 14:59 | 0 | 37.18 | 0.00 | 37.18 |
| 06-dic-99 | 15:59 | 0 | 36.82 | 0.00 | 36.82 |
| 06-dic-99 | 16:59 | 0 | 36.47 | 0.00 | 36.47 |
| 06-dic-99 | 17:59 | 0 | 36.12 | 0.00 | 36.12 |
| 06-dic-99 | 18:59 | 0 | 35.77 | 0.00 | 35.77 |
| 06-dic-99 | 19:59 | 0 | 35.43 | 0.00 | 35.43 |
| 06-dic-99 | 20:59 | 0 | 35.09 | 0.00 | 35.09 |
| 06-dic-99 | 21:59 | 0 | 34.75 | 0.00 | 34.75 |
| 06-dic-99 | 22:59 | 0 | 34.42 | 0.00 | 34.42 |
| 06-dic-99 | 23:59 | 0 | 34.09 | 0.00 | 34.09 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|------|-----------|
| 07-dic-99 | 00:59 | 0 | 33.77 | 0.00 | 33.77 |
| 07-dic-99 | 01:59 | 0 | 33.44 | 0.00 | 33.44 |
| 07-dic-99 | 02:59 | 2.2 | 35.30 | 1.39 | 35.33 |
| 07-dic-99 | 03:59 | 0.1 | 35.06 | 0.94 | 35.07 |
| 07-dic-99 | 04:59 | 0.4 | 35.12 | 0.84 | 35.13 |
| 07-dic-99 | 05:59 | 0 | 34.78 | 0.53 | 34.79 |
| 07-dic-99 | 06:59 | 0 | 34.45 | 0.33 | 34.45 |
| 07-dic-99 | 07:59 | 0 | 34.12 | 0.21 | 34.12 |
| 07-dic-99 | 08:59 | 0 | 33.79 | 0.13 | 33.79 |
| 07-dic-99 | 09:59 | 0 | 33.47 | 0.08 | 33.47 |
| 07-dic-99 | 10:59 | 0 | 33.15 | 0.05 | 33.15 |
| 07-dic-99 | 11:59 | 0 | 32.83 | 0.03 | 32.83 |
| 07-dic-99 | 12:59 | 0 | 32.52 | 0.02 | 32.52 |
| 07-dic-99 | 13:59 | 0 | 32.21 | 0.01 | 32.21 |
| 07-dic-99 | 14:59 | 0 | 31.90 | 0.01 | 31.90 |
| 07-dic-99 | 15:59 | 0 | 31.59 | 0.01 | 31.59 |
| 07-dic-99 | 16:59 | 0 | 31.29 | 0.00 | 31.29 |
| 07-dic-99 | 17:59 | 0 | 30.99 | 0.00 | 30.99 |
| 07-dic-99 | 18:59 | 0 | 30.69 | 0.00 | 30.69 |
| 07-dic-99 | 19:59 | 0 | 30.40 | 0.00 | 30.40 |
| 07-dic-99 | 20:59 | 0 | 30.11 | 0.00 | 30.11 |
| 07-dic-99 | 21:59 | 0 | 29.82 | 0.00 | 29.82 |
| 07-dic-99 | 22:59 | 0 | 29.53 | 0.00 | 29.53 |
| 07-dic-99 | 23:59 | 0 | 29.25 | 0.00 | 29.25 |
| 08-dic-99 | 00:59 | 0 | 28.97 | 0.00 | 28.97 |
| 08-dic-99 | 01:59 | 0 | 28.69 | 0.00 | 28.69 |
| 08-dic-99 | 02:59 | 0 | 28.42 | 0.00 | 28.42 |
| 08-dic-99 | 03:59 | 0.2 | 28.34 | 0.13 | 28.34 |
| 08-dic-99 | 04:59 | 1.5 | 29.56 | 1.02 | 29.58 |
| 08-dic-99 | 05:59 | 0 | 29.27 | 0.65 | 29.28 |
| 08-dic-99 | 06:59 | 0 | 28.99 | 0.41 | 29.00 |
| 08-dic-99 | 07:59 | 0 | 28.72 | 0.26 | 28.72 |
| 08-dic-99 | 08:59 | 0.2 | 28.64 | 0.29 | 28.64 |
| 08-dic-99 | 09:59 | 0 | 28.36 | 0.18 | 28.37 |
| 08-dic-99 | 10:59 | 0 | 28.09 | 0.11 | 28.09 |
| 08-dic-99 | 11:59 | 0 | 27.82 | 0.07 | 27.82 |
| 08-dic-99 | 12:59 | 0 | 27.56 | 0.05 | 27.56 |
| 08-dic-99 | 13:59 | 0 | 27.29 | 0.03 | 27.29 |
| 08-dic-99 | 14:59 | 0.4 | 27.43 | 0.27 | 27.43 |
| 08-dic-99 | 15:59 | 0.1 | 27.26 | 0.23 | 27.27 |
| 08-dic-99 | 16:59 | 0 | 27.00 | 0.15 | 27.00 |
| 08-dic-99 | 17:59 | 0 | 26.74 | 0.09 | 26.74 |
| 08-dic-99 | 18:59 | 0 | 26.49 | 0.06 | 26.49 |
| 08-dic-99 | 19:59 | 0 | 26.23 | 0.04 | 26.23 |
| 08-dic-99 | 20:59 | 0 | 25.98 | 0.02 | 25.98 |
| 08-dic-99 | 21:59 | 0 | 25.73 | 0.01 | 25.73 |
| 08-dic-99 | 22:59 | 0 | 25.49 | 0.01 | 25.49 |
| 08-dic-99 | 23:59 | 0 | 25.24 | 0.01 | 25.24 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Diciembre 1999. Estación Mamo Escuela Naval. (Continuación 1)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia | Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|------|-----------|-----------|-------|-----------------|-------|------|-----------|
| 09-dic-99 | 00:59 | 0 | 25.00 | 0.00 | 25.00 | 11-dic-99 | 00:59 | 0 | 22.40 | 0.00 | 22.40 |
| 09-dic-99 | 01:59 | 0.1 | 24.86 | 0.07 | 24.86 | 11-dic-99 | 01:59 | 0 | 22.19 | 0.00 | 22.19 |
| 09-dic-99 | 02:59 | 0 | 24.62 | 0.04 | 24.62 | 11-dic-99 | 02:59 | 0 | 21.97 | 0.00 | 21.97 |
| 09-dic-99 | 03:59 | 0 | 24.39 | 0.03 | 24.39 | 11-dic-99 | 03:59 | 0 | 21.76 | 0.00 | 21.76 |
| 09-dic-99 | 04:59 | 0.2 | 24.35 | 0.14 | 24.35 | 11-dic-99 | 04:59 | 0 | 21.56 | 0.00 | 21.56 |
| 09-dic-99 | 05:59 | 1.3 | 25.41 | 0.91 | 25.42 | 11-dic-99 | 05:59 | 0 | 21.35 | 0.00 | 21.35 |
| 09-dic-99 | 06:59 | 2.4 | 27.54 | 2.08 | 27.62 | 11-dic-99 | 06:59 | 0 | 21.14 | 0.00 | 21.14 |
| 09-dic-99 | 07:59 | 0.9 | 28.17 | 1.88 | 28.23 | 11-dic-99 | 07:59 | 0 | 20.94 | 0.00 | 20.94 |
| 09-dic-99 | 08:59 | 0.7 | 28.59 | 1.63 | 28.64 | 11-dic-99 | 08:59 | 0 | 20.74 | 0.00 | 20.74 |
| 09-dic-99 | 09:59 | 2 | 30.30 | 2.28 | 30.38 | 11-dic-99 | 09:59 | 0 | 20.54 | 0.00 | 20.54 |
| 09-dic-99 | 10:59 | 1 | 31.00 | 2.07 | 31.07 | 11-dic-99 | 10:59 | 0 | 20.35 | 0.00 | 20.35 |
| 09-dic-99 | 11:59 | 1.3 | 31.99 | 2.12 | 32.06 | 11-dic-99 | 11:59 | 0 | 20.15 | 0.00 | 20.15 |
| 09-dic-99 | 12:59 | 0 | 31.68 | 1.34 | 31.71 | 11-dic-99 | 12:59 | 0 | 19.96 | 0.00 | 19.96 |
| 09-dic-99 | 13:59 | 0 | 31.38 | 0.84 | 31.39 | 11-dic-99 | 13:59 | 0 | 19.77 | 0.00 | 19.77 |
| 09-dic-99 | 14:59 | 0 | 31.08 | 0.53 | 31.08 | 11-dic-99 | 14:59 | 0 | 19.58 | 0.00 | 19.58 |
| 09-dic-99 | 15:59 | 0 | 30.78 | 0.33 | 30.78 | 11-dic-99 | 15:59 | 0 | 19.39 | 0.00 | 19.39 |
| 09-dic-99 | 16:59 | 0 | 30.48 | 0.21 | 30.49 | 11-dic-99 | 16:59 | 0 | 19.20 | 0.00 | 19.20 |
| 09-dic-99 | 17:59 | 0 | 30.19 | 0.13 | 30.19 | 11-dic-99 | 17:59 | 0 | 19.02 | 0.00 | 19.02 |
| 09-dic-99 | 18:59 | 0 | 29.90 | 0.08 | 29.90 | 11-dic-99 | 18:59 | 0 | 18.84 | 0.00 | 18.84 |
| 09-dic-99 | 19:59 | 0 | 29.62 | 0.05 | 29.62 | 11-dic-99 | 19:59 | 0 | 18.66 | 0.00 | 18.66 |
| 09-dic-99 | 20:59 | 0 | 29.33 | 0.03 | 29.33 | 11-dic-99 | 20:59 | 0 | 18.48 | 0.00 | 18.48 |
| 09-dic-99 | 21:59 | 0 | 29.05 | 0.02 | 29.05 | 11-dic-99 | 21:59 | 0 | 18.30 | 0.00 | 18.30 |
| 09-dic-99 | 22:59 | 0 | 28.77 | 0.01 | 28.77 | 11-dic-99 | 22:59 | 0 | 18.13 | 0.00 | 18.13 |
| 09-dic-99 | 23:59 | 0 | 28.50 | 0.01 | 28.50 | 11-dic-99 | 23:59 | 0 | 17.95 | 0.00 | 17.95 |
| 10-dic-99 | 00:59 | 0 | 28.22 | 0.01 | 28.22 | 12-dic-99 | 00:59 | 0 | 17.78 | 0.00 | 17.78 |
| 10-dic-99 | 01:59 | 0 | 27.95 | 0.00 | 27.95 | 12-dic-99 | 01:59 | 0 | 17.61 | 0.00 | 17.61 |
| 10-dic-99 | 02:59 | 0 | 27.69 | 0.00 | 27.69 | 12-dic-99 | 02:59 | 0 | 17.44 | 0.00 | 17.44 |
| 10-dic-99 | 03:59 | 0 | 27.42 | 0.00 | 27.42 | 12-dic-99 | 03:59 | 0 | 17.27 | 0.00 | 17.27 |
| 10-dic-99 | 04:59 | 0 | 27.16 | 0.00 | 27.16 | 12-dic-99 | 04:59 | 0 | 17.11 | 0.00 | 17.11 |
| 10-dic-99 | 05:59 | 0 | 26.90 | 0.00 | 26.90 | 12-dic-99 | 05:59 | 0 | 16.94 | 0.00 | 16.94 |
| 10-dic-99 | 06:59 | 0 | 26.64 | 0.00 | 26.64 | 12-dic-99 | 06:59 | 0 | 16.78 | 0.00 | 16.78 |
| 10-dic-99 | 07:59 | 0 | 26.39 | 0.00 | 26.39 | 12-dic-99 | 07:59 | 0 | 16.62 | 0.00 | 16.62 |
| 10-dic-99 | 08:59 | 0 | 26.13 | 0.00 | 26.13 | 12-dic-99 | 08:59 | 3.1 | 19.53 | 1.95 | 19.63 |
| 10-dic-99 | 09:59 | 0 | 25.88 | 0.00 | 25.88 | 12-dic-99 | 09:59 | 1.6 | 20.93 | 2.24 | 21.05 |
| 10-dic-99 | 10:59 | 0 | 25.63 | 0.00 | 25.63 | 12-dic-99 | 10:59 | 1.6 | 22.31 | 2.42 | 22.45 |
| 10-dic-99 | 11:59 | 0 | 25.39 | 0.00 | 25.39 | 12-dic-99 | 11:59 | 1.5 | 23.59 | 2.47 | 23.72 |
| 10-dic-99 | 12:59 | 0 | 25.15 | 0.00 | 25.15 | 12-dic-99 | 12:59 | 1.1 | 24.45 | 2.25 | 24.55 |
| 10-dic-99 | 13:59 | 0 | 24.90 | 0.00 | 24.90 | 12-dic-99 | 13:59 | 0.3 | 24.51 | 1.60 | 24.57 |
| 10-dic-99 | 14:59 | 0 | 24.67 | 0.00 | 24.67 | 12-dic-99 | 14:59 | 0 | 24.28 | 1.01 | 24.30 |
| 10-dic-99 | 15:59 | 0 | 24.43 | 0.00 | 24.43 | 12-dic-99 | 15:59 | 0 | 24.05 | 0.64 | 24.05 |
| 10-dic-99 | 16:59 | 0 | 24.20 | 0.00 | 24.20 | 12-dic-99 | 16:59 | 1.1 | 24.90 | 1.09 | 24.93 |
| 10-dic-99 | 17:59 | 0 | 23.96 | 0.00 | 23.96 | 12-dic-99 | 17:59 | 1.3 | 25.95 | 1.51 | 26.00 |
| 10-dic-99 | 18:59 | 0 | 23.73 | 0.00 | 23.73 | 12-dic-99 | 18:59 | 1.4 | 27.09 | 1.83 | 27.15 |
| 10-dic-99 | 19:59 | 0 | 23.51 | 0.00 | 23.51 | 12-dic-99 | 19:59 | 1.5 | 28.32 | 2.10 | 28.39 |
| 10-dic-99 | 20:59 | 0 | 23.28 | 0.00 | 23.28 | 12-dic-99 | 20:59 | 1.6 | 29.63 | 2.33 | 29.72 |
| 10-dic-99 | 21:59 | 0 | 23.06 | 0.00 | 23.06 | 12-dic-99 | 21:59 | 1.4 | 30.73 | 2.35 | 30.82 |
| 10-dic-99 | 22:59 | 0 | 22.84 | 0.00 | 22.84 | 12-dic-99 | 22:59 | 0.6 | 31.03 | 1.86 | 31.09 |
| 10-dic-99 | 23:59 | 0 | 22.62 | 0.00 | 22.62 | 12-dic-99 | 23:59 | 0.4 | 31.13 | 1.42 | 31.16 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Diciembre 1999. Estación Mamo Escuela Naval. (Continuación 2)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|------|-----------|
| 13-dic-99 | 00:59 | 0 | 30.83 | 0.90 | 30.85 |
| 13-dic-99 | 01:59 | 0 | 30.54 | 0.56 | 30.54 |
| 13-dic-99 | 02:59 | 0 | 30.25 | 0.36 | 30.25 |
| 13-dic-99 | 03:59 | 0 | 29.96 | 0.22 | 29.96 |
| 13-dic-99 | 04:59 | 0 | 29.67 | 0.14 | 29.67 |
| 13-dic-99 | 05:59 | 0 | 29.38 | 0.09 | 29.38 |
| 13-dic-99 | 06:59 | 0 | 29.10 | 0.06 | 29.10 |
| 13-dic-99 | 07:59 | 0 | 28.82 | 0.04 | 28.82 |
| 13-dic-99 | 08:59 | 0 | 28.55 | 0.02 | 28.55 |
| 13-dic-99 | 09:59 | 0 | 28.27 | 0.01 | 28.27 |
| 13-dic-99 | 10:59 | 0 | 28.00 | 0.01 | 28.00 |
| 13-dic-99 | 11:59 | 0 | 27.74 | 0.01 | 27.74 |
| 13-dic-99 | 12:59 | 0 | 27.47 | 0.00 | 27.47 |
| 13-dic-99 | 13:59 | 0 | 27.21 | 0.00 | 27.21 |
| 13-dic-99 | 14:59 | 0 | 26.95 | 0.00 | 26.95 |
| 13-dic-99 | 15:59 | 0 | 26.69 | 0.00 | 26.69 |
| 13-dic-99 | 16:59 | 0 | 26.43 | 0.00 | 26.43 |
| 13-dic-99 | 17:59 | 0 | 26.18 | 0.00 | 26.18 |
| 13-dic-99 | 18:59 | 0 | 25.93 | 0.00 | 25.93 |
| 13-dic-99 | 19:59 | 0 | 25.68 | 0.00 | 25.68 |
| 13-dic-99 | 20:59 | 0 | 25.43 | 0.00 | 25.43 |
| 13-dic-99 | 21:59 | 0 | 25.19 | 0.00 | 25.19 |
| 13-dic-99 | 22:59 | 0.1 | 25.05 | 0.06 | 25.05 |
| 13-dic-99 | 23:59 | 1 | 25.80 | 0.67 | 25.81 |
| 14-dic-99 | 00:59 | 0.1 | 25.65 | 0.48 | 25.65 |
| 14-dic-99 | 01:59 | 0.2 | 25.60 | 0.43 | 25.61 |
| 14-dic-99 | 02:59 | 0 | 25.36 | 0.27 | 25.36 |
| 14-dic-99 | 03:59 | 0 | 25.11 | 0.17 | 25.11 |
| 14-dic-99 | 04:59 | 0.2 | 25.07 | 0.23 | 25.07 |
| 14-dic-99 | 05:59 | 0 | 24.83 | 0.15 | 24.83 |
| 14-dic-99 | 06:59 | 0 | 24.59 | 0.09 | 24.59 |
| 14-dic-99 | 07:59 | 0 | 24.36 | 0.06 | 24.36 |
| 14-dic-99 | 08:59 | 1 | 25.11 | 0.67 | 25.12 |
| 14-dic-99 | 09:59 | 0 | 24.87 | 0.42 | 24.88 |
| 14-dic-99 | 10:59 | 0 | 24.64 | 0.26 | 24.64 |
| 14-dic-99 | 11:59 | 0.9 | 25.29 | 0.73 | 25.30 |
| 14-dic-99 | 12:59 | 1.8 | 26.83 | 1.60 | 26.88 |
| 14-dic-99 | 13:59 | 1.1 | 27.66 | 1.70 | 27.72 |
| 14-dic-99 | 14:59 | 0.2 | 27.60 | 1.20 | 27.62 |
| 14-dic-99 | 15:59 | 0 | 27.33 | 0.75 | 27.34 |
| 14-dic-99 | 16:59 | 0 | 27.07 | 0.47 | 27.07 |
| 14-dic-99 | 17:59 | 0 | 26.81 | 0.30 | 26.81 |
| 14-dic-99 | 18:59 | 0.5 | 27.05 | 0.50 | 27.05 |
| 14-dic-99 | 19:59 | 2 | 28.77 | 1.58 | 28.81 |
| 14-dic-99 | 20:59 | 0.5 | 28.99 | 1.31 | 29.02 |
| 14-dic-99 | 21:59 | 0.3 | 29.01 | 1.01 | 29.03 |
| 14-dic-99 | 22:59 | 0.4 | 29.13 | 0.89 | 29.14 |
| 14-dic-99 | 23:59 | 0 | 28.85 | 0.56 | 28.85 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|--------|-------|-----------|
| 15-dic-99 | 00:59 | 0.2 | 28.77 | 0.48 | 28.78 |
| 15-dic-99 | 01:59 | 0 | 28.50 | 0.30 | 28.50 |
| 15-dic-99 | 02:59 | 0.1 | 28.32 | 0.25 | 28.32 |
| 15-dic-99 | 03:59 | 0 | 28.05 | 0.16 | 28.05 |
| 15-dic-99 | 04:59 | 0 | 27.78 | 0.10 | 27.78 |
| 15-dic-99 | 05:59 | 0 | 27.52 | 0.06 | 27.52 |
| 15-dic-99 | 06:59 | 0.1 | 27.35 | 0.10 | 27.35 |
| 15-dic-99 | 07:59 | 0.2 | 27.29 | 0.19 | 27.29 |
| 15-dic-99 | 08:59 | 4 | 30.99 | 2.64 | 31.10 |
| 15-dic-99 | 09:59 | 3.8 | 34.45 | 4.06 | 34.69 |
| 15-dic-99 | 10:59 | 4.7 | 38.78 | 5.52 | 39.17 |
| 15-dic-99 | 11:59 | 3.8 | 42.17 | 5.87 | 42.58 |
| 15-dic-99 | 12:59 | 7.5 | 49.19 | 8.42 | 49.91 |
| 15-dic-99 | 13:59 | 3.7 | 52.39 | 7.64 | 52.94 |
| 15-dic-99 | 14:59 | 10.7 | 62.48 | 11.55 | 63.54 |
| 15-dic-99 | 15:59 | 7.3 | 69.11 | 11.88 | 70.13 |
| 15-dic-99 | 16:59 | 6 | 74.40 | 11.26 | 75.24 |
| 15-dic-99 | 17:59 | 0 | 73.68 | 7.09 | 74.02 |
| 15-dic-99 | 18:59 | 3.7 | 76.64 | 6.80 | 76.94 |
| 15-dic-99 | 19:59 | 14 | 89.77 | 13.10 | 90.72 |
| 15-dic-99 | 20:59 | 1.2 | 90.10 | 9.01 | 90.55 |
| 15-dic-99 | 21:59 | 18.7 | 107.76 | 17.46 | 109.16 |
| 15-dic-99 | 22:59 | 4.5 | 111.18 | 13.83 | 112.04 |
| 15-dic-99 | 23:59 | 0 | 110.12 | 8.71 | 110.46 |
| 16-dic-99 | 00:59 | 6.4 | 115.40 | 9.52 | 115.79 |
| 16-dic-99 | 01:59 | 8.5 | 122.71 | 11.35 | 123.24 |
| 16-dic-99 | 02:59 | 16.8 | 138.18 | 17.73 | 139.31 |
| 16-dic-99 | 03:59 | 5.6 | 142.40 | 14.70 | 143.16 |
| 16-dic-99 | 04:59 | 1.3 | 142.32 | 10.08 | 142.68 |
| 16-dic-99 | 05:59 | 6 | 146.90 | 10.13 | 147.25 |
| 16-dic-99 | 06:59 | 1.2 | 146.68 | 7.14 | 146.86 |
| 16-dic-99 | 07:59 | 3.5 | 148.74 | 6.70 | 148.90 |
| 16-dic-99 | 08:59 | 3.7 | 150.98 | 6.55 | 151.13 |
| 16-dic-99 | 09:59 | 15.8 | 165.19 | 14.08 | 165.79 |
| 16-dic-99 | 10:59 | 16 | 179.45 | 18.95 | 180.45 |
| 16-dic-99 | 11:59 | 10.2 | 187.83 | 18.36 | 188.73 |
| 16-dic-99 | 12:59 | 3.1 | 189.10 | 13.52 | 189.59 |
| 16-dic-99 | 13:59 | 5.5 | 192.74 | 11.98 | 193.11 |
| 16-dic-99 | 14:59 | 6.5 | 197.33 | 11.64 | 197.67 |
| 16-dic-99 | 15:59 | 2.2 | 197.62 | 8.72 | 197.81 |
| 16-dic-99 | 16:59 | 0 | 195.73 | 5.49 | 195.80 |
| 16-dic-99 | 17:59 | 1.6 | 195.43 | 4.47 | 195.49 |
| 16-dic-99 | 18:59 | 1.1 | 194.65 | 3.51 | 194.68 |
| 16-dic-99 | 19:59 | 1.6 | 194.37 | 3.22 | 194.40 |
| 16-dic-99 | 20:59 | 3 | 195.48 | 3.92 | 195.52 |
| 16-dic-99 | 21:59 | 4.2 | 197.77 | 5.11 | 197.83 |
| 16-dic-99 | 22:59 | 4.3 | 200.13 | 5.93 | 200.22 |
| 16-dic-99 | 23:59 | 10.8 | 208.91 | 10.54 | 209.18 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Diciembre 1999.
Estación Mamo Escuela Naval. (Continuación 3)

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|
| 07-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 04:00 | 0.1 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 07-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.10 | 0.10 |
| 07-feb-05 | 06:00 | 0.1 | 0.00 | 0.20 | 0.20 |
| 07-feb-05 | 07:00 | 0.0 | 0.00 | 0.19 | 0.19 |
| 07-feb-05 | 08:00 | 0.0 | 0.00 | 0.19 | 0.19 |
| 07-feb-05 | 09:00 | 0.1 | 0.00 | 0.29 | 0.29 |
| 07-feb-05 | 10:00 | 0.0 | 0.00 | 0.29 | 0.29 |
| 07-feb-05 | 11:00 | 0.0 | 0.00 | 0.28 | 0.28 |
| 07-feb-05 | 12:00 | 0.0 | 0.00 | 0.28 | 0.28 |
| 07-feb-05 | 13:00 | 0.0 | 0.00 | 0.28 | 0.28 |
| 07-feb-05 | 14:00 | 0.0 | 0.00 | 0.28 | 0.28 |
| 07-feb-05 | 15:00 | 0.0 | 0.00 | 0.27 | 0.27 |
| 07-feb-05 | 16:00 | 0.8 | 0.50 | 1.06 | 1.06 |
| 07-feb-05 | 17:00 | 0.4 | 0.57 | 1.45 | 1.45 |
| 07-feb-05 | 18:00 | 2.1 | 1.68 | 3.52 | 3.55 |
| 07-feb-05 | 19:00 | 2.7 | 2.76 | 6.16 | 6.18 |
| 07-feb-05 | 20:00 | 18.1 | 13.14 | 24.02 | 24.08 |
| 07-feb-05 | 21:00 | 8.0 | 13.32 | 31.72 | 31.84 |
| 07-feb-05 | 22:00 | 3.7 | 10.72 | 35.08 | 37.46 |
| 07-feb-05 | 23:00 | 2.9 | 8.58 | 37.61 | 39.90 |
| 08-feb-05 | 00:00 | 2.2 | 6.79 | 39.43 | 40.35 |
| 08-feb-05 | 01:00 | 1.5 | 5.22 | 40.54 | 41.10 |
| 08-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 3.29 | 40.15 | 40.49 |
| 08-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 2.07 | 39.77 | 39.90 |
| 08-feb-05 | 04:00 | 0.3 | 1.49 | 39.68 | 39.74 |
| 08-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.94 | 39.30 | 39.33 |
| 08-feb-05 | 06:00 | 0.0 | 0.59 | 38.93 | 38.94 |
| 08-feb-05 | 07:00 | 0.0 | 0.37 | 38.55 | 38.56 |
| 08-feb-05 | 08:00 | 0.0 | 0.24 | 38.18 | 38.19 |
| 08-feb-05 | 09:00 | 0.0 | 0.15 | 37.82 | 37.82 |
| 08-feb-05 | 10:00 | 0.3 | 0.28 | 37.75 | 37.75 |
| 08-feb-05 | 11:00 | 0.8 | 0.68 | 38.18 | 38.18 |
| 08-feb-05 | 12:00 | 7.6 | 5.22 | 45.34 | 45.35 |
| 08-feb-05 | 13:00 | 25.3 | 19.22 | 69.97 | 70.16 |
| 08-feb-05 | 14:00 | 5.2 | 15.39 | 74.45 | 76.89 |
| 08-feb-05 | 15:00 | 5.2 | 12.97 | 78.88 | 80.37 |
| 08-feb-05 | 16:00 | 1.3 | 8.99 | 79.42 | 80.47 |
| 08-feb-05 | 17:00 | 0.1 | 5.73 | 78.75 | 79.27 |
| 08-feb-05 | 18:00 | 0.2 | 3.73 | 78.20 | 78.41 |
| 08-feb-05 | 19:00 | 0.0 | 2.35 | 77.45 | 77.54 |
| 08-feb-05 | 20:00 | 0.0 | 1.48 | 76.71 | 76.74 |
| 08-feb-05 | 21:00 | 0.5 | 1.25 | 76.47 | 76.48 |
| 08-feb-05 | 22:00 | 0.5 | 1.10 | 76.23 | 76.24 |
| 08-feb-05 | 23:00 | 0.5 | 1.01 | 75.99 | 76.00 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 09-feb-05 | 00:00 | 0.8 | 1.14 | 76.06 | 76.07 |
| 09-feb-05 | 01:00 | 0.5 | 1.03 | 75.83 | 75.83 |
| 09-feb-05 | 02:00 | 0.6 | 1.03 | 75.69 | 75.70 |
| 09-feb-05 | 03:00 | 0.2 | 0.77 | 75.17 | 75.17 |
| 09-feb-05 | 04:00 | 0.1 | 0.55 | 74.54 | 74.55 |
| 09-feb-05 | 05:00 | 0.1 | 0.41 | 73.93 | 73.93 |
| 09-feb-05 | 06:00 | 0.1 | 0.32 | 73.32 | 73.32 |
| 09-feb-05 | 07:00 | 0.0 | 0.20 | 72.62 | 72.62 |
| 09-feb-05 | 08:00 | 0.2 | 0.25 | 72.12 | 72.12 |
| 09-feb-05 | 09:00 | 1.1 | 0.85 | 72.52 | 72.52 |
| 09-feb-05 | 10:00 | 5.9 | 4.25 | 77.67 | 77.78 |
| 09-feb-05 | 11:00 | 0.6 | 3.06 | 77.52 | 77.58 |
| 09-feb-05 | 12:00 | 0.4 | 2.18 | 77.17 | 77.20 |
| 09-feb-05 | 13:00 | 1.2 | 2.13 | 77.62 | 77.65 |
| 09-feb-05 | 14:00 | 6.5 | 5.44 | 83.31 | 83.49 |
| 09-feb-05 | 15:00 | 0.4 | 3.68 | 82.91 | 82.99 |
| 09-feb-05 | 16:00 | 0.0 | 2.32 | 82.12 | 82.15 |
| 09-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 1.46 | 81.33 | 81.34 |
| 09-feb-05 | 18:00 | 0.0 | 0.92 | 80.55 | 80.56 |
| 09-feb-05 | 19:00 | 0.9 | 1.15 | 80.67 | 80.68 |
| 09-feb-05 | 20:00 | 6.0 | 4.50 | 85.84 | 85.96 |
| 09-feb-05 | 21:00 | 0.4 | 3.09 | 85.41 | 85.47 |
| 09-feb-05 | 22:00 | 0.1 | 2.01 | 84.70 | 84.72 |
| 09-feb-05 | 23:00 | 0.0 | 1.27 | 83.88 | 83.89 |
| 10-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.80 | 83.08 | 83.08 |
| 10-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.50 | 82.28 | 82.29 |
| 10-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.32 | 81.50 | 81.50 |
| 10-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.20 | 80.72 | 80.72 |
| 10-feb-05 | 04:00 | 0.1 | 0.19 | 80.04 | 80.04 |
| 10-feb-05 | 05:00 | 0.2 | 0.24 | 79.47 | 79.47 |
| 10-feb-05 | 06:00 | 5.4 | 3.56 | 84.06 | 84.13 |
| 10-feb-05 | 07:00 | 10.2 | 8.67 | 93.36 | 93.76 |
| 10-feb-05 | 08:00 | 11.7 | 12.83 | 104.05 | 104.84 |
| 10-feb-05 | 09:00 | 10.4 | 14.63 | 113.35 | 114.29 |
| 10-feb-05 | 10:00 | 0.7 | 9.66 | 112.96 | 113.37 |
| 10-feb-05 | 11:00 | 3.3 | 8.16 | 115.15 | 115.44 |
| 10-feb-05 | 12:00 | 0.6 | 5.52 | 114.64 | 114.77 |
| 10-feb-05 | 13:00 | 0.0 | 3.48 | 113.54 | 113.59 |
| 10-feb-05 | 14:00 | 0.0 | 2.19 | 112.45 | 112.47 |
| 10-feb-05 | 15:00 | 0.0 | 1.38 | 111.37 | 111.38 |
| 10-feb-05 | 16:00 | 0.0 | 0.87 | 110.31 | 110.31 |
| 10-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 0.55 | 109.25 | 109.25 |
| 10-feb-05 | 18:00 | 0.0 | 0.35 | 108.20 | 108.20 |
| 10-feb-05 | 19:00 | 0.0 | 0.22 | 107.17 | 107.17 |
| 10-feb-05 | 20:00 | 0.0 | 0.14 | 106.14 | 106.14 |
| 10-feb-05 | 21:00 | 0.0 | 0.09 | 105.12 | 105.12 |
| 10-feb-05 | 22:00 | 0.0 | 0.05 | 104.12 | 104.12 |
| 10-feb-05 | 23:00 | 0.0 | 0.03 | 103.12 | 103.12 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Febrero 2005. Estación: Humboldt

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 07-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 06:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 07:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 08:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 09:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 10:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 11:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 12:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 13:00 | 0.2 | 0.00 | 0.20 | 0.20 |
| 07-feb-05 | 14:00 | 0.1 | 0.00 | 0.30 | 0.30 |
| 07-feb-05 | 15:00 | 0.9 | 0.57 | 1.18 | 1.18 |
| 07-feb-05 | 16:00 | 6.5 | 4.45 | 7.61 | 7.61 |
| 07-feb-05 | 17:00 | 1.0 | 3.43 | 8.53 | 8.55 |
| 07-feb-05 | 18:00 | 0.3 | 2.35 | 8.74 | 9.81 |
| 07-feb-05 | 19:00 | 3.8 | 3.88 | 12.42 | 12.89 |
| 07-feb-05 | 20:00 | 3.9 | 4.90 | 16.17 | 16.34 |
| 07-feb-05 | 21:00 | 8.2 | 8.25 | 24.13 | 24.44 |
| 07-feb-05 | 22:00 | 7.3 | 9.80 | 31.13 | 31.51 |
| 07-feb-05 | 23:00 | 1.4 | 7.05 | 32.22 | 33.26 |
| 08-feb-05 | 00:00 | 0.1 | 4.51 | 32.01 | 32.78 |
| 08-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 2.84 | 31.70 | 32.02 |
| 08-feb-05 | 02:00 | 1.1 | 2.48 | 32.49 | 32.61 |
| 08-feb-05 | 03:00 | 0.1 | 1.63 | 32.28 | 32.37 |
| 08-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 1.02 | 31.97 | 32.01 |
| 08-feb-05 | 05:00 | 0.9 | 1.21 | 32.55 | 32.57 |
| 08-feb-05 | 06:00 | 0.8 | 1.27 | 33.03 | 33.06 |
| 08-feb-05 | 07:00 | 0.1 | 0.86 | 32.82 | 32.84 |
| 08-feb-05 | 08:00 | 12.3 | 8.29 | 44.68 | 44.69 |
| 08-feb-05 | 09:00 | 0.7 | 5.66 | 44.95 | 45.71 |
| 08-feb-05 | 10:00 | 1.8 | 4.70 | 46.30 | 46.65 |
| 08-feb-05 | 11:00 | 0.6 | 3.34 | 46.45 | 46.69 |
| 08-feb-05 | 12:00 | 12.2 | 9.79 | 58.09 | 58.19 |
| 08-feb-05 | 13:00 | 25.0 | 21.92 | 82.29 | 82.87 |
| 08-feb-05 | 14:00 | 26.3 | 30.37 | 107.55 | 109.76 |
| 08-feb-05 | 15:00 | 9.6 | 25.18 | 116.03 | 119.94 |
| 08-feb-05 | 16:00 | 6.9 | 20.21 | 121.75 | 124.33 |
| 08-feb-05 | 17:00 | 1.4 | 13.61 | 121.97 | 123.64 |
| 08-feb-05 | 18:00 | 0.8 | 9.08 | 121.60 | 122.36 |
| 08-feb-05 | 19:00 | 0.2 | 5.85 | 120.63 | 120.97 |
| 08-feb-05 | 20:00 | 0.1 | 3.75 | 119.57 | 119.72 |
| 08-feb-05 | 21:00 | 8.2 | 7.53 | 126.55 | 126.60 |
| 08-feb-05 | 22:00 | 7.3 | 9.34 | 132.57 | 132.78 |
| 08-feb-05 | 23:00 | 6.9 | 10.23 | 138.13 | 138.45 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 09-feb-05 | 00:00 | 6.4 | 10.48 | 143.15 | 143.51 |
| 09-feb-05 | 01:00 | 8.7 | 12.08 | 150.39 | 150.88 |
| 09-feb-05 | 02:00 | 5.7 | 11.20 | 154.60 | 155.00 |
| 09-feb-05 | 03:00 | 9.8 | 13.23 | 162.82 | 163.36 |
| 09-feb-05 | 04:00 | 5.4 | 11.74 | 166.61 | 167.02 |
| 09-feb-05 | 05:00 | 3.4 | 9.54 | 168.38 | 168.65 |
| 09-feb-05 | 06:00 | 1.7 | 7.08 | 168.45 | 168.60 |
| 09-feb-05 | 07:00 | 10.6 | 11.14 | 177.34 | 177.68 |
| 09-feb-05 | 08:00 | 1.2 | 7.77 | 176.82 | 177.00 |
| 09-feb-05 | 09:00 | 0.0 | 4.90 | 175.13 | 175.20 |
| 09-feb-05 | 10:00 | 2.4 | 4.60 | 175.83 | 175.89 |
| 09-feb-05 | 11:00 | 7.0 | 7.30 | 181.08 | 181.23 |
| 09-feb-05 | 12:00 | 1.7 | 5.67 | 181.03 | 181.12 |
| 09-feb-05 | 13:00 | 4.8 | 6.60 | 184.05 | 184.16 |
| 09-feb-05 | 14:00 | 1.0 | 4.79 | 183.27 | 183.34 |
| 09-feb-05 | 15:00 | 0.2 | 3.14 | 181.72 | 181.74 |
| 09-feb-05 | 16:00 | 1.4 | 2.86 | 181.36 | 181.38 |
| 09-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 1.80 | 179.62 | 179.63 |
| 09-feb-05 | 18:00 | 0.2 | 1.26 | 178.10 | 178.11 |
| 09-feb-05 | 19:00 | 3.6 | 3.06 | 179.96 | 179.99 |
| 09-feb-05 | 20:00 | 0.5 | 2.24 | 178.73 | 178.75 |
| 09-feb-05 | 21:00 | 0.1 | 1.48 | 177.12 | 177.12 |
| 09-feb-05 | 22:00 | 0.1 | 0.99 | 175.52 | 175.52 |
| 09-feb-05 | 23:00 | 0.0 | 0.63 | 173.84 | 173.84 |
| 10-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.39 | 172.17 | 172.17 |
| 10-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.25 | 170.52 | 170.52 |
| 10-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.16 | 168.89 | 168.89 |
| 10-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.10 | 167.27 | 167.27 |
| 10-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 0.06 | 165.67 | 165.67 |
| 10-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.04 | 164.08 | 164.08 |
| 10-feb-05 | 06:00 | 0.2 | 0.15 | 162.71 | 162.71 |
| 10-feb-05 | 07:00 | 2.8 | 1.86 | 163.92 | 163.93 |
| 10-feb-05 | 08:00 | 11.7 | 8.54 | 173.94 | 174.15 |
| 10-feb-05 | 09:00 | 29.4 | 23.90 | 201.39 | 202.80 |
| 10-feb-05 | 10:00 | 13.5 | 23.56 | 212.83 | 214.13 |
| 10-feb-05 | 11:00 | 9.3 | 20.70 | 220.00 | 220.98 |
| 10-feb-05 | 12:00 | 0.9 | 13.61 | 218.79 | 219.21 |
| 10-feb-05 | 13:00 | 0.0 | 8.57 | 216.69 | 216.86 |
| 10-feb-05 | 14:00 | 0.0 | 5.40 | 214.62 | 214.68 |
| 10-feb-05 | 15:00 | 0.0 | 3.40 | 212.56 | 212.59 |
| 10-feb-05 | 16:00 | 0.0 | 2.14 | 210.52 | 210.53 |
| 10-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 1.35 | 208.51 | 208.51 |
| 10-feb-05 | 18:00 | 0.0 | 0.85 | 206.51 | 206.51 |
| 10-feb-05 | 19:00 | 0.0 | 0.54 | 204.53 | 204.53 |
| 10-feb-05 | 20:00 | 0.7 | 0.78 | 203.26 | 203.26 |
| 10-feb-05 | 21:00 | 0.3 | 0.68 | 201.61 | 201.61 |
| 10-feb-05 | 22:00 | 0.8 | 0.93 | 200.47 | 200.48 |
| 10-feb-05 | 23:00 | 0.9 | 1.15 | 199.44 | 199.45 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Febrero 2005. Estación Macuto

Umbrales de lluvia para aludes torrenciales en el área oeste del Estado Vargas

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 07-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 06:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 07:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 08:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 09:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 10:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 11:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 12:00 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 07-feb-05 | 13:00 | 0.2 | 0.00 | 0.20 | 0.20 |
| 07-feb-05 | 14:00 | 0.1 | 0.00 | 0.30 | 0.30 |
| 07-feb-05 | 15:00 | 0.9 | 0.57 | 1.18 | 1.18 |
| 07-feb-05 | 16:00 | 6.5 | 4.45 | 7.61 | 7.61 |
| 07-feb-05 | 17:00 | 1.0 | 3.43 | 8.53 | 8.55 |
| 07-feb-05 | 18:00 | 0.3 | 2.35 | 8.74 | 9.81 |
| 07-feb-05 | 19:00 | 3.8 | 3.88 | 12.42 | 12.89 |
| 07-feb-05 | 20:00 | 3.9 | 4.90 | 16.17 | 16.34 |
| 07-feb-05 | 21:00 | 8.2 | 8.25 | 24.13 | 24.44 |
| 07-feb-05 | 22:00 | 7.3 | 9.80 | 31.13 | 31.51 |
| 07-feb-05 | 23:00 | 1.4 | 7.05 | 32.22 | 33.26 |
| 08-feb-05 | 00:00 | 0.1 | 4.51 | 32.01 | 32.78 |
| 08-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 2.84 | 31.70 | 32.02 |
| 08-feb-05 | 02:00 | 1.1 | 2.48 | 32.49 | 32.61 |
| 08-feb-05 | 03:00 | 0.1 | 1.63 | 32.28 | 32.37 |
| 08-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 1.02 | 31.97 | 32.01 |
| 08-feb-05 | 05:00 | 0.9 | 1.21 | 32.55 | 32.57 |
| 08-feb-05 | 06:00 | 0.8 | 1.27 | 33.03 | 33.06 |
| 08-feb-05 | 07:00 | 0.1 | 0.86 | 32.82 | 32.84 |
| 08-feb-05 | 08:00 | 12.3 | 8.29 | 44.68 | 44.69 |
| 08-feb-05 | 09:00 | 0.7 | 5.66 | 44.95 | 45.71 |
| 08-feb-05 | 10:00 | 1.8 | 4.70 | 46.30 | 46.65 |
| 08-feb-05 | 11:00 | 0.6 | 3.34 | 46.45 | 46.69 |
| 08-feb-05 | 12:00 | 12.2 | 9.79 | 58.09 | 58.19 |
| 08-feb-05 | 13:00 | 25.0 | 21.92 | 82.29 | 82.87 |
| 08-feb-05 | 14:00 | 26.3 | 30.37 | 107.55 | 109.76 |
| 08-feb-05 | 15:00 | 9.6 | 25.18 | 116.03 | 119.94 |
| 08-feb-05 | 16:00 | 6.9 | 20.21 | 121.75 | 124.33 |
| 08-feb-05 | 17:00 | 1.4 | 13.61 | 121.97 | 123.64 |
| 08-feb-05 | 18:00 | 0.8 | 9.08 | 121.60 | 122.36 |
| 08-feb-05 | 19:00 | 0.2 | 5.85 | 120.63 | 120.97 |
| 08-feb-05 | 20:00 | 0.1 | 3.75 | 119.57 | 119.72 |
| 08-feb-05 | 21:00 | 8.2 | 7.53 | 126.55 | 126.60 |
| 08-feb-05 | 22:00 | 7.3 | 9.34 | 132.57 | 132.78 |
| 08-feb-05 | 23:00 | 6.9 | 10.23 | 138.13 | 138.45 |

| Fecha | Hora | Prec. Hor. (mm) | PW1.5 | PW72 | Distancia |
|-----------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|
| 09-feb-05 | 00:00 | 6.4 | 10.48 | 143.15 | 143.51 |
| 09-feb-05 | 01:00 | 8.7 | 12.08 | 150.39 | 150.88 |
| 09-feb-05 | 02:00 | 5.7 | 11.20 | 154.60 | 155.00 |
| 09-feb-05 | 03:00 | 9.8 | 13.23 | 162.82 | 163.36 |
| 09-feb-05 | 04:00 | 5.4 | 11.74 | 166.61 | 167.02 |
| 09-feb-05 | 05:00 | 3.4 | 9.54 | 168.38 | 168.65 |
| 09-feb-05 | 06:00 | 1.7 | 7.08 | 168.45 | 168.60 |
| 09-feb-05 | 07:00 | 10.6 | 11.14 | 177.34 | 177.68 |
| 09-feb-05 | 08:00 | 1.2 | 7.77 | 176.82 | 177.00 |
| 09-feb-05 | 09:00 | 0.0 | 4.90 | 175.13 | 175.20 |
| 09-feb-05 | 10:00 | 2.4 | 4.60 | 175.83 | 175.89 |
| 09-feb-05 | 11:00 | 7.0 | 7.30 | 181.08 | 181.23 |
| 09-feb-05 | 12:00 | 1.7 | 5.67 | 181.03 | 181.12 |
| 09-feb-05 | 13:00 | 4.8 | 6.60 | 184.05 | 184.16 |
| 09-feb-05 | 14:00 | 1.0 | 4.79 | 183.27 | 183.34 |
| 09-feb-05 | 15:00 | 0.2 | 3.14 | 181.72 | 181.74 |
| 09-feb-05 | 16:00 | 1.4 | 2.86 | 181.36 | 181.38 |
| 09-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 1.80 | 179.62 | 179.63 |
| 09-feb-05 | 18:00 | 0.2 | 1.26 | 178.10 | 178.11 |
| 09-feb-05 | 19:00 | 3.6 | 3.06 | 179.96 | 179.99 |
| 09-feb-05 | 20:00 | 0.5 | 2.24 | 178.73 | 178.75 |
| 09-feb-05 | 21:00 | 0.1 | 1.48 | 177.12 | 177.12 |
| 09-feb-05 | 22:00 | 0.1 | 0.99 | 175.52 | 175.52 |
| 09-feb-05 | 23:00 | 0.0 | 0.63 | 173.84 | 173.84 |
| 10-feb-05 | 00:00 | 0.0 | 0.39 | 172.17 | 172.17 |
| 10-feb-05 | 01:00 | 0.0 | 0.25 | 170.52 | 170.52 |
| 10-feb-05 | 02:00 | 0.0 | 0.16 | 168.89 | 168.89 |
| 10-feb-05 | 03:00 | 0.0 | 0.10 | 167.27 | 167.27 |
| 10-feb-05 | 04:00 | 0.0 | 0.06 | 165.67 | 165.67 |
| 10-feb-05 | 05:00 | 0.0 | 0.04 | 164.08 | 164.08 |
| 10-feb-05 | 06:00 | 0.2 | 0.15 | 162.71 | 162.71 |
| 10-feb-05 | 07:00 | 2.8 | 1.86 | 163.92 | 163.93 |
| 10-feb-05 | 08:00 | 11.7 | 8.54 | 173.94 | 174.15 |
| 10-feb-05 | 09:00 | 29.4 | 23.90 | 201.39 | 202.80 |
| 10-feb-05 | 10:00 | 13.5 | 23.56 | 212.83 | 214.13 |
| 10-feb-05 | 11:00 | 9.3 | 20.70 | 220.00 | 220.98 |
| 10-feb-05 | 12:00 | 0.9 | 13.61 | 218.79 | 219.21 |
| 10-feb-05 | 13:00 | 0.0 | 8.57 | 216.69 | 216.86 |
| 10-feb-05 | 14:00 | 0.0 | 5.40 | 214.62 | 214.68 |
| 10-feb-05 | 15:00 | 0.0 | 3.40 | 212.56 | 212.59 |
| 10-feb-05 | 16:00 | 0.0 | 2.14 | 210.52 | 210.53 |
| 10-feb-05 | 17:00 | 0.0 | 1.35 | 208.51 | 208.51 |
| 10-feb-05 | 18:00 | 0.0 | 0.85 | 206.51 | 206.51 |
| 10-feb-05 | 19:00 | 0.0 | 0.54 | 204.53 | 204.53 |
| 10-feb-05 | 20:00 | 0.7 | 0.78 | 203.26 | 203.26 |
| 10-feb-05 | 21:00 | 0.3 | 0.68 | 201.61 | 201.61 |
| 10-feb-05 | 22:00 | 0.8 | 0.93 | 200.47 | 200.48 |
| 10-feb-05 | 23:00 | 0.9 | 1.15 | 199.44 | 199.45 |

Cálculo de las precipitaciones de trabajo horarias para el evento de Febrero 2005. Estación Maiquetía FAV

