

CAPÍTULO 2 MONITOREO METEO-HIDROLÓGICO Y PRONÓSTICO

2.1 Situación Existente acerca del Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico

2.1.1 Ubicación de las Estaciones de Observación el área de Estudio

En Colombia hay una cantidad des estaciones de observación meteorológicas. La Figura S2-2-1 muestra las estaciones meteorológicas e hidrológicas existentes operadas por el IDEAM en Colombia, y la comparación con las estaciones meteorológicas operadas por el JMA en Japón. El número de estaciones en Colombia es mucho mayor que en Japón, ya que, el número de estaciones telemetrizadas, que son operadas por el IDEAM, en Colombia es alrededor de 250. El número de estaciones telemetrizadas por sistema GOES es alrededor de 150. Por otro lado, las estaciones meteorológicas en Japón están perfectamente telemetrizadas por la JMA.

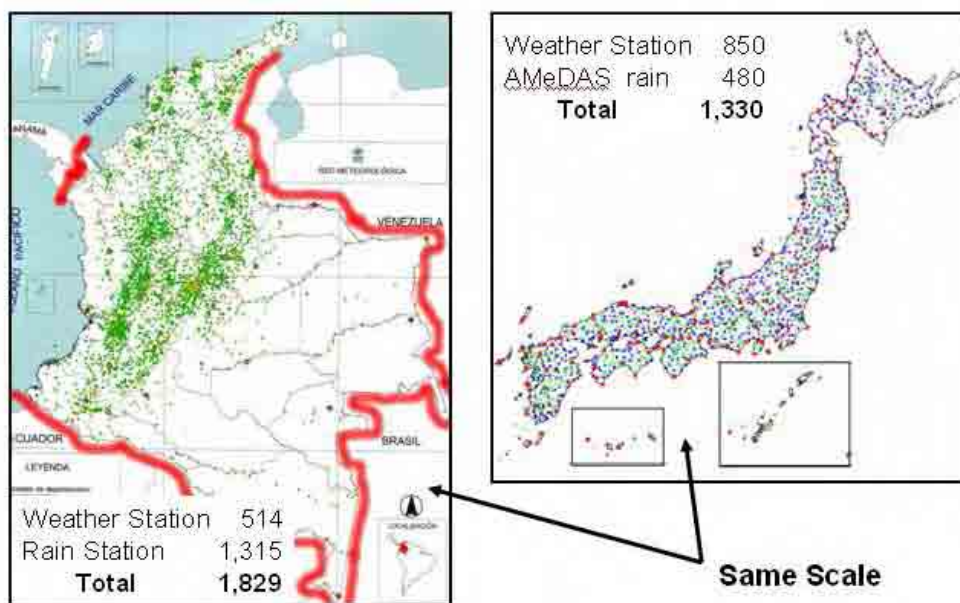


Figura S2-2-1 Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas

Alrededor del área de estudio no hay suficientes estaciones meteorológicas e hidrológicas para monitorear las condiciones meteorológicas e hidrológicas. Estas son operadas por DPAE, EAAB, CAR, IDEAM y otras organizaciones.

Hablando en términos generales, con respecto a los datos meteorológicos e hidrológicos, para analizar la correlación entre la lluvia y el nivel de agua/inundación y para monitorear las condiciones meteorológicas e hidrológicas reales, es deseable llenar estos dos requisitos. Uno de ellos es suficiente periodo de almacenamiento de datos (por lo menos 10 años) si es posible, es mejor almacenar los datos horarios de lluvia y nivel de agua. Esto es necesario para analizar la correlación entre la lluvia y el nivel de agua para un desastre de inundación. Lo otro es el sistema de monitoreo de datos. Es mejor que sea telemetrizada y obtener los datos inmediatamente por un sistema en línea. Es necesario para monitorear las condiciones meteorológicas e hidrológicas reales, para emitir la clase de alerta y aviso y planear algunas contramedidas para el desastre esperado.

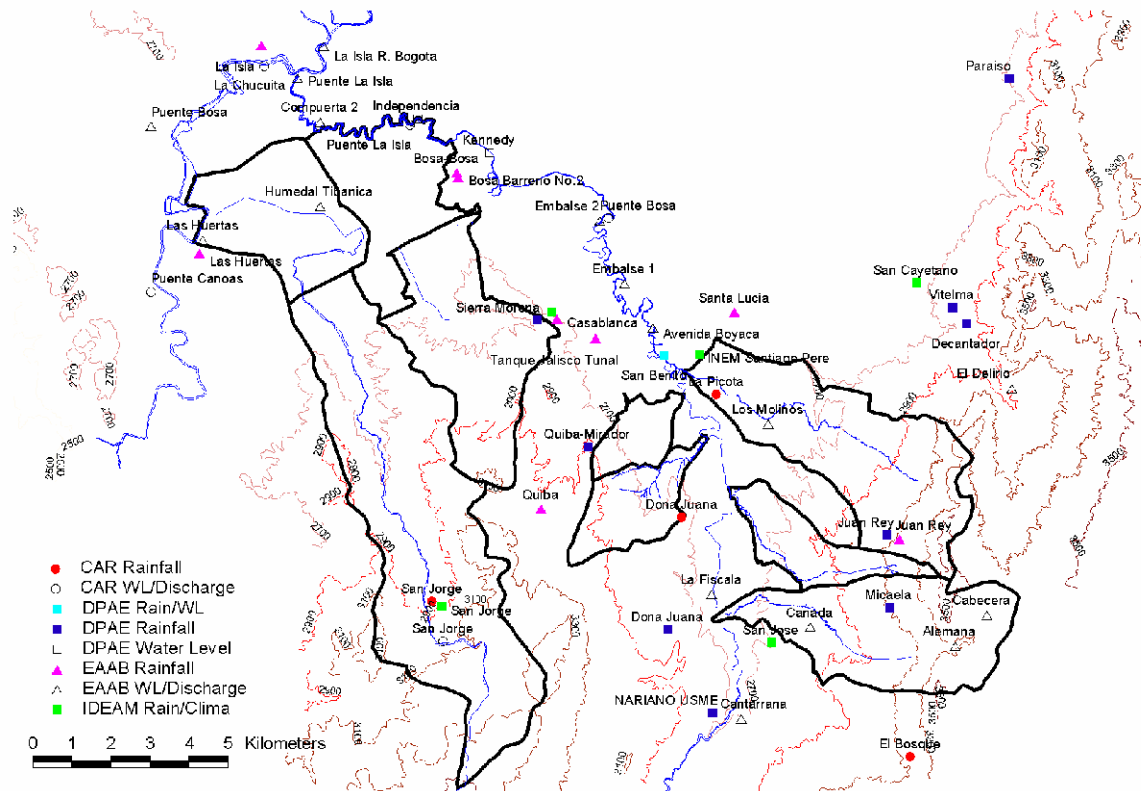


Figura S2-2-2 Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas alrededor del Área de Estudio

La Figura S2-2-3 muestra la condición de la red existente de estaciones. La mayoría de ellas ya están telemetrizadas y algunas de ellas son de tipo convencional todavía. En el sitio de una estación telemetrizada, se observan los datos horarios (o de más minutos) todos los días, pero en el sitio de las convencionales se pueden observar solo los datos diarios. Aún en el sitio telemetrizado, el periodo de almacenamiento de los datos no es suficiente para analizar, ellos no analizaron la correlación entre lluvia y nivel de agua.

Station Network around Study Area

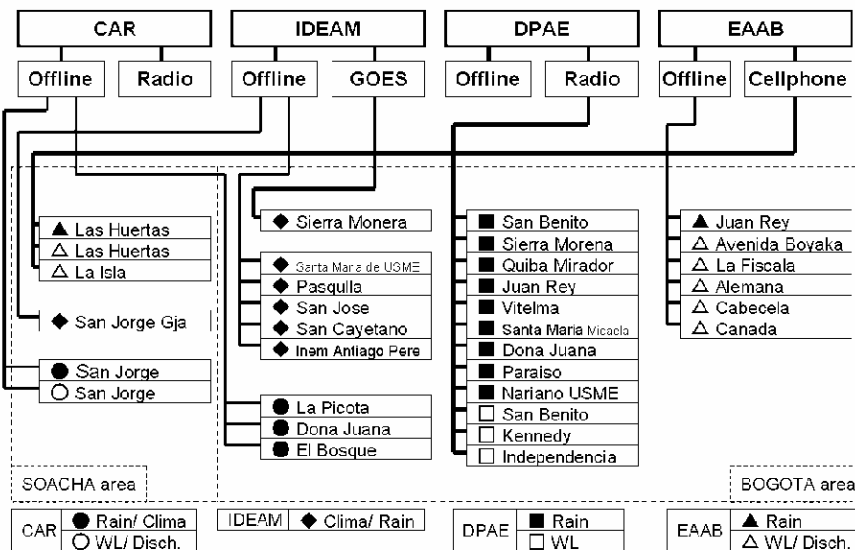


Figura S2-2-3 Red de Estaciones alrededor del Área de Estudio

2.1.2 IDEAM

(1) Composición de una Estación de Observación Típica

Como organización meteorológica nacional, IDEAM esta operando estaciones climatológicas y estaciones pluviométricas alrededor de la nación. El Equipo de Estudio JICA visitó dos estaciones típicas. Una es una automática estación Minuto de Dios, y la otra es una convencional, estación San Jorge.

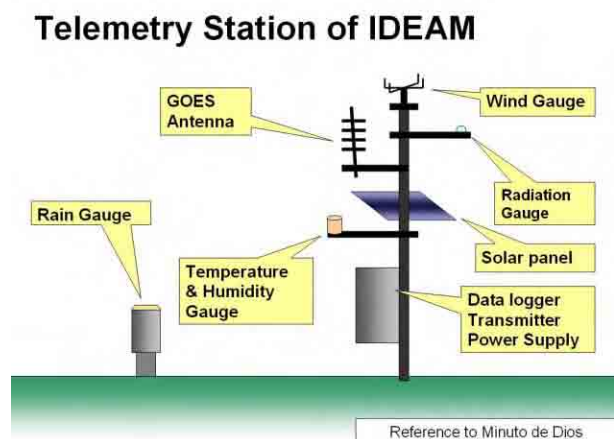


Figura S2-2-4 Composición Minuto de Dios



Foto S2-2-1 Estación Minuto

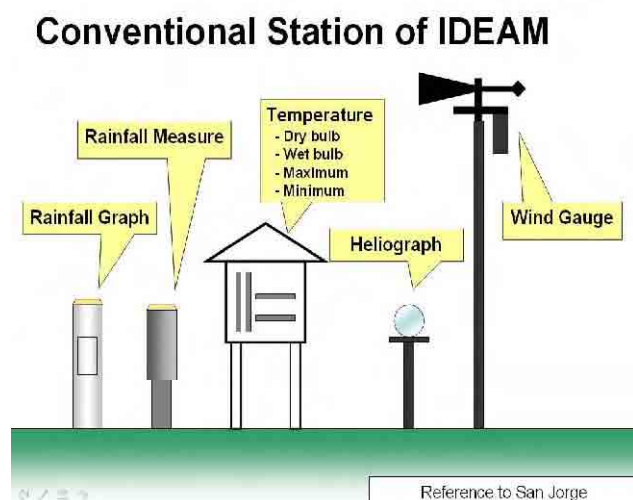


Figura S2-2-5 Estación San Jorge



Foto S2-2-2 Estación San Jorge

La estación Minuto esta telemetrizada por el sistema GOES (GMS: Satélite Meteorológico Geo estacional del Satélite Meteorológico NOAA en EUA). De acuerdo a la reglamentación de la WMO (Organización Meteorológica Mundial) un satélite meteorológico GEO estacional debe tener la función DCP (Plataforma colectora de datos). El satélite GOES también tiene esa función DCP. Basados en el acuerdo entre IDEAM y NOAA, casi 150 estaciones meteorológicas automáticas en Colombia son operadas por sistema GOES.

En principio una estación con sistema GOES envía los datos observado cada hora automáticamente. Los elementos de observación en Minuto son mostrados en la Figura S2-2-4.

En contraste con una estación GOES, en una estación convencional algún observador observa los datos meteorológicos, registra los datos en un libro e campo y reporta a la oficina central en el IDEAM. Los elementos de observación en San Jorge son mostrados en la Figura S2-2-5. En la estación de San Jorge la observación meteorológica se lleva a cabo a las 7 am. '7 am' en Colombia significa '12 am' in GST (En la hora Greenwich Standard).

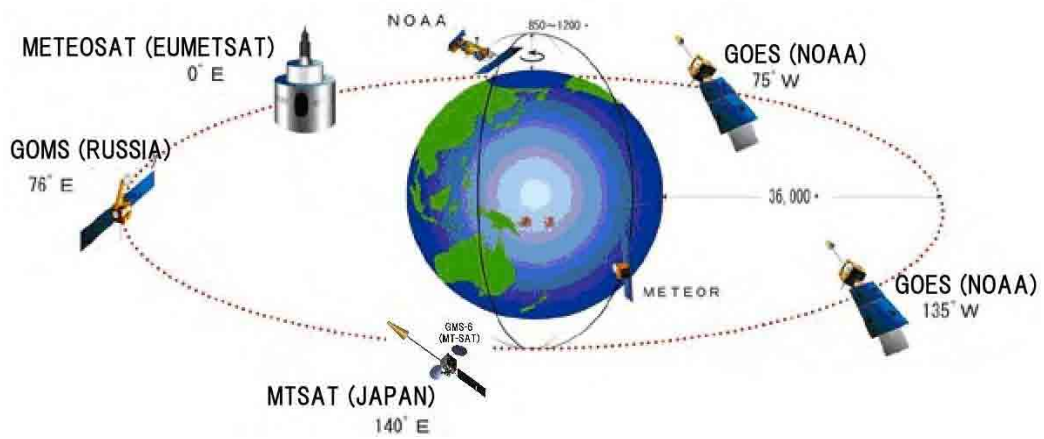


Figura S2-2-6 Satélites Meteorológicos GEO Estacionarios Alrededor de la Tierra



Figura S2-2-7 GOES Antenas en el Techo del IDEAM

Tabla S2-2-1 Tiempo de Retraso del Sistema GOES

Hora de Recepción	Hora de datos iniciales	Tiempo de retraso
12:45	12:20	00:25
13:30	13:10	00:20
13:50	13:20	00:30
14:09	13:40	00:29
14:26	14:10	00:16
14:50	14:10	00:40
14:50	14:40	00:10
15:13	14:50	00:23
15:24	15:10	00:14
15:34	15:10	00:24
15:45	15:20	00:25
16:50	16:20	00:30
18:12	17:50	00:22

Ya que, IDEAM usa la corriente de descarga del satélite GOES, IDEAM puede recibir los datos observados con menos tiempo de retraso. La Tabla S2-2-1 muestra el tiempo de retraso que hay y la hora de observación. Este es el resultado del experimento llevado a cabo en Noviembre 2006 por el IDEAM.

(2) Sistema de Recolección de los Datos

El trabajo de recolección de los datos en IDEAM es operado de tres maneras. Una de ellas es el sistema GOES, la segunda es el sistema de comunicación por radio y la última es observación manual (tipo sin-línea). Los primeros dos datos son recolectados automáticamente para la oficina central del IDEAM y los últimos datos son reportados a la oficina central por observadores a través de línea telefónica y correo.

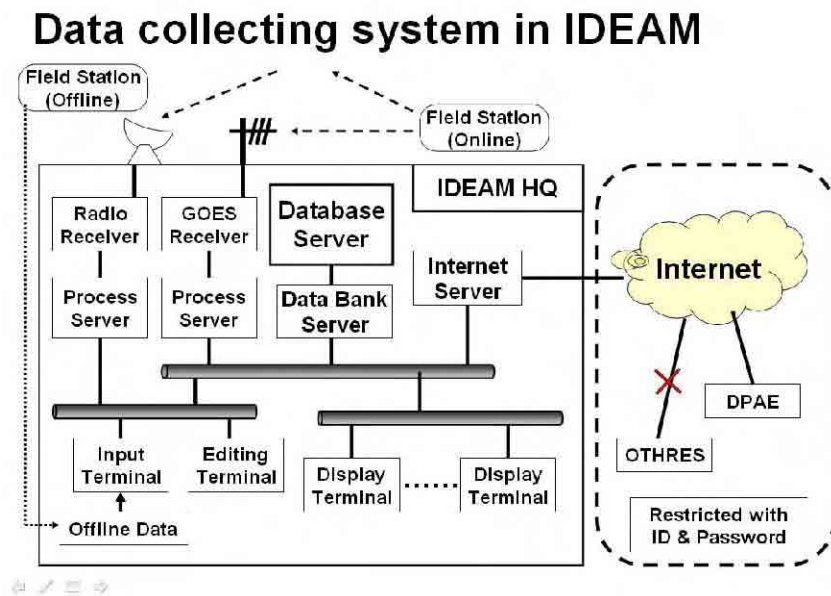


Figura S2-2-8 Sistema de Recolección de Datos en IDEAM

Hablando en términos generales, cuando la función DCP es usada, los datos recolectados son transmitidos a través de la GTS. De manera que, usando el circuito GTS se pueden llevar a cabo las observaciones establemente y a bajo costo. Hay dos razones. Un circuito (Sistema de telecomunicaciones global regulado por la WMO). Al comienzo los datos observados son enviados a un satélite meteorológico estacional y son enviados a un centro de control terrestre en el país dueño del satélite. Después los datos observados son convertidos, trasladados al código telegráfico y enviados al IDEAM a través del circuito GTS de la NOAA. El mérito de ellos es que el satélite GOES ya esta operado por NOAA para tomar fotos de las imágenes de nubes.

La otra es que el circuito GTS también esta ya siendo operado y el intercambio de los datos meteorológicos ya se están llevando a cabo. De manera que, no se necesita un costo adicional para usar la función DCP y el circuito GTS. El costo de mantenimiento que se pide a los usuarios es solo costo de mantenimiento de sus propias estaciones de observación. El demérito del sistema DCP es que tenemos que esperara una demora de una hora o más.

Pero, en el caso de IDEAM, IDEAM recibe la corriente de descarga del satélite directamente. “La corriente de descarga” es la línea de transmisión desde el satélite al centro de control terrestre. Para recibir la corriente de descarga IDEAM tiene que instalar el sistema de recepción y decodificación. Actualmente, en el techo del IDEAM hay unas antenas parabólicas grandes. Una de ellas es para recibir imágenes satelitales y la otra es para recibir la señal de corriente de descarga

(3) Despliegue de la Información

Los datos observados no son publicados directamente sino que son procesados para las informaciones climatológicas y publicadas como información de pronóstico climático e información de advertencia en su página web. Los datos observados son desplegados en su página web, pero esta estrictamente restringido con ID y clave. De manera que, el público no puede ver el sitio web sin estos. Desde cualquier parte, podemos ver alguna información observada desde la web del IDEAM abajo.

Adicionalmente el IDEAM observa el nivel de agua en cinco ríos mayores. Los datos observados pueden ser vistos en el sitio web del IDEAM.

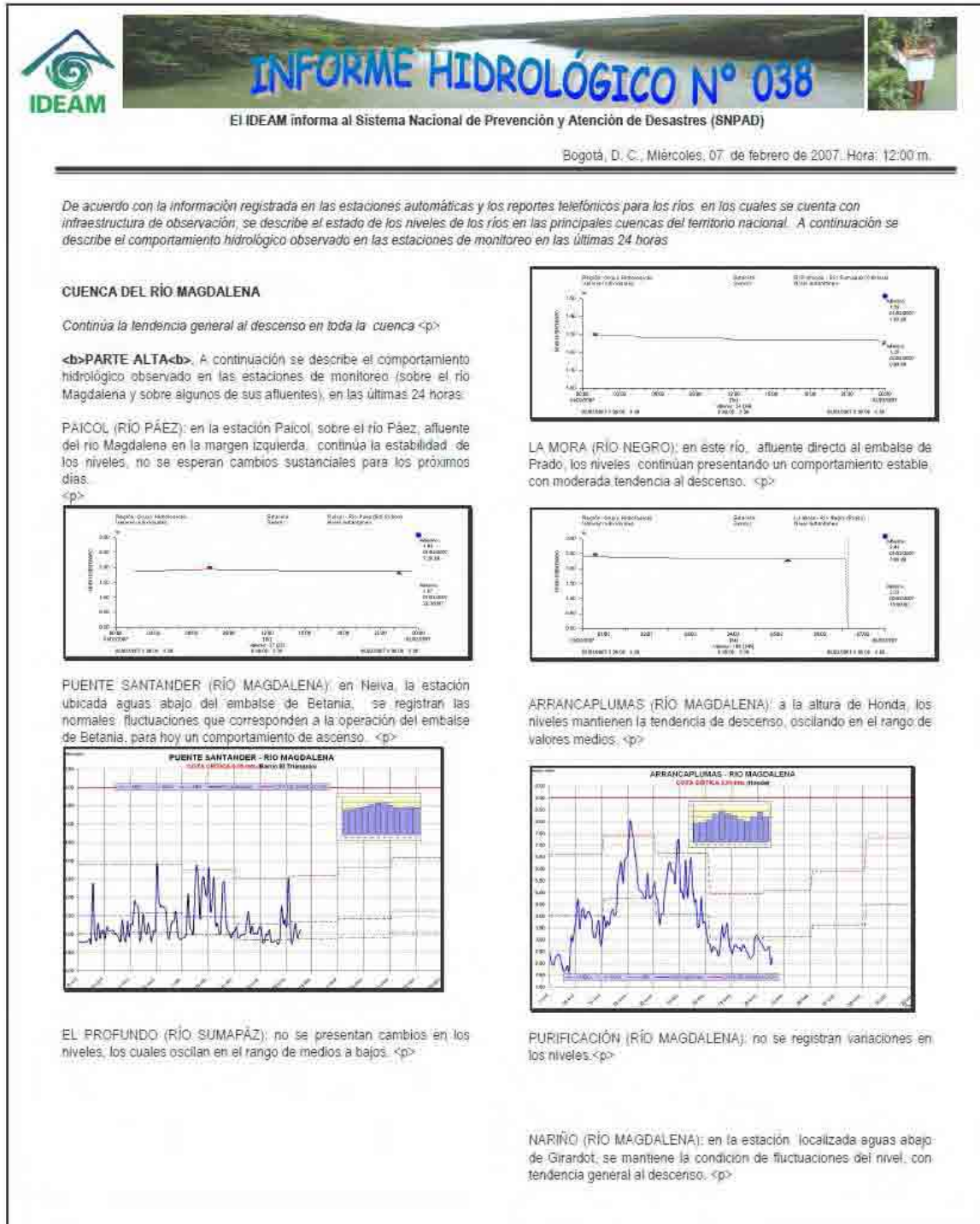


Figura S2-2-9 Muestra de los Datos de río el Sitio Web IDEAM

2.1.3 DPAE

(1) Composición de una Estación de Observación Típica

DPAE es una de las organizaciones más importantes para reducir y prevenir desastres en Bogotá. Tiene algunas estaciones hidrológicas-meteorológicas en Bogotá. Hay más de diez estaciones de observación de lluvia y de nivel de agua alrededor del área de estudio. El equipo de estudio JICA visitó algunas estaciones típicas.

Como se mencionó DPAE esta a cargo de la prevención y reducción de desastres, de manera que en muchos casos observa lluvia y nivel de agua y la mayoría de ellas ya han sido telemetrizadas. Básicamente la energía es suministrada por panel solar y batería.

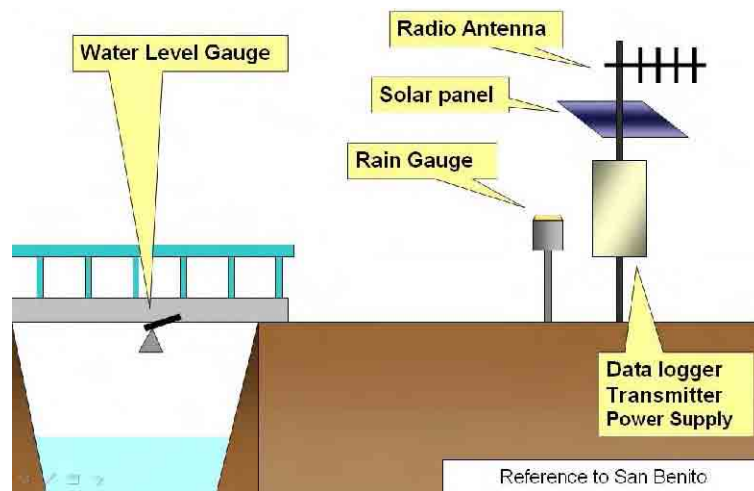


Figura S2-2-10 Composición de la Estación San Benito

Las Fotos S2-2-3 y S2-2-4 muestran la apariencia interna de la estación Sierra Morena. La estación está compuesta de un pluviómetro, convertidor de datos, plataforma colectora de datos, transmisor, suministro de energía (panel solar y batería) radio antena y gabinete. La frecuencia radial esta en la banda 403.075 MHz of UHF.



Foto S2-2-3 Estación de Sierra Morena

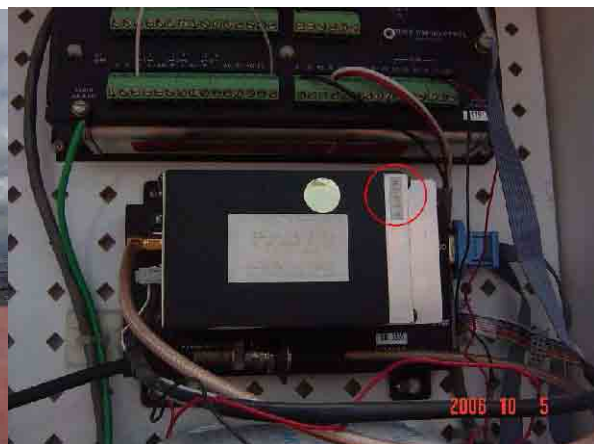


Foto S2-2-4 Trasmisor

(2) Sistema de Recolección de Datos

El trabajo de recolección de los datos en DPAE es operado de dos maneras. Una de ellas es el sistema GOES, la segunda es el sistema de comunicación por radio y la última es observación manual (tipo

sin-línea). Los primeros dos datos son recolectados automáticamente para la oficina central del DPAE. En condición normal, la recolección de datos se lleva a cabo cada hora pero en situaciones de emergencia puede ser cambiada a cada cinco minutos desde la oficina central de DPAE.

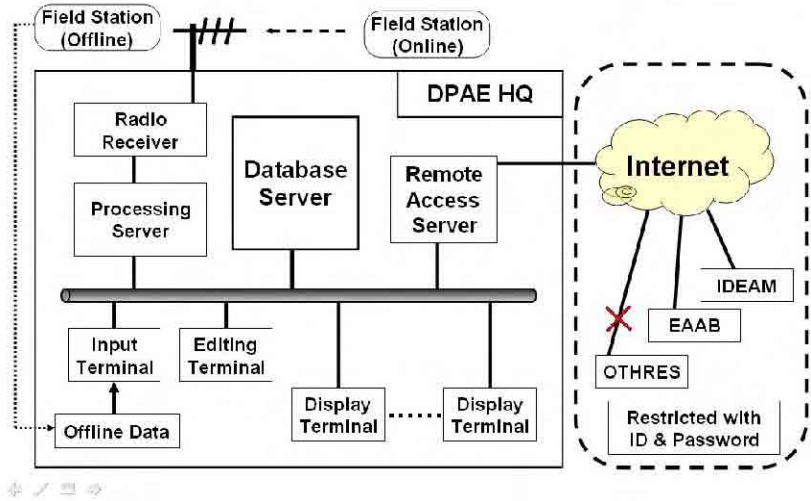


Figura S2-2-11 Sistema de Recolección de Datos en DPAE

(3) Despliegue de la Información

El concepto de despliegue de la información es el mismo que en el IDEAM. Los datos observados no son publicados directamente al público. Los datos observados son desplegados en su página web, pero esta estrictamente restringido con un ID y clave. A pocas personas (organizaciones) que se les da este ID y clave pueden ver el sitio web. Si estamos en cualquier parte podemos ver la información observada del sitio web abajo.

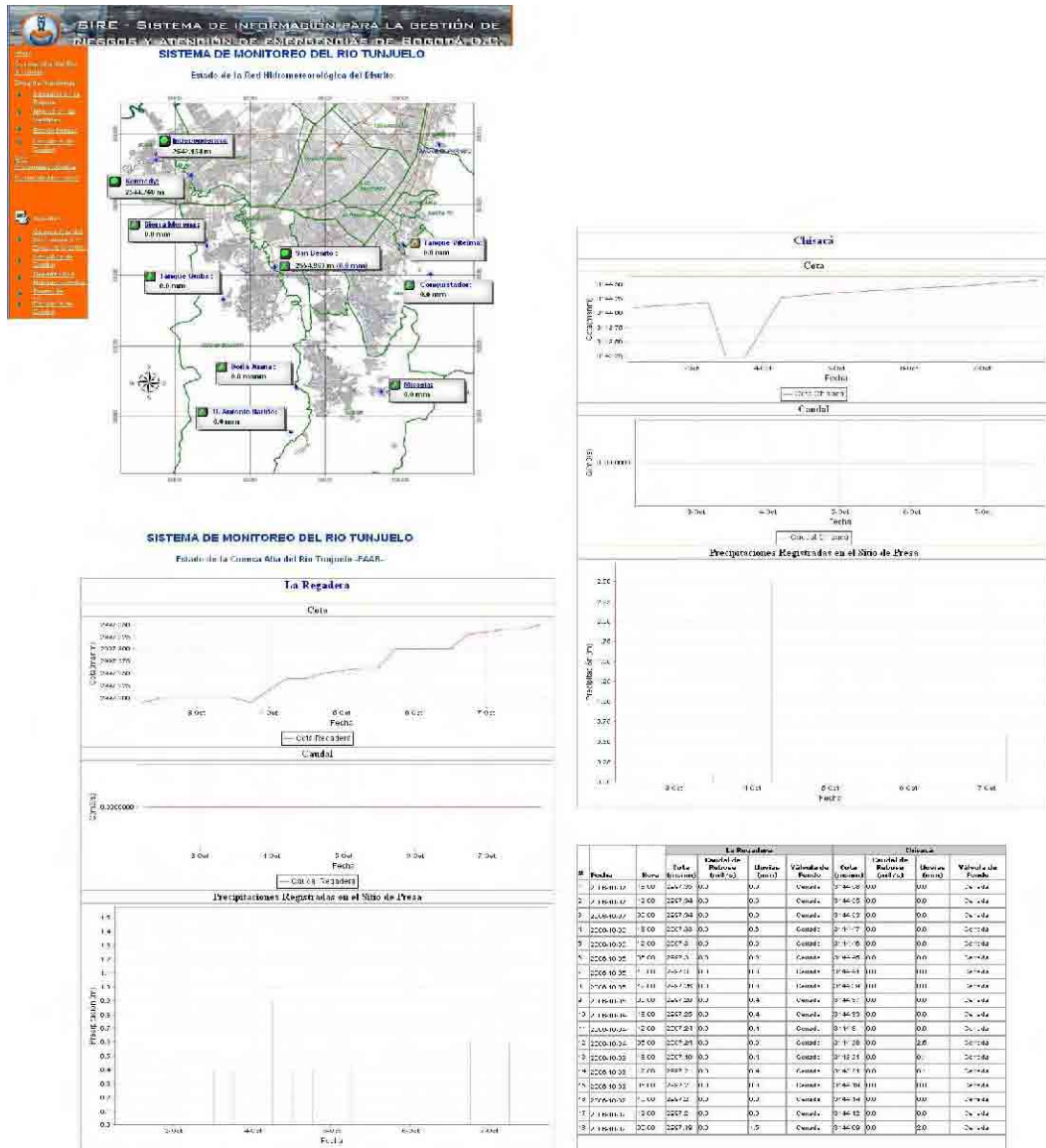


Figura S2-2-12 Muestra de la Página Web de DPAE

2.1.4 EAAB

(1) Composición de una Estación de Observación Típica

El EAAB es una de las organizaciones más importantes que está encargada del mejoramiento de los ríos, control de inundaciones y suministro de agua y sistema de alcantarillado en el distrito metropolitano de Bogotá. Para llevar a cabo su misión sin problemas tiene algunas estaciones hidrológicas meteorológicas en Bogotá. Hay cerca de 25 estaciones de precipitación y estaciones de observación de nivel de agua alrededor del área de estudio. El Equipo de Estudio JICA visitó algunas estaciones típicas.

El EAAB está a cargo del mejoramiento de los ríos y el mantenimiento de la tubería de agua, de modo que en muchos casos se observa la precipitación, el nivel de agua y la descarga. La mayoría de las estaciones no esta téleme trizada, ya que, la misión del EAAB es menos urgente que la de DPAE. Pero las estaciones importantes ya han sido téleme trizadas por el sistema vía celular. Usualmente, la energía eléctrica es suministrada por panel solar y batería recientemente

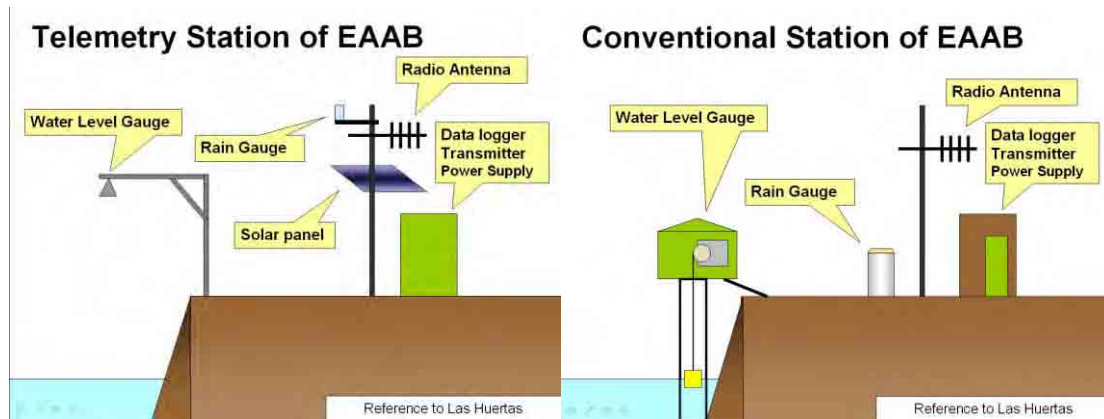


Figura S2-2-13 Composición de la Estación de Las Huertas (telemetría & convencional)



Foto S2-2-5 Las Huertas Estación Telemétrica

(2) Sistema de Recolección de Datos

El trabajo de recolección de datos en la EAAB es operado de dos maneras. Una de ellas es por comunicación vía celular y la otra por observación atendida por personal (fuera de línea). Los primeros datos son recolectados automáticamente para la oficina principal de la EAAB. En condición normal, la recolección de datos se lleva a cabo cada hora.

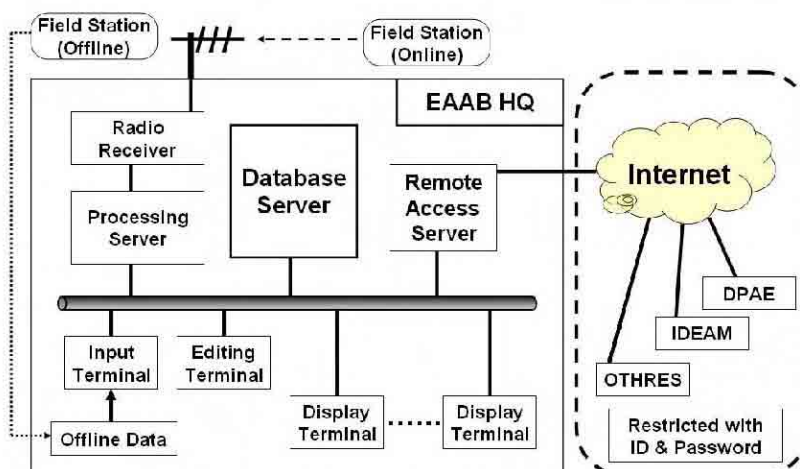


Figura S2-2-14 Sistema de Recolección de Datos en EAAB

(3) Despliegue de la Información

Al comienzo de este estudio, el concepto de divulgación de los datos de la EAAB es el mismo que en el IDEAM y en el DPAE. La observación de los datos no es publicada directamente a la gente del público. Los datos observados son divulgados en su página Web, pero esta estrictamente restringido con ID y palabra clave. Pocas personas (organizaciones) quienes tienen ID y palabra clave pueden ver en la página Web.

Pero, esta política cambió y la observación de la información ha sido divulgada para todos desde Noviembre 2006. La URL <http://www.acueducto.com.co/>

Con la URL de arriba, podemos ver la información observada de la página Web de la página de EAAB abajo.

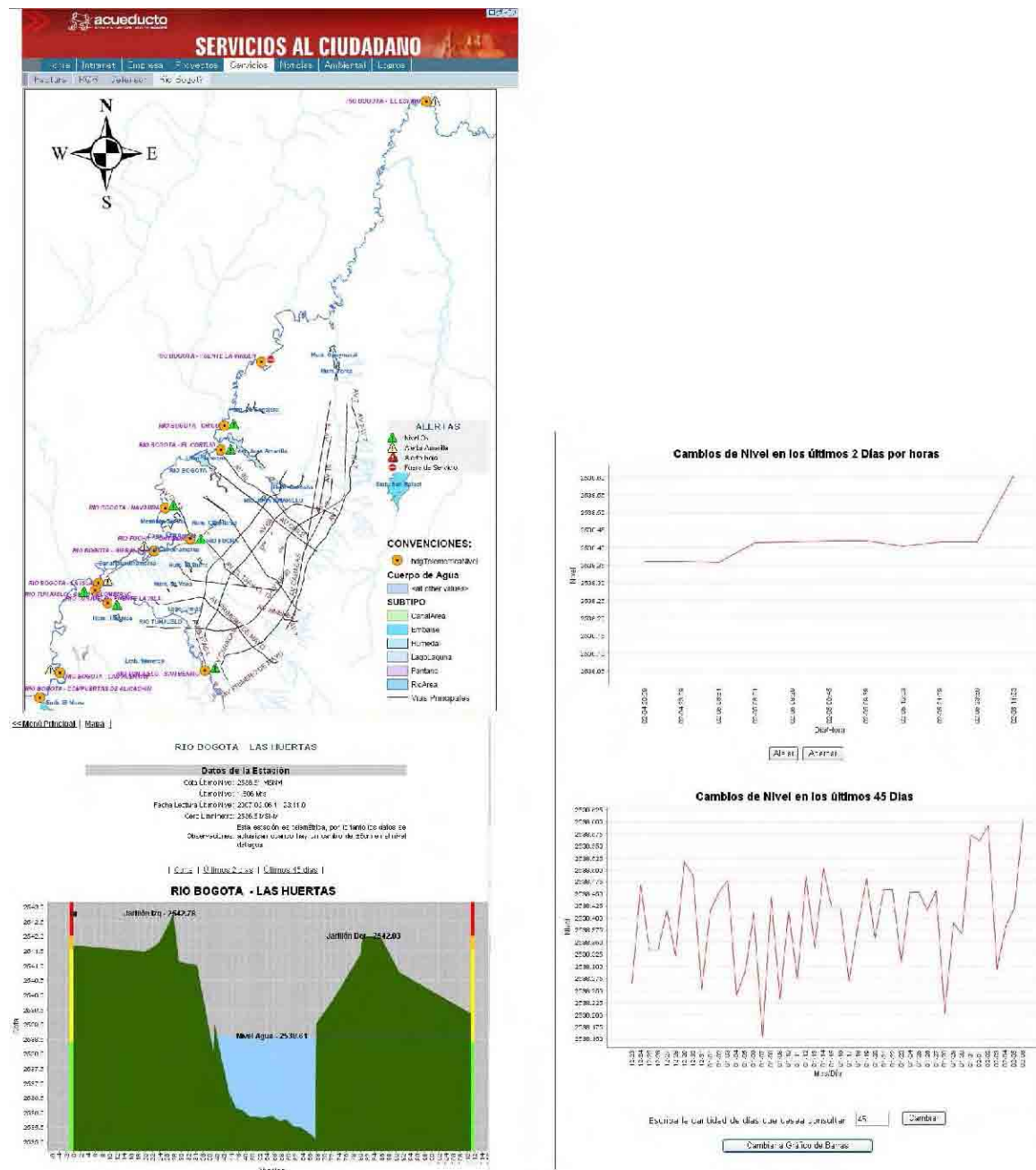


Figura S2-2-15 Ejemplo del Sitio Web de la EAAB

2.1.5 CAR

(1) Composición de Estaciones de Observación Típicas

CAR es una de las corporaciones autónomas encargada de beneficiar los residentes del distrito. Con ese punto de vista, la CAR observa las condiciones Hidrológicas y Meteorológicas en el distrito. Hay siete estaciones de observación de precipitación, nivel de agua y descarga alrededor del área de estudio. El Equipo de Estudio JICA visitó algunas de estas estaciones típicas. No hay estaciones telemetrizadas todas ellas son operadas de manera convencional por lo menos en el área de estudio, la CAR no tiene ninguna estación automática. Adicionalmente, en el área de estudio algunas estaciones están dañadas y abandonadas.



Foto S2-2-6 Estación San Jorge

Mechanical Station of CAR

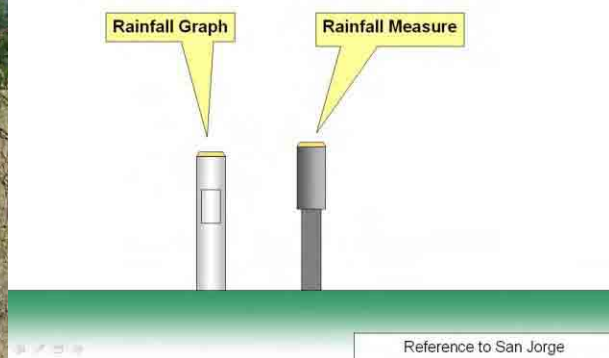


Figura S2-2-16 Estación San Jorge

(2) Sistema de Recolección de la Información

Por lo tanto, se supone que la CAR no tiene un sistema de recolección de datos especial y este tipo de trabajo de recolección se hace manualmente.

(3) Despliegue de la Información

En mi estudio no pude encontrar ninguna observación de la información en la página Web de la CAR. Pero la CAR ha puesto estos datos dentro los registros históricos, de manera que, el Equipo de Estudio JICA pudo obtener los registros meteorológicos e hidrológicos alrededor del área de estudio de la CAR.

2.1.6 Intercambio de Datos entre las Organizaciones Involucradas

(1) Intercambio de Datos a Través de Internet

Con respecto al intercambio de datos en tiempo real. DPAE y el IDEAM tienen una fuerte relación y llevan a cabo colaboración operacional, por ejemplo, mantenimiento, comparten datos, planeación y así sucesivamente. El DPAE y el IDEAM están intercambiando datos de observación entre ellos. El DPAE y la EAAB también están en una relación de cooperación, y están intercambiando los datos entre ellos.

On-line Data Exchanging

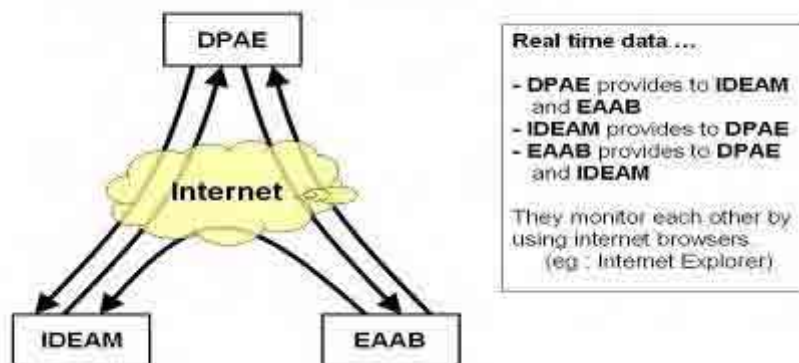


Figura S2-2-17 Intercambio de Datos vía Internet

(2) Intercambio de Datos sin línea

IDEAM esta recolectando datos meteorológicos como organización meteorológica nacional en Colombia. En el área de estudio, el IDEAM le esta suministrando datos controlados de calidad al DPAA y a la EAAB a través de medios magnéticos

Off-line Data Exchanging

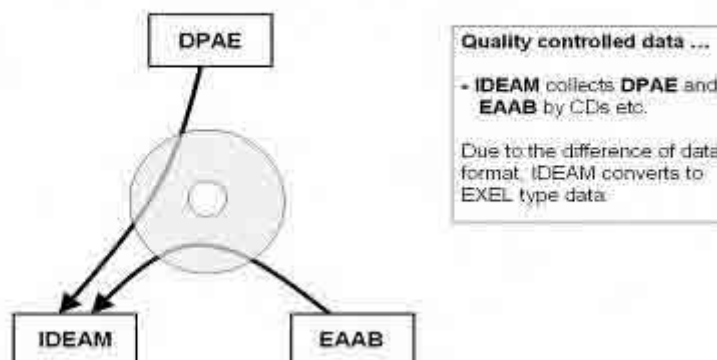


Figura 2-2-18 Intercambio de Datos sin línea

2.2 Pronóstico Climático por IDEAM

2.2.1 Pronóstico Climático

(1) Tipos de Pronóstico del Tiempo y Área Objetivo

IDEAM emite algunos tipos de pronóstico climático, desde su lugar de organización meteorológica nacional. En Colombia hay 5 regiones y 32 Departamentos. IDEAM toma estos cinco distritos como 10 regiones objetivo para el pronóstico climático. IDEAM tiene tres objetivos para pronóstico climático. El primero es el país entero, el segundo son las cinco regiones, el tercero son las ciudades principales. El IDEAM muestra tal información en la página Web. Ver Tabla S2-2-2.

Tabla S2-2-2 Contenidos del Pronóstico Climático por IDEAM

Objetivo	Área		Contenidos
1	Nación	Colombia	- Vista General del clima de hoy. - Nota especial por región. - Distribución Nacional del Clima
2	Región	Amazonia, Andina, Caribe, Pacifico, Insular Caribe, Mar Caribe, Insular Pacifico, Océano Pacifico, Orinoquía, Sabana de Bogotá	- Vista General del clima de hoy. - Vista General del Clima de mañana.
3	Ciudades Principales	41 Ciudades Principales Bogota, Medellín y etc.	- Clima temperatura (máx. min.) Y fases de la luna para los últimos 3 (hoy, mañana y pasado mañana)

El pronóstico del clima también se puede ver en los periódicos, radio y televisión. Por ejemplo en Bogotá, en el periódico El Tiempo se publica el pronóstico del tiempo (solo temperatura) casi todos los días. En radio y Televisión se puede escuchar y ver el pronóstico del tiempo en la mañana y en la noche.

Además del pronóstico del clima el IDEAM provee otras informaciones meteorológicas en la página Web del IDEAM, como imágenes del satélite GOES cada hora, en las seis horas previas.

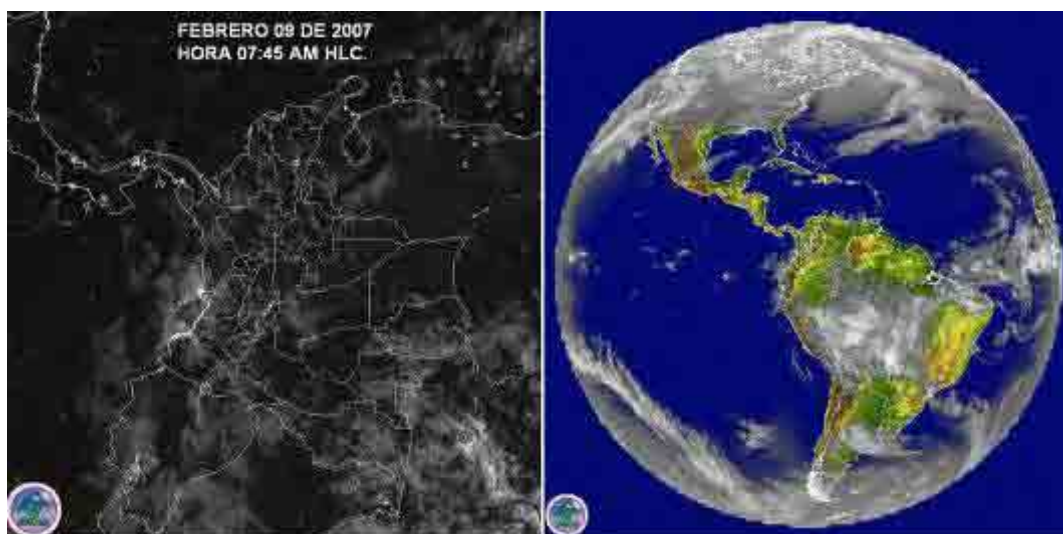


Figura S2-2-19 Imagen Satelital Agrandada de la Página Web del IDEAM.

2.2.2 Tipos de Alerta y Criterios

Junto con el pronóstico climático el IDEAM emite 10 tipos de alerta. En su página Web se pueden encontrar los tipos y contenidos. La Tabla S2-2-3 muestra 10 tipos de alerta. Pero no pudimos encontrar una alerta acerca de lluvia fuerte. La razón es muy simple, un meteorólogo en el IDEAM nos lo comentó. Con un método de observación meteorológica convencional se puede obtener la cantidad de lluvia diaria, pero no se puede obtener una intensidad de precipitación (horaria o menor). Recientemente las estaciones convencionales han sido actualizadas a estaciones automáticas con plataforma colectora de datos. Pero, no ha pasado mucho tiempo así que IDEAM no ha almacenado suficientes datos. De modo que, IDEAM no ha analizado el criterio de lluvia todavía. En este momento el IDEAM tentativamente adopta una precipitación diaria de 20 mm como criterio de lluvia fuerte.

Tabla S2-2-3 Contenidos de las Alertas por IDEAM

Tipo	Descripción/ resumen
Inundación	Inundación lenta en un río grande
Creciente	Avenidas torrenciales en un río pequeño
Avalancha	Avalancha
Represamiento	Obstrucción de un Río por falla de una ladera o un deslizamiento.
Helada	Helada
Huracán	Huracán
Deslizamiento	Deslizamiento
Incendios	Incendio Forestal
Contaminación	Polución
Marinas	Alerta Marítima

El criterio para desastre por inundación no esta homologado. Depende del río y la ubicación de la estación de observación. El IDEAM pone un valor experimental como criterio en cada estación. El IDEAM tiene responsabilidad de emitir la alerta para 5 ríos principales, Magdalena, Cauca, Sinú, San Jorge y Meta. Para los otros ríos(los de la parte medio y los pequeños) los gobiernos locales tienen la responsabilidad de emitir la alerta. Sin embargo IDEAM provee la información hidrológica a los gobiernos locales, si hay un riesgo ligero de desastre meteorológico. El IDEAM provee en 3 etapas la información a los gobiernos locales. La primera etapa es “Información”, la segunda etapa es “observación” y la tercera etapa es “Alerta”. Esto depende de la situación. Algunas veces el IDEAM da la “Alerta” directamente cuando se espera un riesgo de desastre gravemente.

Aparentemente el criterio de otras alertas nos está definido. Un meteorólogo encargado del pronóstico emite tal clase de información de acuerdo a la condición meteorológica real y su propia experiencia.

En emergencia el IDEAM emite una información especial para captar la atención nacional.



Figura S2-2-20 Información Especial por IDEAM

2.2.3 Antecedentes de la Información de Pronóstico Climático

Cuando los meteorólogos en el IDEAM hacen un pronóstico del clima/ alerta, usan algunas de estas informaciones meteorológicas. Estas están abajo:

- Condición real (datos observados)
- Resultados de NWP (Predicción del Clima Numérica): Modelo Global
- Resultados de NWP (Predicción del Clima Numérica): Modelo Global
- Imágenes satelitales por GOES (GMS): Cada 15 minutos
- Imágenes satelitales por NOAA (Satélite Orbital): Varias veces al día.

En la información de antecedente de arriba, el resultado del modelo global NWP provisto por NOAA a través del circuito GTS de acuerdo a lo pactado con NOAA. El resultado del modelo local NWP es obtenido desde la página Web del INM (Instituto Nacional de Meteorología) en Brasil. Vario años atrás IDEAM operaba su propio modelo NWP (MM5: Meso escala Modelo 5), pero la persona encargada se fue a otro puesto(o dejo de trabajar). Así que en este momento nadie opera este modelo.

Con respecto a ambas imágenes satelitales, el IDEAM tiene sus propias instalaciones de recibo en su organización. Hablando en términos generales, las tablas climáticas se clasifican en dos categorías. Una es la categoría del tiempo. Hay análisis (del tiempo actual) y las predicciones (cada 12, 24...72 horas, semanales) la otra es la categoría de la altura. Hay pisos térmicos desde el nivel del mar y el más alto (850, 700, 500 hPa,) las tablas climáticas combinadas con estas tres categorías se utilizan en muchos países Pero en Colombia rara vez lo meteorólogos las usan. La razón se mencionará en la siguiente sección.

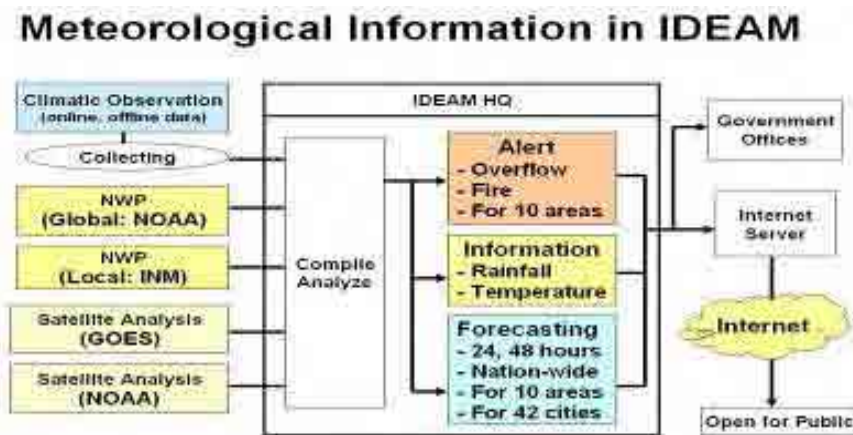


Figura S2-2-21 Flujo de Utilización de los Datos en el IDEAM

2.2.4 Dificultad del Pronóstico Climático en Colombia

Entrevisté 3 meteorólogos y algunos ingenieros en el IDEAM durante mi tiempo de estudio. Dijeron que es muy difícil predecir la condición climática en Colombia, especialmente en Bogotá, al unísono. Y Se mencionaron las siguientes 4 razones:

(1) ITCZ

La primera es la localización global de Colombia. Colombia esta en la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) y el factor dominante del clima es la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical), por esta razón, los vientos alisios del noreste y el sureste entran al territorio, generando las lluvias debido el fenómeno de convección. La ITCZ se desplaza en sentido latitudinal, y se localiza al sur en los primeros meses del año, y en el extremo norte del país durante Julio-Agosto, con la posición intermedia durante el resto del año. Y cuando la ITCZ sale del país, comienza la temporada seca. Un movimiento ligero y una intensidad de convergencia de la ITCZ afecta la condición del clima en

Colombia. Pero, no es un fenómeno significativo. De manera que, es muy difícil analizar y predecir la posición exacta de la ITCZ. El no predecir una posición y una intensidad de la ITCZ es la causa de la dificultad del pronóstico climático.

(2) Altitud

La segunda razón es la localización vertical de la cordillera de los Andes. La altitud de Bogotá es de casi 2500 m que es equivalente a un nivel de 750 hPa. En esta altitud, algunas tablas climáticas (nivel del mar, nivel más alto menor que 700 hPa) parece ser que no tuvieran algún significado. La complejidad de la altitud hace que el pronóstico climático sea difícil. En el momento en que algún meteorólogo quiera predecir una condición atmosférica usando NWP, la reproducibilidad geográfica y la resolución del modelo numérico sería un punto importante.

(3) Escala del Fenómeno

Algunos meteorólogos en el IDEAM dicen que la escala del fenómenos meteorológico es más pequeña que en el área de latitud media. Por ejemplo, esta lloviendo fuertemente en el área del IDEAM, pero en el lugar, que esta 10 Km. lejos del IDEAM, no hay lluvia pero esta bien. Se han experimentado este tipo de ocasiones varias veces. Y ya que, no poseen ningún radar meteorológico, así que no pueden asegurar una escala exacta de cumulonimbus que algunas veces causa lluvia fuerte, rayos y tormentas. Pero, por medio del análisis de las imágenes satelitales la escala/diámetro del cumulonimbus es casi de diez a 20 Km. según dicen los meteorólogos. Generalmente, en el área de latitud media, un cumulonimbus del tamaño de una célula es de cerca 10 Km. pero rara vez existe solo. En muchos casos hacen grupos (masas o líneas) y se desarrollan gradualmente. En Bogotá parece que un cumulonimbus puede existir solo se desarrolla y decrece. Adicionalmente, un cumulonimbus se desarrolla y crece rápidamente en Colombia, especialmente en Bogotá. También es un factor que dificulta el pronóstico del tiempo.

(4) Recursos Humanos (Entrenamiento de los Meteorólogos)

En este momento el IDEAM esta encarando un problema serio. Es la carencia de recursos humanos/ meteorólogos. La tabla S2-2-4 muestra un descenso de los meteorólogos en el IDEAM (Enero 2007).

Tabla S2-2-4 Meteorólogos en IDEAM

Clase	Número	Descripción
Clase 1	6	• Meteorólogos con Master Universitario y que terminaron su carrera en el exterior.
Clase 2	4	• Meteorólogos con Master Universitario en Meteorología y que terminaron su carrera en el
Técnicos Hidro-Meteorólogo	25	• Terminaron si curso de entrenamiento en el IDEAM, y se han enviado a oficina regionales para entrenamiento.
Pronóstico del clima en Aviación.	120	• Terminaron el curso de entrenamiento de pronosticador de aviación del IDEAM. • Son despachado a oficinas meteorológicas en aeropuertos nacionales e internacionales. • Hay 28 aeropuertos en Colombia y observan 24 horas en 12 aeropuertos.

Entendido fácilmente, hay solo 10 meteorólogos en la oficina central del IDEAM y están encargados de emitir el pronóstico del clima y las alertas en un trabajo turnado. Además 2 meteorólogos clase 2 se retirarán este año.

2.2.5 Mejoramiento de la Exactitud del Pronóstico del Tiempo.

(1) Requerimiento

Para mejorar la exactitud en el pronóstico del tiempo el IDEAM tiene que resolver algunos problemas.

Habilidad de Observación y análisis

- Instalación/ reemplazo por estaciones telemétricas con ubicación razonable.
- Mejoramiento del procesamiento de los datos y el sistema de exhibición.
- Desarrollo del análisis de los datos observados y el sistema de emisión de alertas.

Utilización de la información numérica a través del circuito GTS

- Instalación de un sistema de dibujo de datos automático por SYNOP (Observaciones Sinópticas: es un código numérico (llamado FM-12 por WMO) usado para los reportes de observación climática hechos para estaciones climáticas manuales y automáticas. Los reportes de SYNOP típicamente se envían cada seis horas) y el NWP también (Predicción Climática Numérica)

Utilización de Imágenes Satelitales

- Desarrollo de un sistema de análisis de imágenes de nubes
- Desarrollo de un sistema de síntesis para imágenes satelitales y NWP

Reanudar la operación del modelo propio NWP del IDEAM

- Reestructuración del Modelo MM5 (Meso escala Modelo 5: Modelo de predicción Numérico Climático)
- Reanudar la operación y análisis del modelo propio NWP.

Instalación de un sistema de radar meteorológico

- Instalación de un sistema de radar meteorológico doppler alrededor de Bogotá
- Desarrollo de la información del radar Doppler y el sistema de análisis de lluvia.
- Desarrollo de un sistema de síntesis para análisis por radar y para los datos observados.

Desarrollo de un sistema de predicción de precipitación por tiempo corto.

- Desarrollo de un sistema de predicción de precipitación por tiempo corto.

Desarrollo de Recursos Humanos (Meteorólogos)

- Desarrollo de recursos humanos (Capacidad de construcción)
- Entrenamiento de Meteorólogos

(2) Plan Existente

Con el fin de solucionar algunos problemas como se mencionó arriba, IDEAM ha estado tratando de hacer algunas contra-medidas. En el momento de conversaciones con el Equipo de Estudio JICA, algún personal del IDEAM comentó sus planes.

Instalación de Estaciones Climáticas Automáticas

- Mejoramiento de las estaciones convencionales a estaciones de observación climática automáticas.
- Colaboración con otras entidades concernientes a inter-operar observando estaciones meteorológicas e hidrológicas y mejorar los reportes propios de las estaciones existentes /nueva instalación.
- Especialmente en Bogotá, el IDEAM ha hecho acuerdos con DPAE para mejorar las estaciones de observación automática. Concretamente, ambos realizan la misma especificación de observación, radio transmisión y ambos pueden recibir los datos observados al mismo tiempo.

Desarrollo del Recurso Humano

- Debido al retiro masivo de meteorólogos en estos dos años, el IDEAM realizó su propio programa de educación para desarrollar el recurso humano. Concretamente, como se menciona arriba, IDEAM tiene el manejo de sus propios programas de educación y está desarrollando meteorólogos.

Introducción de Nuevas Tecnologías

- Con el fin de obtener nuevas tecnologías de comunicación el IDEAM envió ingenieros a algunos cursos internacionales de entrenamiento. Concretamente IDEAM envió al ingeniero de comunicaciones al curso de entrenamiento mensual de Hong Kong en Noviembre, 2007
- IDEAM desea conocer y controlar tecnología DCP de satélites meteorológicos, pero la NOAA, que opera el GOES (Satélite Meteorológico Estacionario operado por USA), no colabora con la apertura de tecnologías de comunicación. Por eso, IDEAM intenta usar los sistemas de comunicación por radio.
- Con el fin de mejorar la precisión en el pronóstico del clima, IDEAM trata de contra con programas avanzados de pronóstico climático, por ejemplo la instalación de sistema de radar climático, análisis de imágenes de satélite, Sistema NWP (Predicción Numérica del Clima), criterio de alerta/aviso. En este momento, IDEAM no ha podido encontrar su mejor compañero para esto.

(3) Recomendación

En este estudio, las contrapartes son gobiernos locales, Bogotá y Soacha. Pero el principal objetivo de este estudio, la prevención de desastres de inundación y deslizamientos, requiere de apoyo, dado que estos eventos son causados por fenómenos meteorológicos. Básicamente, los fenómenos meteorológicos son de gran escala y nivel nacional. Con el fin de construir un sistema efectivo de alerta temprana en el área metropolitana de Bogotá se requiere incrementar y mejorar la capacidad del IDEAM como organización nacional de meteorología e hidrología. Con base en ese concepto, el Equipo de Estudio JICA hace algunas recomendaciones al IDEAM, como sigue.

Instalación de Sistema de Radar Meteorológico en Bogotá

- Existe una limitación y es la instalación de las estaciones de observación debido a las bases y fuerza de trabajo para el cuidado. Para alcanzar cierto nivel de mejoramiento de las estaciones de observación, lo más importante es obtener una amplia área de información. Como bien se conoce, en países desarrollados, el sistema de radar meteorológico es muy útil para obtener ampliamente condiciones de precipitación. Con el fin de implementar la precisión de alerta y para reducir los daños por desastres se necesita instalar un sistema de radar meteorológico. Como el radio de detección del radar meteorológico es más de dos mil kilómetros y el análisis de la información de radar necesita una amplia área de observación de datos, el sistema de radar meteorológico está instalado y operado por organizaciones de carácter nacional en muchos países.

Operación de un Sistema NWP Propio por IDEAM

- El sistema NWP es uno de los métodos más efectivos de predicción de fenómenos meteorológicos en estos días. Como primero, la tendencia de cambio global atmosférico se calcula con GSM (Modelo de Escala Global), y el cambio local de la atmósfera se estima con MSM (Modelo a Meso Escala) con el uso de los resultados de GSM se establecen condiciones límites. Al mismo tiempo las formas locales de la tierra y condiciones especiales son consideradas y afinada para incrementar la precisión. El IDEAM utilizó su propio sistema NWP, pero después del retiro del ingeniero a cargo, no se pudo operar el NWP. El IDEAM quiere iniciar nuevamente la operación del Modelo a Mesoescala (MM5) NWP para precisar el pronóstico climático. Pero debido a la falta de recurso humano, esto no se ha realizado.

Tecnología de Análisis de Imágenes Satelitales

- Las Imágenes Satelitales de GMS (Satélite Meteorológico Satelital) provee información útil respecto a fenómenos meteorológicos. La información es útil no solamente para ver el patrón de nubes sino para analizar la información de imágenes, por ejemplo altura máxima de las nubes, categoría de las nubes, movimiento de las nubes, cantidad de vapor de agua en la atmósfera, cantidad de precipitación y otros. Al mismo tiempo, es posible analizar el desarrollo y movimiento de Cb (cumulonimbus) los cuales causan tormentas de truenos. Con el fin de utilizar imágenes satelitales para la prevención de desastres es necesario manejar la tecnología de análisis de imágenes satelitales y la tecnología para usar los resultados de NWP.

Composición y Análisis Tecnológico de Imágenes Satelitales y Resultados de NWP.

- Con el fin de hacer más precisas las predicciones climáticas es necesario analizar en conjunto las imágenes satelitales y los resultados de NWP.

Desarrollo de la Orientación de los Productos de NWP

- Con el fin de utilizar los productos del NWP para pronóstico climático se necesita traducir los productos a fenómenos atmosféricos; por ejemplo, temperatura, humedad, presión, viento, precipitación y otros. Esto se llama "Orientación".

Análisis de Criterios para Alerta/Asesoría con base en Desastres Pasados

- Con el fin de mitigar los daños causados por desastres meteorológico es necesario implementar una alerta/tiempo de advertencia. Para este fin, el IDEAM tiene que tener criterios definitivos de precipitación y nivel de agua con base en desastres pasados.

Emisión de Alerta/Advertencia para un Área Local

- Es mejor emitir una alerta/advertencia mas localmente. Pero hay un límite técnico. En este momento, el IDEAM emite alerta/advertencia para todo el país. Con el fin de reducir daños de áreas, el objetivo de la alerta/advertencia debe ser más local. Para iniciar el tiempo de respuesta, se desea emitir alertas/advertencias al área metropolitana de Bogotá y en cada municipio a escala nacional. Para este fin, el IDEAM tiene que analizar los desastres locales y tener un criterio definitivo para áreas locales.

Formulación de los Papeles para la Prevención de Desastres Entre las Entidades Concernientes

- Con el fin de administrar un buen programa de prevención de desastres, es necesario clarificar los papeles de las entidades concernientes, para establecer un marco de trabajo en cada organización y construir redes de comunicación entre ellas.

Elaborando Planes a Largo Plazo como Organización Nacional Meteorológica e Hidrológica

- Con el fin de realizar planes como los mencionados, lo más necesario para hacer por el IDEAM es un plan de fortalecimiento a largo plazo y comprensivo como entidad nacional de meteorología e hidrología, incluyendo el mejoramiento del recurso humano, tecnologías, instalación de instrumentos, establecimiento de grupos de trabajo especiales como organización en prevención de desastres y servicios meteorológicos totales. Para este fin, es necesaria una misión de expertos en meteorología o estudios de factibilidad para establecer la condición exacta del IDEAM.

2.3 Monitoreo Por DPAE

2.3.1 General

DPAE ha conducido un monitoreo en tiempo real y no un pronóstico. La Alerta de DPAE se implementa con base en la información del monitoreo en tiempo real

2.3.2 Criterio Existente de Alerta

(1) Clases de Alerta y Criterios

El DPAE emite algunas tipos de alerta, desde su posición de organización principal encargada de reducir y prevenir desastres en Bogotá, Distrito Capital. En mí estudio no pude clarificar los detalles de las alertas/ avisos del DPAE.

Pero pude entender que DPAE esta monitoreando los datos observados y si hay riesgo de desastre el DPAE tomará las medidas de mitigación apropiadas. El criterio del DPAE es el mismo que el del IDEAM. El DPAE también no tiene un criterio claro acerca de la precipitación, La razón es la misma que la del IDEAM. El DPAE no ha almacenado suficiente información de precipitación. El criterio para desastre por inundación es el mismo del IDEAM. Depende del río y la ubicación de la estación de observación. El DPAE también toma un valor experimental como criterio en cada estación

(2) Antecedentes de la Información de Alerta

Como se mencionó, DPAE tiene sus propias estaciones de observación en el río Chiguaza, los ríos Yomasa y Tunjuelo. Ya que, la mayoría de ellos ya han sido telemetrizados por DPAE, se pueden obtener los datos observados de esas estaciones y obtener las condiciones reales a lo largo de estos ríos. Además el IDEAM le provee información meteorológica a DPAE. Donde hay un ligero riesgo de desastre DPAE esta monitoreando los datos. Cuando esperan posibilidad de desastre ellos toman las medidas necesarias para encarar la situación.

2.3.3 Mejoramiento de la Exactitud de la Alerta

(1) Requerimientos

Para mejorar la exactitud del pronóstico climático el DPAE tendría que solucionar sus problemas.

Análisis de los Datos Existentes

- El análisis de la correlación entre precipitación e Inundación/desastre de deslizamiento.
- Analizar el criterio de obtención de los datos de lluvia y nivel de agua
- Desarrollo del sistema de análisis de observación de los datos y el sistema de emisión de alertas.

Análisis de los Datos Existentes

- Analizar la correlación entre lluvia/inundación/desastre de deslizamiento
- Analizar el criterio final para la lluvia y el nivel de agua.
- Desarrollo del sistema de observación de los datos y el sistema de emisión de alerta.

Habilidad de Observación y Procesamiento

- Instalación/ reemplazo de las estaciones manuales y una localización razonable.
- Mejoramiento del procesamiento de los datos observados y el sistema de exhibición.

(2) Plan Existente de Mejoramiento

Instalación de Estaciones Meteorológicas Automáticas

- Mejoramiento de estaciones convencionales a estaciones de observación climática automáticas.
- Colaboración con otras organizaciones concernientes en la inter-operación y observación de estaciones meteorológicas e hidrológicas y mejorar las estaciones automáticas existentes /

nuevas instalaciones.

- DPAE ha realizado acuerdos con el IDEAM para mantener las estaciones e implementar estaciones de observación automáticas. Concretamente, los dos hacen las mismas especificaciones de observación y radio transmisión y pueden recibir los datos al mismo tiempo.

Análisis de Criterios de Alerta/ Advertencia con base en Desastres Pasados

- DPAE es una organización local gubernamental de prevención de desastres en Bogotá. Por lo tanto, tiene bastantes registros sobre precipitación y nivel de agua. En este momento, DPAE está tratando de analizar los criterios de los ríos típicos de Bogotá.

(3) Recomendaciones

Emisión de Alerta/Advertencia para Cada Río

- En el momento, DPAE no puede emitir una alerta/advertencia definitiva para cada río. Con el fin de reducir los daños en cada cuenca de río la alerta/advertencia deberá ser más local.

Intercambio de Datos con IDEAM

- Como se mencionó arriba, DPAE está promocionando la colaboración con IDEAM para mantener estaciones meteorológicas e hidrológicas. Esta colaboración debe promoverse continuamente.
- En el futuro, cuando el IDEAM pueda instalar un radar meteorológico cerca de Bogotá, DPAE podrá obtener el análisis de los datos por el IDEAM, prioritariamente. Para este fin, es muy importante intercambiar observaciones de datos y métodos de análisis desde ahora.

CAPÍTULO 3 PRECIPITACION Y REGISTRO DE DESASTRES

En esta sección, se llevó a cabo un análisis con el fin de entender la relación entre las condiciones hidrológicas, principalmente precipitación y desastres anteriores, con el propósito de determinar el umbral para la alerta general.

3.1 Análisis por Cuencas Objetivo en Bogotá

3.1.1 Características Generales sobre Desastres y la Selección de los Eventos de Desastres por Análisis

(1) Inundación

En el Área de Estudio en Bogotá, el fenómeno de inundación se categoriza en los siguientes tres (3) tipos: 1) Aguas altas y desbordamiento de quebradas, 2) Desbordamiento del sistema de drenaje, y 3) Aguas estancadas a través del alcantarillado. En el Área de Estudio, el alcantarillado está conectado directamente con las quebradas, por lo tanto se inunda debido a que las aguas estancadas en las tuberías del alcantarillado pueden ocurrir aunque el nivel de la quebrada no está por encima de la altura de la banca. Al mismo tiempo, la inundación puede ocurrir porque el sistema de drenaje de aguas lluvias no se ha instalado o no tiene capacidad suficiente en algunos barrios.

La Figura S2-3-1 muestra la frecuencia en los eventos de inundación en cinco (5) localidades, incluyendo las cuencas objetivas en Bogotá. La inundación frecuentemente ocurrió en dos (2) épocas de lluvias, especialmente en la segunda temporada de lluvias desde octubre a diciembre. La frecuencia que muestra la figura incluye todos los eventos categorizados como “Inundación” en los registros de desastres del DPAE de octubre 2001 a junio 2006, el cual contiene no sólo las aguas altas y el desborde de la quebrada sino el desbordamiento del sistema de drenaje y las aguas estancadas a través del alcantarillado como se describe antes.

La diferencia del tipo de inundación es extremadamente difícil debido a la insuficiente información, mientras que el objetivo del análisis es la inundación por aguas altas y el desborde de las quebradas. La tabla S2-3-1 y la figura S2-3-2 resumen los eventos de inundación en las cuencas objetivo, el cual se puede reconocer tanto como sea posible de que fue causado por las aguas altas y el desborde de la quebrada según los registros del DPAE. La tabla S2-3-2 muestra los eventos de inundación que son causados por las aguas altas y el desborde de la quebrada, los cuales son el resultado de un estudio adelantado por el IDEAM para el DPAE. Ambos, los registros del estudio del DPAE y el IDEAM no incluyen suficiente información para entender la magnitud de la inundación, como la profundidad de la inundación, el área inundada y los daños. Por lo tanto es capaz de analizar solo la relación entre la cantidad de precipitación y la ocurrencia de la inundación. Los eventos de inundación que se muestran en las Tablas S2-3-1 y Tabla S2-3-2 son usados para el análisis de la relación entre la precipitación y la inundación.

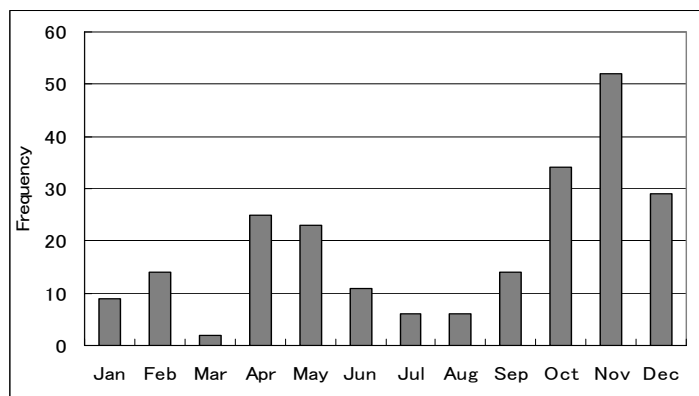


Figura S2-3-1 Frecuencia de los eventos de Inundación (2001 Agosto - 2006 Junio.)
En las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME

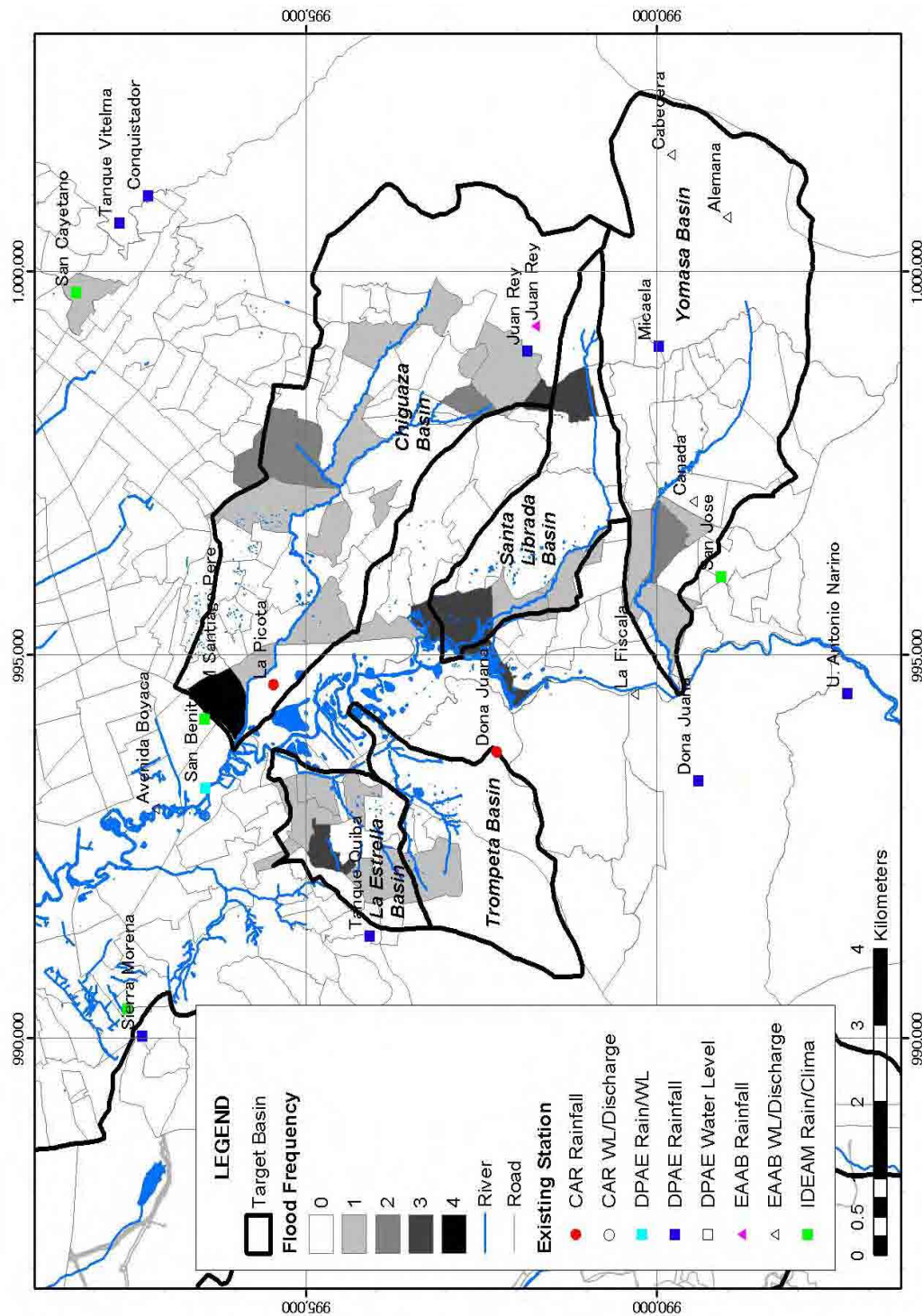


Figura S2-3-2 Frecuencia de Inundación en la Cuenca Objetivo en Bogotá

Tabla S2-3-1 Registro de Inundación del DPAE en las Cuenca Objetivo en Bogotá

Date	Chiguaza	Yomasa	Santa Librada	Estrella & Trompeta
2002/1/20	Abraham Lincon			
2002/2/10	Guacamayas			
2002/2/11	Sasn matin de loba			
2002/4/28				La Alameda
2002/5/28			Santa Marta	
2002/5/29	Nueva Delly			
2002/5/31	Tunjuelito			
2002/6/4				Bellavista Lucero Alto
2002/6/9	La Belleza			
2002/6/24	Tunjuelito			
2002/10/29		Charala		
2002/12/20		Chuniza		
2003/10/5				Naciones Unidas
2003/10/26	Cerros del Oriente - El Rosal, San Martin, Las Gaviotas			La Estrella
2003/11/23			Yomasa, Santa Marta	
2003/11/25				Lucero
2003/11/26	La Belleza			
2003/11/30	Guacamayas, Villas del Diamante		Santa Librada	
2003/12/1				Tesorito
2003/12/3				Buenos Aires
2003/12/4				Lucero Bajo
2004/2/25	Tunjuelito			
2004/4/22				La Estrella
2004/5/20				El Tesoro
2004/7/31	San Benito			
2004/10/1	Tunjuelito			
2004/10/20				Bellavista Lucero Alto
2004/10/24	Juan Rey (La Paz)			
2004/10/25				Arabia
2004/11/9	Arboleda Sur			
2004/11/15		La Reforma		
2005/1/29			Santa Librada	
2005/5/5	Diana Turbay Arrayanes			
2005/5/23		Tihuaque	Tihuaque	
2005/9/25			La Aurora	Bellavista Lucero Alto, Sotavento
2005/9/29	Abraham Lincon			
2005/12/5	Diana Turbay Cultivos, Altamira, San Martin Sur			
2005/12/7	Canada o Guira			
2006/5/10		Gran Yomasa, Monte Blanco		Sumapaz
2006/5/11	La Picota			

Tabla S2-3-2 Registro de Inundación del 2000 - 2005 Estudio del IDEAM en las Cuencas Objetivo en Bogotá

Date	Chiguaza	Yomasa	Santa Librada	Estrella & Trompeta
2002/1/20	Abraham Lincon			
2002/2/10	Guacamayas			
2002/2/11	Sasn matin de loba			
2002/4/28				La Alameda
2002/5/28			Santa Marta	
2002/5/29	Nueva Delly			
2002/5/31	Tunjuelito			
2002/6/4				Bellavista Lucero Alto
2002/6/9	La Belleza			
2002/6/24	Tunjuelito			
2002/10/29		Charala		
2002/12/20		Chuniza		
2003/10/5				Naciones Unidas
2003/10/26	Cerros del Oriente - El Rosal, San Martin, Las Gaviotas			La Estrella
2003/11/23			Yomasa, Santa Marta	
2003/11/25				Lucero
2003/11/26	La Belleza			
2003/11/30	Guacamayas, Villas del Diamante		Santa Librada	
2003/12/1				Tesorito
2003/12/3				Buenos Aires
2003/12/4				Lucero Bajo
2004/2/25	Tunjuelito			
2004/4/22				La Estrella
2004/5/20				El Tesoro
2004/7/31	San Benito			
2004/10/1	Tunjuelito			
2004/10/20				Bellavista Lucero Alto
2004/10/24	Juan Rey (La Paz)			
2004/10/25				Arabia
2004/11/9	Arboleda Sur			
2004/11/15		La Reforma		
2005/1/29			Santa Librada	Paraiso Quiba
2005/5/5	Diana Turbay Arrayanes			
2005/5/23		Tihuaque	Tihuaque	
2005/9/25			La Aurora	Bellavista Lucero Alto, Sotavento
2005/9/29	Abraham Lincon			
2005/12/5	Diana Turbay Cultivos, Altamira, San Martin Sur			
2005/12/7	Canada o Guira			
2006/5/10		Gran Yomasa, Monte Blanco		Sumapaz
2006/5/11	La Picota			

(2) Deslizamientos

La Figura S2-3-3 muestra la frecuencia de los eventos de deslizamiento de tierra en cinco (5) localidades incluyendo las cuencas objetivo en Bogotá. Los deslizamientos de tierra frecuentemente ocurren en los últimos meses de la temporada invernal de Marzo a Mayo.

La frecuencia como se muestra en la figura, incluye todos los eventos categorizados como “Fenómeno de Remoción en Masa” en los registros de desastres del DPAE de enero 2002 a julio 2006, el cual contiene varios fenómenos como falla del talud, caída de rocas, flujo de tierra, etc., y cuyas causas se presumen varían de precipitación a impactos accidentales. Muchos deslizamientos de tierra pueden suceder por impactos accidentales sin importar la lluvia. Con el fin de limitar el deslizamiento de tierra causado por condiciones naturales, principalmente lluvia tanto como sea posible, el análisis es conducido teniendo como metas solo los datos cuando el numero de deslizamientos fueron registrados en la misma cuenca en la misma fecha, debido a que las causas del deslizamiento de tierra son difíciles de especificar con la información de la base de datos. Los eventos seleccionados, se muestran en la Figura S2-3-3.

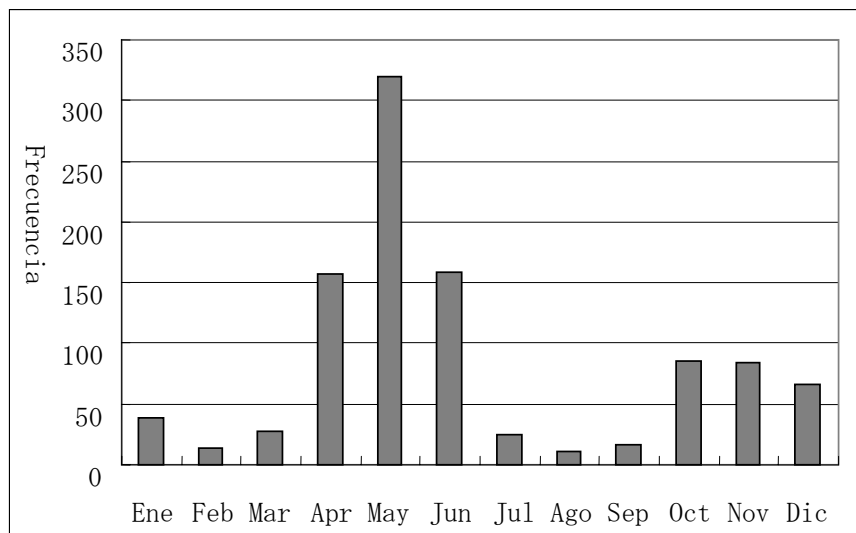


Figura S2-3-3 Frecuencia de Eventos de Deslizamiento de Tierra (2002 Enero. - 2006 Julio.) en las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y Usme

Tabla S2-3-3 Eventos Seleccionados de Deslizamientos de Tierra para Análisis en las Cuencas Objetivo en Bogotá

Date	Chiguaza	Yomasa	Santa Librada	Estrella & Trompeta
2004/11/16				Quiba, Bellavista Lucero Alto
2004/11/17	San Agustin (2), Los Libertadores, La Picota	Monte Blanco (2)		El Tesoro, Quiba, Bellavista Lucero Alto
2005/5/4	Canada o Guira, Diana Turbay Cultivos, Las Guacamayas, Arrayanes,			
2005/5/5	Altamira, El Playon			
2005/10/26	Moralba, Diana Turbay Cultivos			
2005/11/16	Los Alpes, Nueva Delly			
2005/12/6	Diana Turbay, Cerros de Oriente, Santa Rita Sur Oriental			
2006/1/14				Estrella del Sur, Sumapaz
2006/3/27	Diana Turbay, El Playon			
2006/4/6	Cerros de Oriente, Altamira (2)			
2006/4/12	Los Alpes, Arrayanes			
2006/4/14	El Playon (2)			
2006/4/17	Diana Turbay Cultivos (2), Quindio			
2006/5/4	Palermo Sur, Cerros de Oriente			
2006/5/5		Marichuela, La Cabana		
2006/5/6	Guiparma, Canada o Guira, Diana Turbay			Lucero del Sur, Estrella del Sur
2006/5/8	Los Libertadores, Arrayanes			Mexico, Quiba, Bellavista Lucero Alto
2006/5/9	Diana Turbay Cultivos, Los Alpes (2)			
2006/5/10	Canada o Guira, Moralba			
2006/5/10				Billavista Lucero Alto, Estrella del Sur
2006/5/11				El Tesoro (2)
2006/5/12	Canada o Guira, La Gloria Occidental			
2006/5/19	Los Molinos, Las Guacamayas			
2006/5/30	Atenas, El Playon			
2006/6/12				Quiba, Naciones Unidas

3.1.2 Análisis de la Relación entre la Precipitación y los Eventos de Desastres Seleccionados

(1) Estaciones de Lluvia para Análisis

La relación entre la lluvia y los desastres es analizada usando datos de lluvia recolectada diariamente y cada hora, y registros de desastres seleccionados.

Las estaciones que usan los datos de lluvia para el análisis son: La Picota (CAR) para la cuenca Chiguaza, la estación Juan Rey (EAAB) para las cuencas de Chiguaza y Santa Librada, la estación Micaela (DPAE) para las cuencas de Santa Librada y Yomasa, y la estación Tanque Quiba del (DPAE) para las cuencas de la Estrella y Trompeta, las cuales son seleccionadas considerando sus ubicaciones. Las estaciones seleccionadas para el análisis se muestran en la Figura S2-3-4.

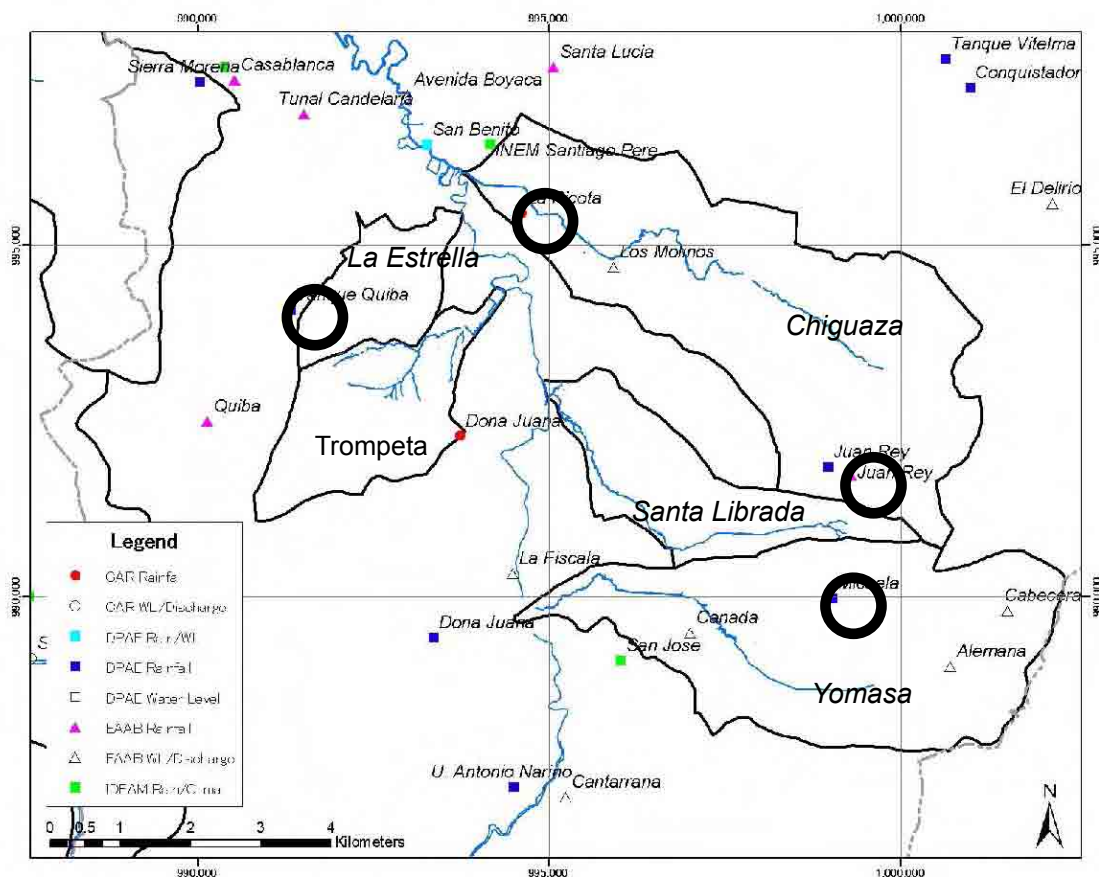


Figura S2-3-4 Estaciones Seleccionadas para Análisis

(2) Análisis para Inundación

Ya que, las áreas de cuenca de los ríos objetivos son pequeñas y la longitud del río principal es corta, por ejemplo el área de cuenca del río Chiguaza, que es el río más largo entre todos los ríos objetivos, es de 19 km² y su longitud es de 7 Km., su tiempo de concentración es considerado como corto. Adicionalmente los datos de lluvia recolectados de las organizaciones son solo de la lluvia diaria, a excepción de los datos del DPAE. Por lo tanto los análisis son conducidos principalmente usando la lluvia diaria del día en que ocurrió la inundación.

(A) Análisis para la Relación entre el conteo de los 10 Eventos Anuales de Lluvia e Inundación

Con el fin de comprender las características de la lluvia en inundación, se analiza la relación entre el conteo de lista de los 10 eventos anuales de lluvia e inundación. El análisis se hace siguiendo estos procedimientos:

1. Para seleccionar el conteo de los 10 aguaceros anuales para cada año en las estaciones seleccionadas del 2000 al 2006.
2. Revisar que la inundación haya ocurrido o no el día en que el conteo de las 10 lluvias anuales fueron grabadas

El conteo anual de los 10 aguaceros en las estaciones seleccionadas se muestra en el Apéndice-4. los resultados de los análisis se muestran en las Figuras S2-3-5 hasta la S2-3-8 para las lluvias diarias y las Figuras S2-3-9 y S2-3-10 para la lluvia por horas, y resumido en la Tabla S2-3-4 y Tabla S2-3-5, respectivamente. En las figuras, las marcas con los nombres de las cuencas indican la cantidad de lluvia que generó la inundación. Por ejemplo, en la estación La Picota (CAR), se registraron ocho (8) inundaciones en el rango de 10-25 mm de lluvia diaria, entre los días cuando el conteo de los 10 por año de lluvia diaria fue registrado como se muestra en la Figura S2-3-5. En la Tabla S2-3-4 y la Tabla

S2-3-5, “Número de días cuando ocurrió la Inundación desde el 2001 hasta el 2006”, literalmente se muestran todos los números de días cuando sucedió la inundación en cada cuenca desde el 2001 hasta el 2006, y los valores de cada fila muestran el número de eventos de inundación en cada cuenca, que sucedió cuando el conteo de las 10 lluvias diarias fue registrado en cada estación.

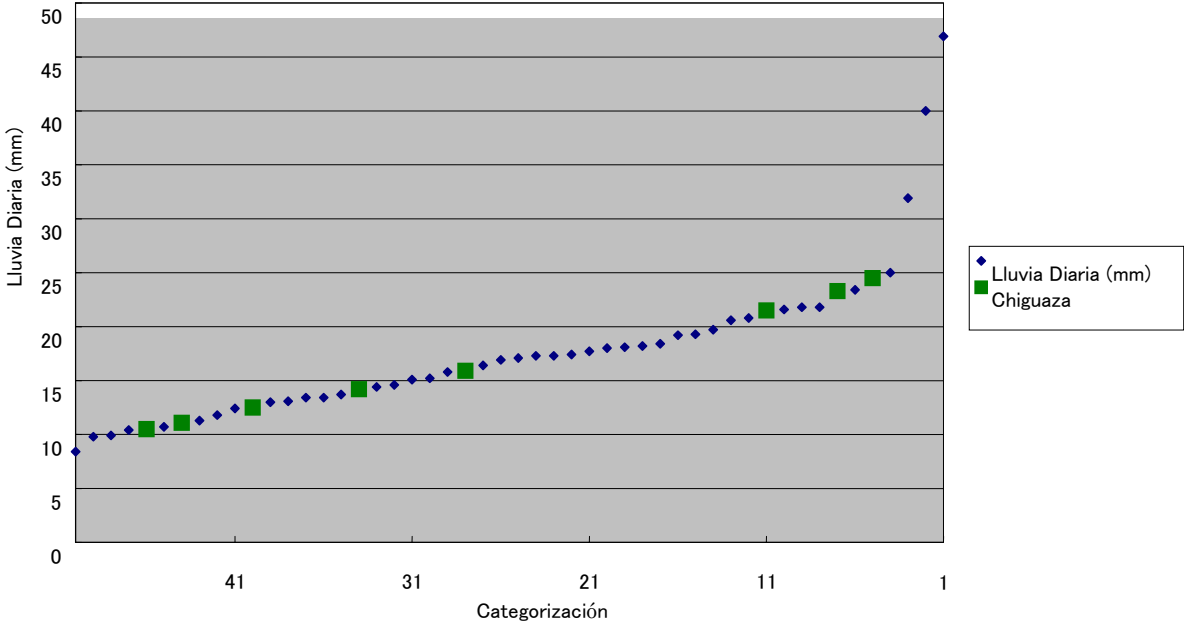


Figura S2-3-5 Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias entre la Estación La Picota (CAR) y Los Eventos de Inundación en la Cuenca de Chiguaza (2001 Jul – 2005 Dic)

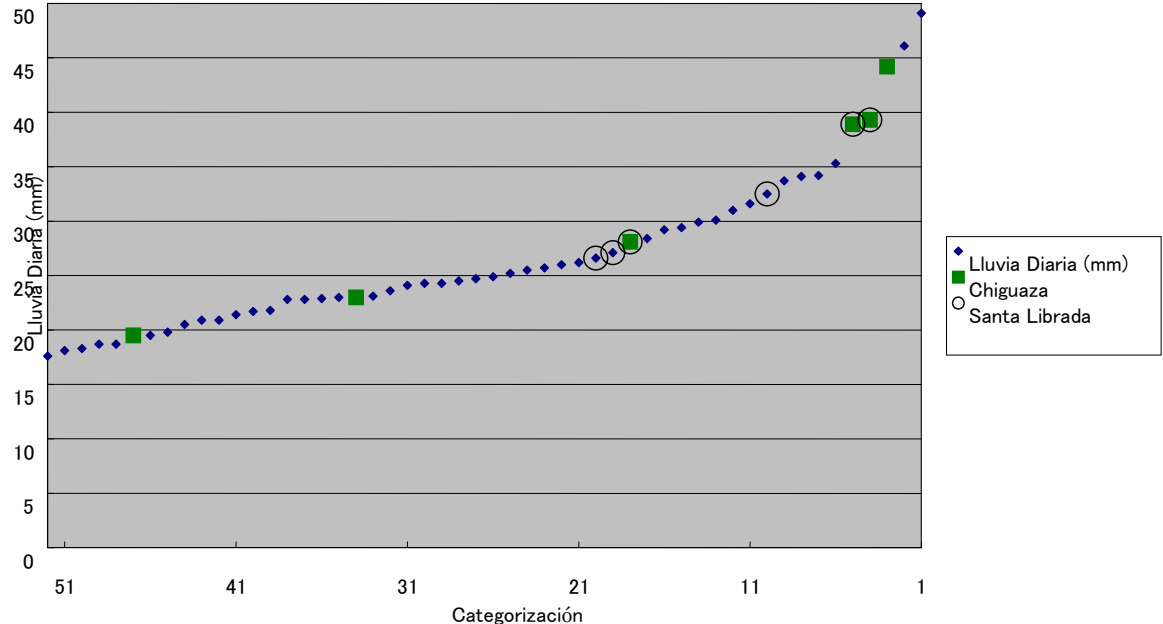


Figura S2-3-6 Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias Diarias en la Estación Juan Rey (EAAB) y los Eventos de Inundación en las Cuencas de Chiguaza y Santa Librada (2001 Ene – 2005 Dic)

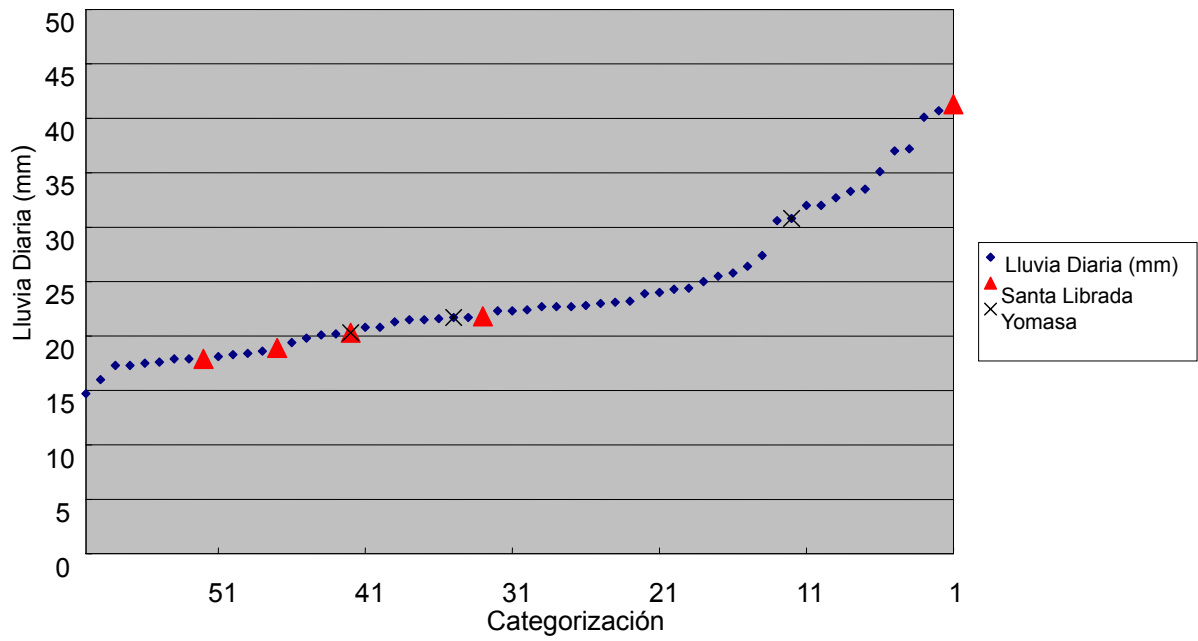


Figura S2-3-7 Relación entre el conteo anual de las 10 lluvias diarias en la Estación Micaela (DPAE) y los eventos de inundación en las cuencas Santa Librada y Yomasa (2001 Ene - 2006 Jun)

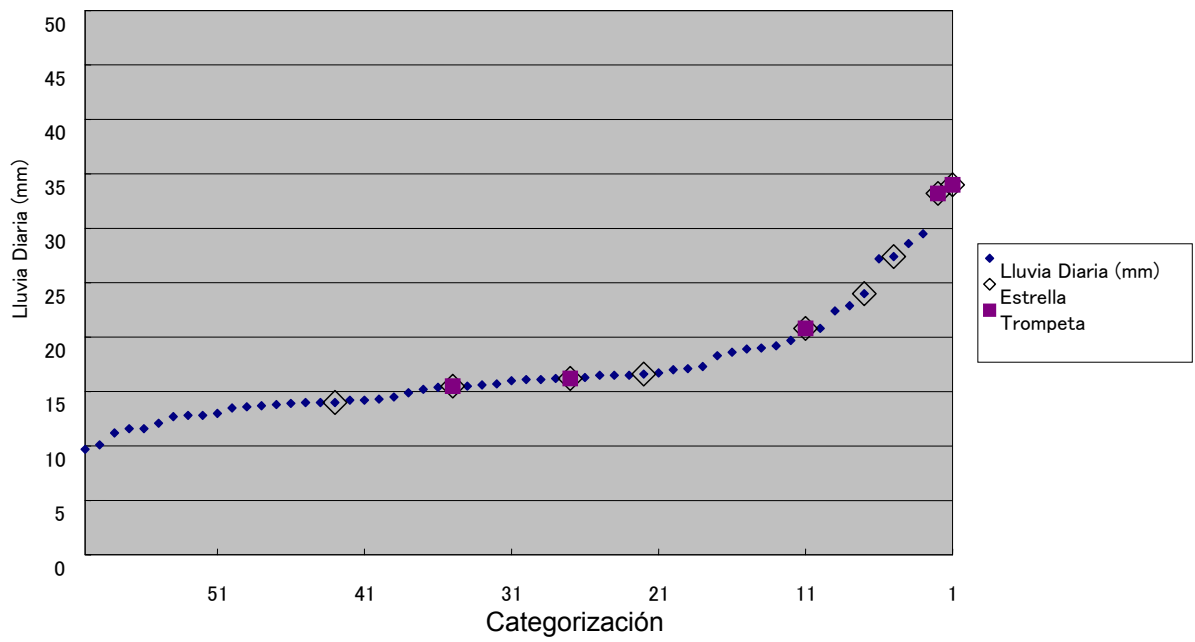


Figura S2-3-8 Relación entre el conteo anual de las 10 lluvias diarias en la Estación Tanque Quiba (DPAE) y los eventos de inundación en las cuencas de La Estrella y Trompeta (2001 Ene - 2006 Jun)

Tabla S2-3-4 Resumen de la Relación entre el Conteo Anual de las 10 Iluvias Diarias y los Eventos de Inundación

Estación Cuenca	No. días cuando ocurrió la inundación del 2001 al 2006	La Picota (CAR)	Juan Rey (EAAB)	Micaela (DPAE)	Tanque Quiba (DPAE)
Chiguaza	38	8	6	-	-
Yomasa	9	-	-	3	-
Santa Librada	11	-	6	5	-
La Estrella	15	-	-	-	9
Trompeta	7	-	-	-	5

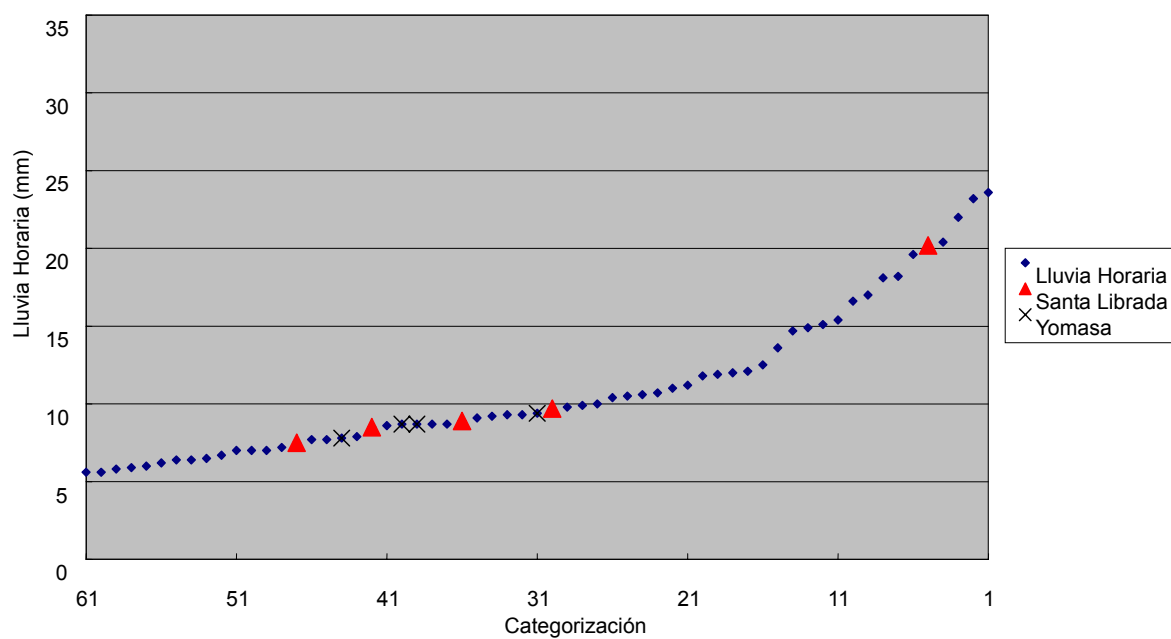


Figura S2-3-9 Relación entre el Conteo Anual de las 10 lluvias por Hora entre la Estación Micaela (DPAE) y los Eventos de Inundación en las Cuencas Santa Librada y Yomasa (2001 Ene - 2006 Jun)

en donde ocurrió la inundación. La distribución de las lluvias se puede clasificar en dos patrones (2) como se describe en el Capítulo 2.1. De la figura se puede describir que la inundación ocurrió en un patrón en el cual se concentra la lluvia en un período corto de tiempo, aunque la inundación no siempre ocurra en este patrón.

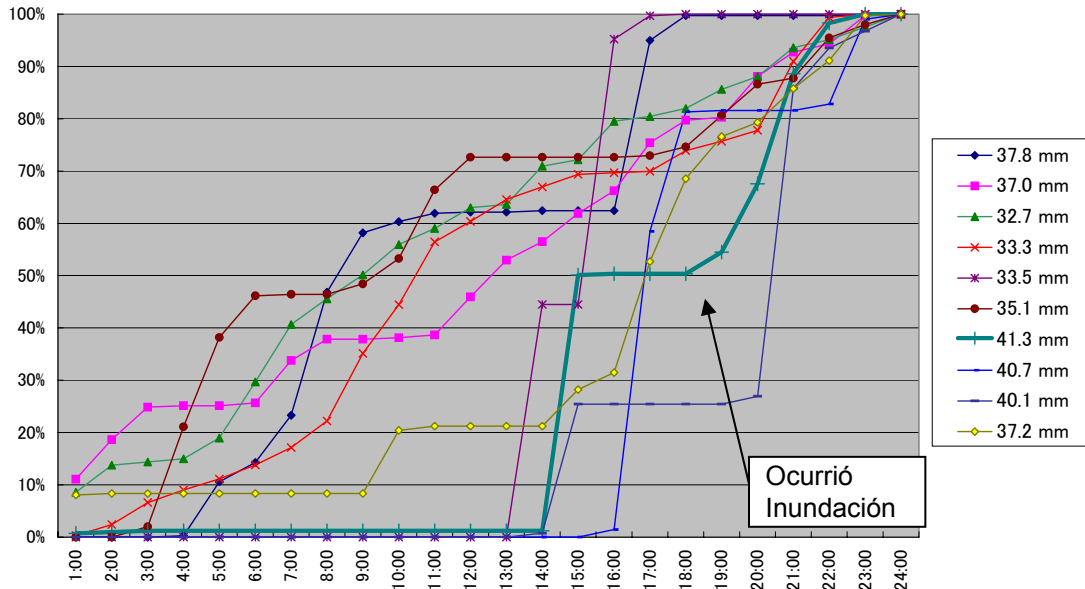


Figura S2-3-11 Distribución de Lluvia de 1:00-24:00 (0:00) en la estación Micaela e Inundación en la cuenca de Santa Librada

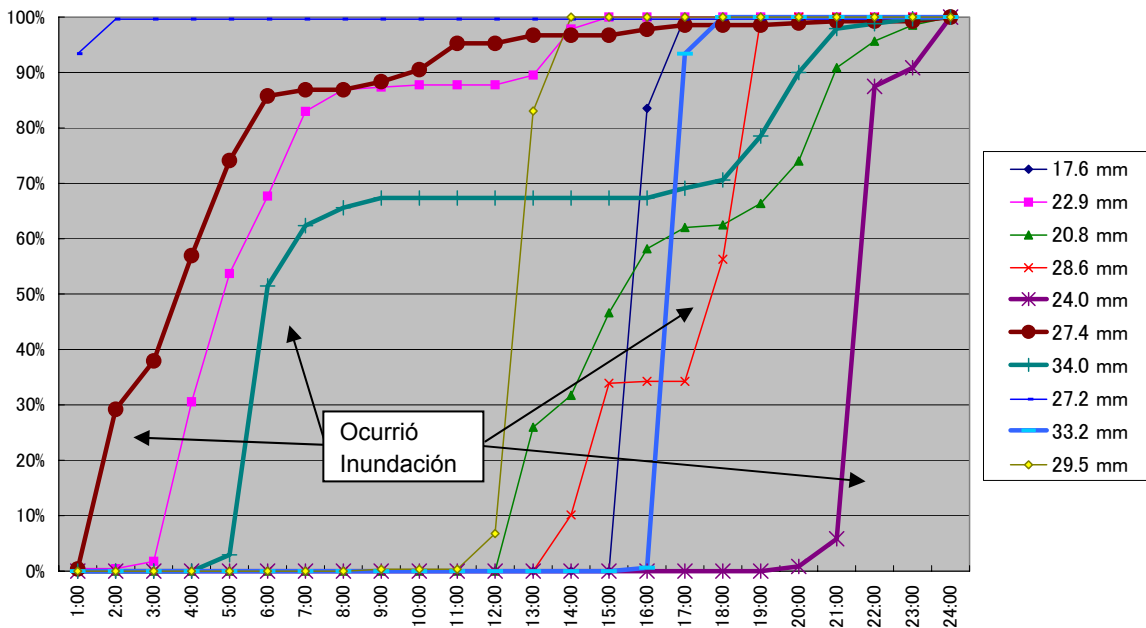


Figura S2-3-12 Distribución de Lluvia de 1:00-24:00 en la estación Tanque Quiba y la Inundación en la cuenca de La Estrella

(B) Relación entre los Eventos de Inundación y Lluvia

Las Figuras S2-3-13 a S2-3-17 muestran la precipitación diaria en todo el día cuando ocurrió la inundación en cada cuenca desde 2001 al 2006.

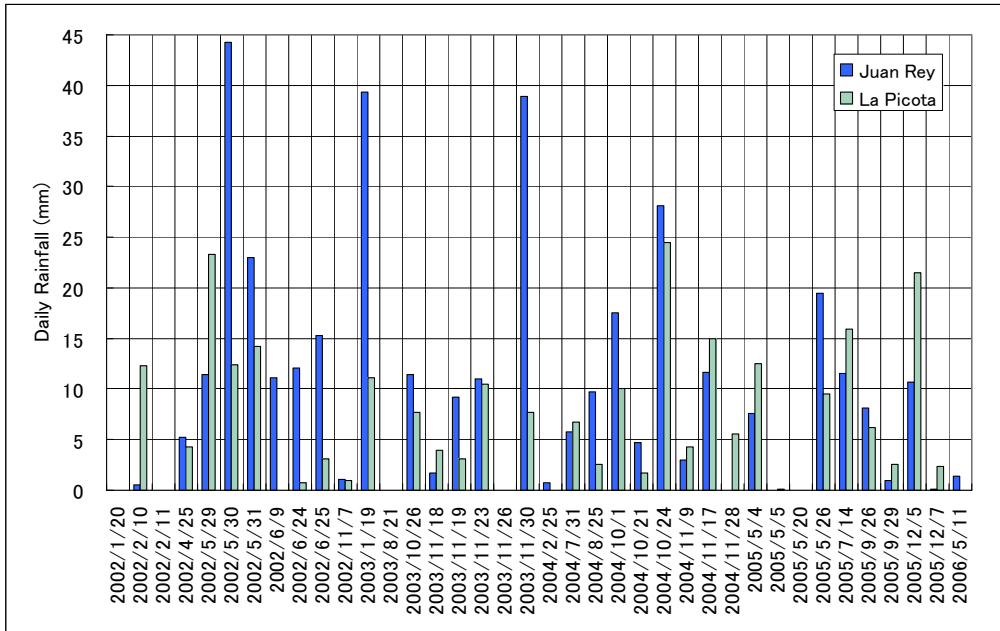


Figura S2-3-13 Relación entre los Eventos de Inundación en la Cuenca Chiguaza y la Lluvia Diaria en las estaciones de Juan Rey (EAAB) y La Picota (CAR)

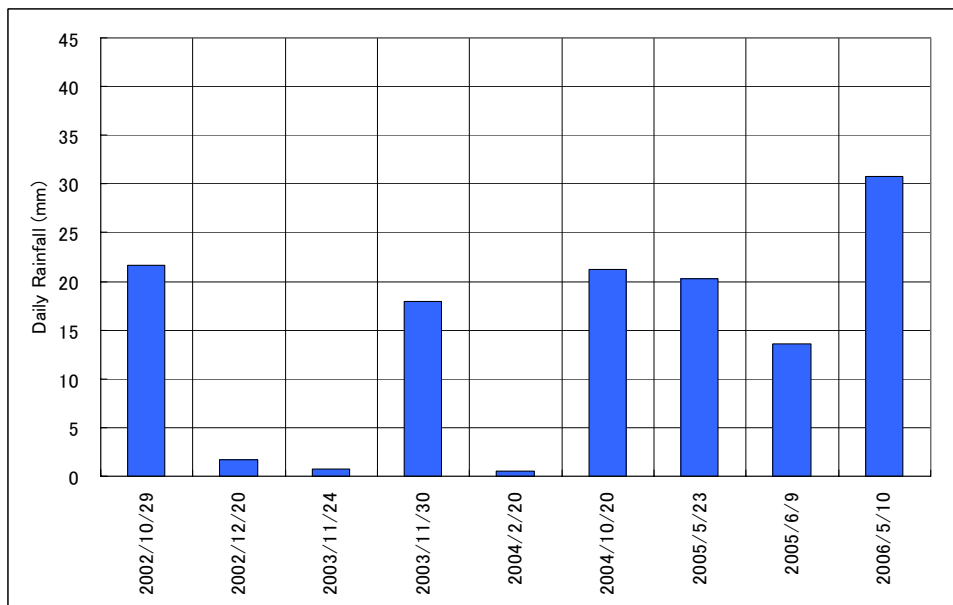


Figura S2-3-14 Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de Yomasa y la precipitación diaria en la estación Micaela (DPAE)

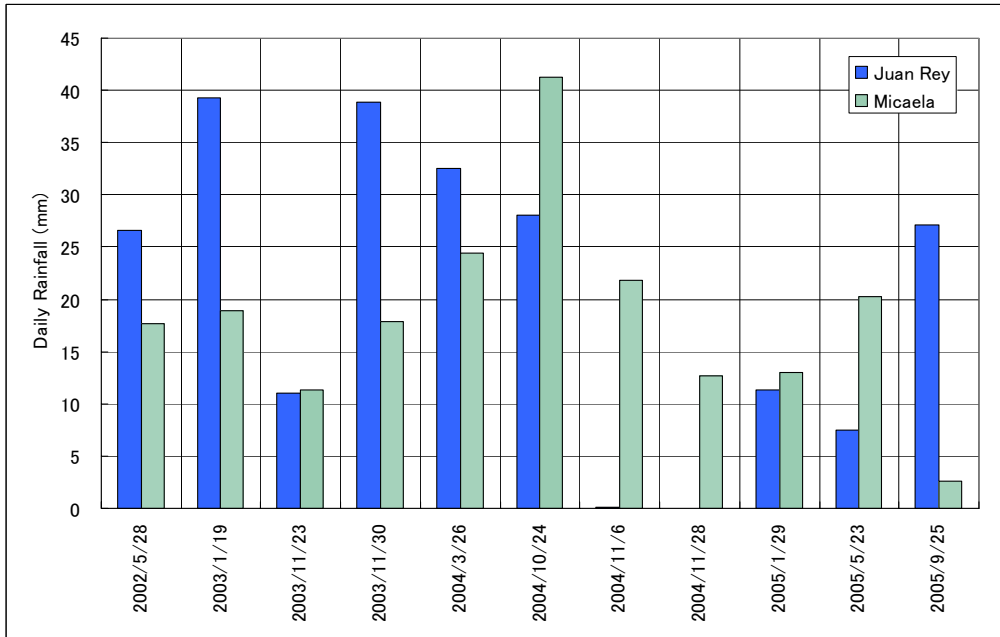


Figura S2-3-15 Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de Santa Librada y la Lluvia diaria en las Estaciones de Juan Rey (EAAB) y Micaela (DPAE)

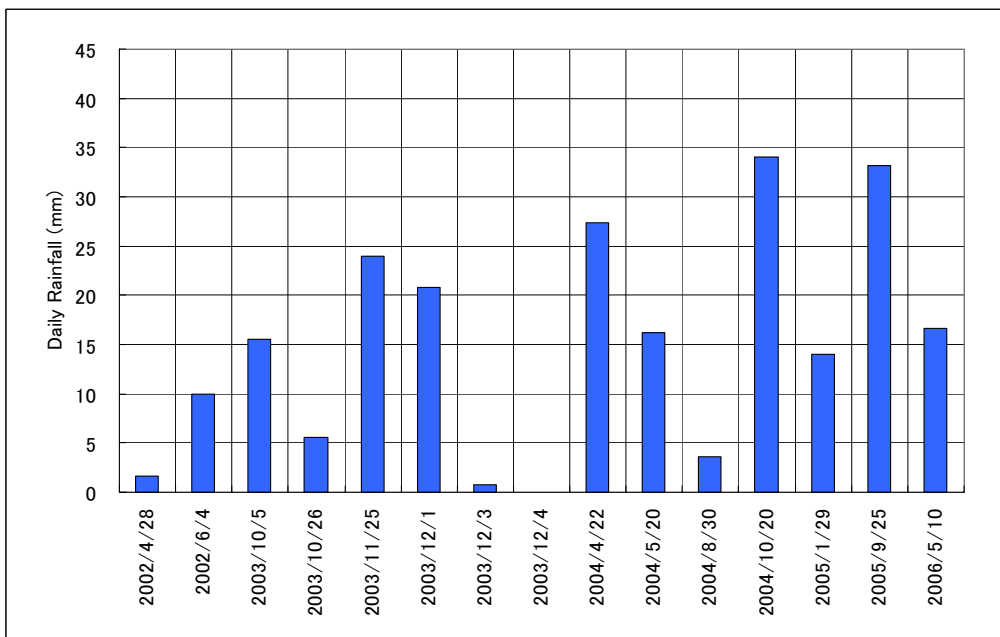


Figura S2-3-16 Relación entre los Eventos de Inundación en la cuenca de La Estrella y la Lluvia Diaria en la estación del Tanque Quiba (DPAE)

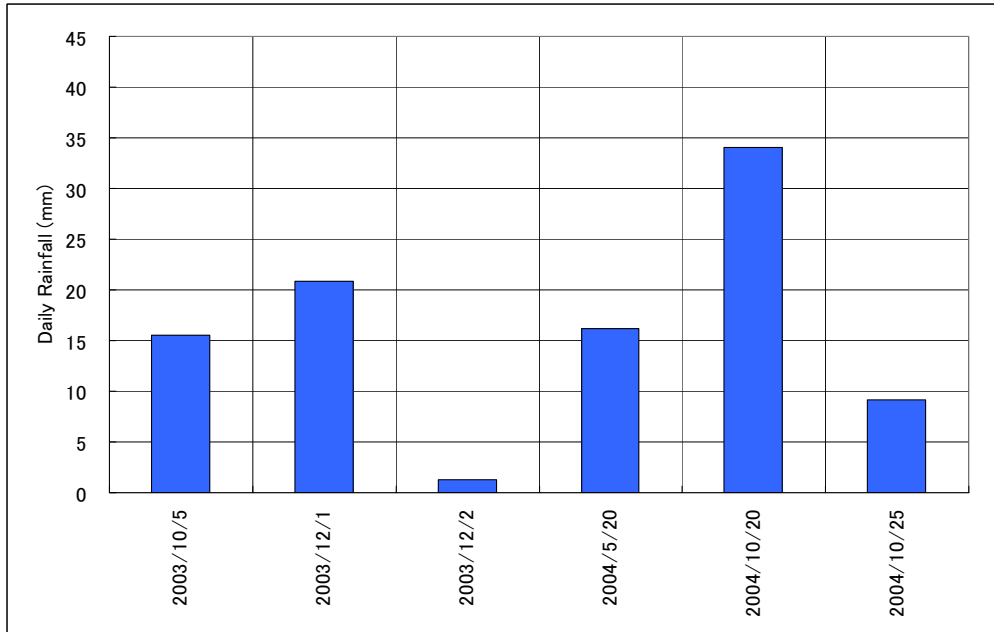


Figura S2-3-17 Relación entre los Eventos de Inundación entre las cuenca de Trompeta Cuenca y la Lluvia Diaria en la Estación Tanque Quiba (DPAE)

En las figuras anteriores, la inundación ocurre ocasionalmente cuando la cantidad de lluvia es muy pequeña o no hay lluvia. Las siguientes razones o posibilidades pueden ser consideradas:

- Exactitud de los datos de lluvia y los registros de inundación.
- Tiempo transcurrido entre el tiempo de ocurrencia en los registros y el tiempo real de ocurrencia. Por ejemplo en el caso de que la inundación ocurra a media noche, la fecha de ocurrencia puede haber sido registrada al día siguiente del día en que ocurrió la inundación. Entonces, la lluvia que causó la inundación y la lluvia usada para el análisis están desajustadas. En el caso del 2003/11/24 y 2004/2/20 en la cuenca Yomasa, las cantidades de lluvia diaria del día anterior son más de 10 mm.
- La distancia de la estación de lluvia y el área actual de lluvia local (lluvia local)
- En otras palabras, es el caso de que el área cubierta de la estación de lluvia podría no incluir el área de lluvia/ área inundada en la cuenca. Por ejemplo, en el caso de 2002/12/20 en la cuenca Yomasa la cantidad de lluvia diaria de la estación Micaela es pequeña, sin embargo, la cantidad de lluvia de la estación de Tanque Quiba es de 30 mm.
- Influencia de otros factores. La inundación en el Área de Estudio puede ocurrir no solo por la lluvia sino también por la influencia de actividades humanas o por problemas ambientales de los alrededores.

Adicional a las anteriores posibilidades, los antecedentes de lluvia pueden influenciar la ocurrencia de la inundación. Las Figuras S2-3-18 hasta la S2-3-20 muestran el antecedente de lluvia cuando ocurrió la inundación. De las figuras, la influencia de los antecedentes de lluvia sobre la inundación no es clara.

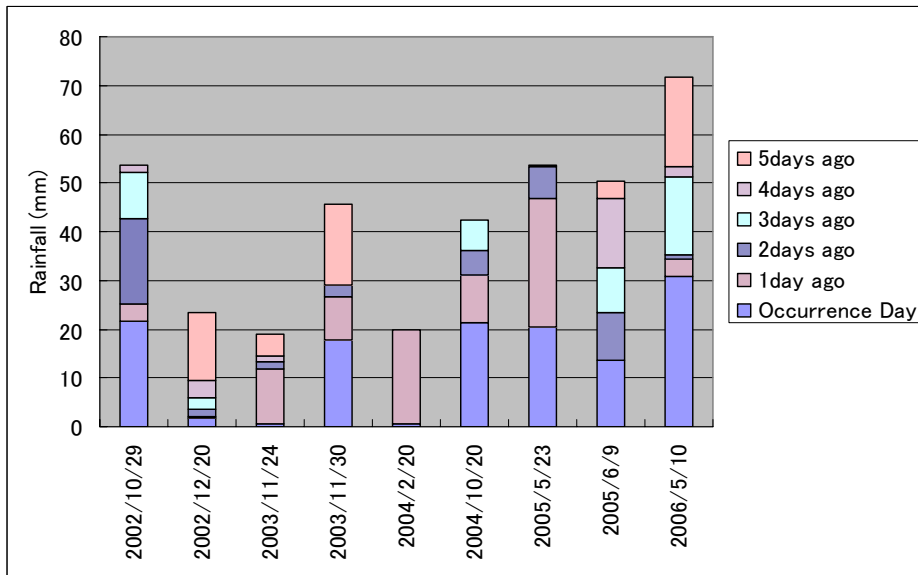


Figura S2-3-18 Antecedente de Lluvia en la Estación Micaela (EAAB) cuando ocurrió la Inundación en la cuenca de Yomasa

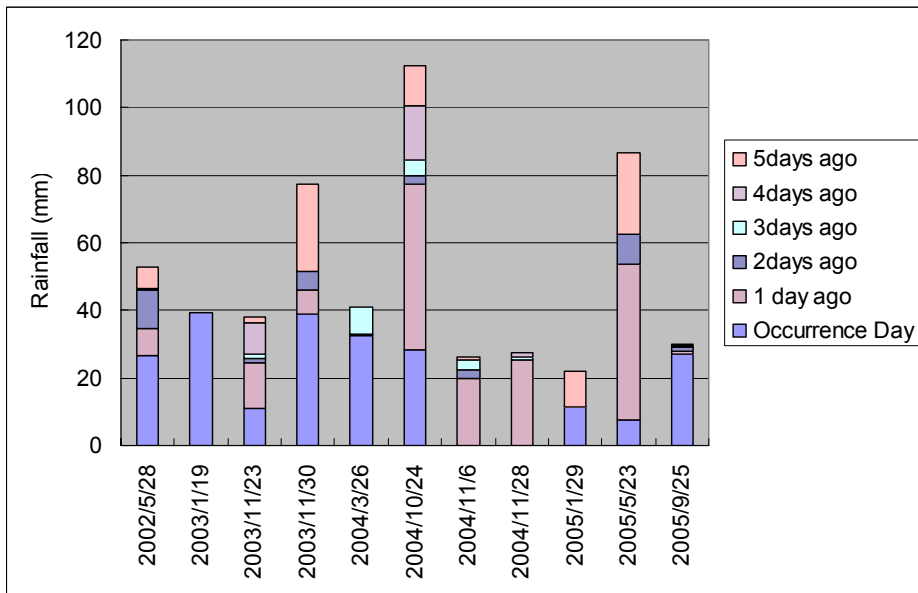
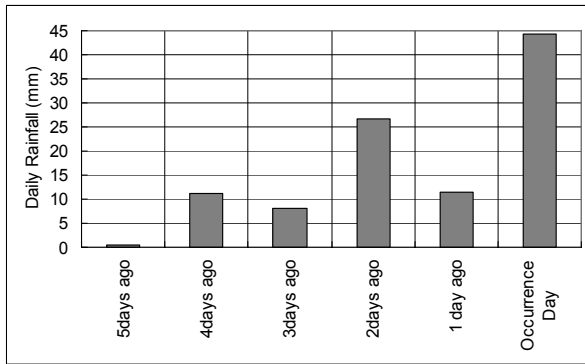
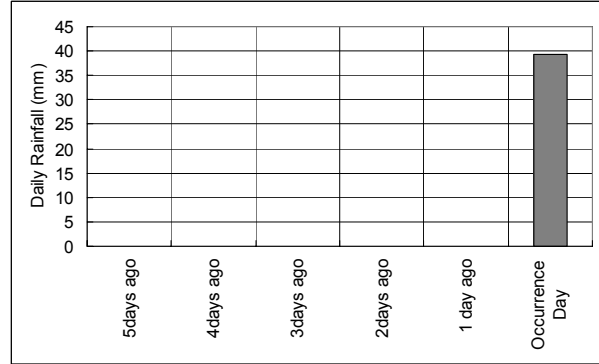


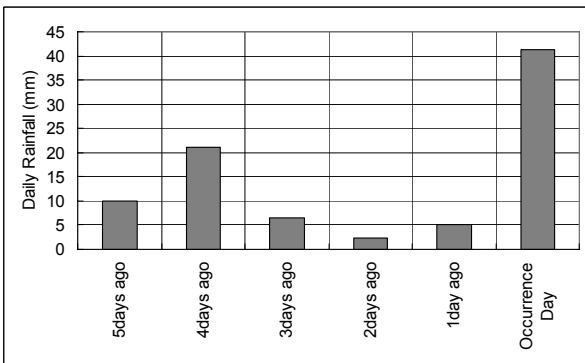
Figura S2-3-19 Antecedente de Lluvia en la Estación Juan Rey (EAAB) cuando ocurrió la Inundación en la cuenca de Santa Librada



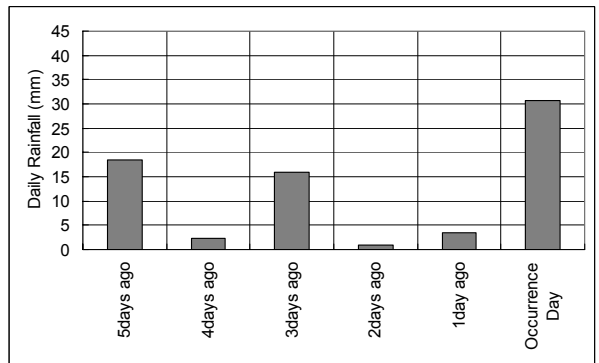
2002/5/30 en la Estación de Juan Rey (EAAB)



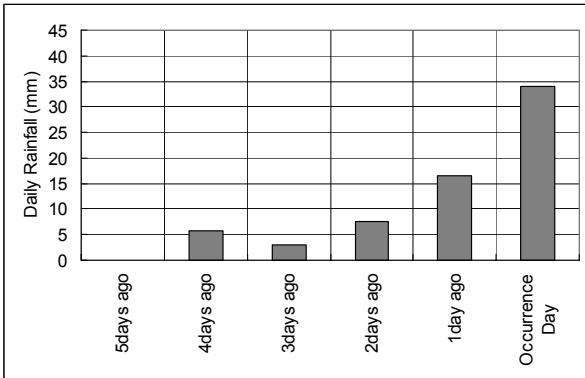
2003/1/19 en la Estación de Juan Rey (EAAB)



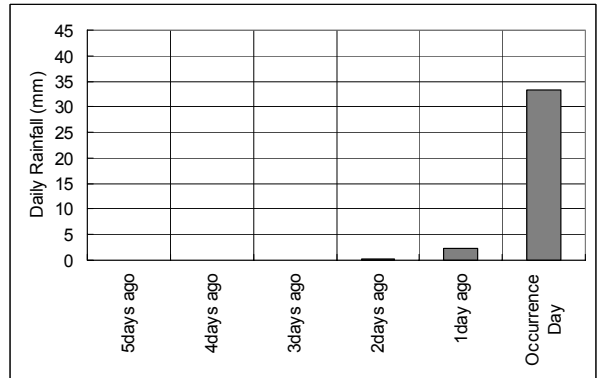
2004/10/24 en la Estación Micaela (DPAE)



2006/5/10 en la Estación Micaela (DPAE)



2004/10/20 en la Estación Tanque Quiba (DPAE)



2005/9/25 en la Estación Tanque Quiba (DPAE)

Figuras S2-3-20 Antecedente de Lluvia de cuando Ocurrió la Inundación

De los anteriores análisis, la inundación en el Área de Estudio puede suceder por la influencia de algunos otros factores más que por la lluvia y puede ser difícil explicarlo solo desde la lluvia. En adición, la estación de lluvia y los datos de lluvia en el Área de Estudio son limitados, existen pocos datos de niveles de agua en la cuenca limitada, y la relación de la lluvia y el nivel de agua es imposible de conocer. Aunque las condiciones son difíciles de describir, la determinación del umbral se intenta usando sólo la lluvia.

Las cantidades de lluvia diaria en inundaciones anteriores se resumen en la Tabla S2-3-6.

Tabla S2-3-6 Resumen de la Relación entre los Eventos de Inundaciones y la Lluvia Diaria

Cuenca/Estación	No. de días cuando ocurrió la inundación del 2001 al 2006	Lluvia Diaria (mm)								
		< 5	<10	<15	<20	<25	<30	<35	<40	40=<
Chiguaza La Picota (CAR) o Juan Rey (EAAB)	38	14	20	26	31	34	35	35	37	38
	100%	37%	53%	68%	82%	89%	92%	92%	97%	100%
Yomasa Micaela (DPAE)	9	3	3	4	5	8	8	9	9	9
	100%	33%	33%	44%	56%	89%	89%	100%	100%	100%
Santa Librada Juan Rey (EAAB) o Micaela (DPAE)	11	0	0	3	3	5	7	8	10	11
	100%	0%	0%	27%	27%	45%	64%	73%	91%	100%
La Estrella Tanque Quiba (DPAE)	15	4	5	7	10	12	13	15	15	15
	100%	27%	33%	47%	67%	80%	87%	100%	100%	100%
Trompeta Tanque Quiba (DPAE)	6	1	2	2	4	5	5	6	6	6
	100%	17%	33%	33%	67%	83%	83%	100%	100%	100%

La Tabla S2-3-7 muestra el umbral de la cantidad de lluvia diaria en cada una de las cuencas objetivo, las cuales se han ubicado usando el índice de ocurrencia de pasadas inundaciones como se muestra en la anterior tabla. Los umbrales son clasificados en tres. Ya que los registros de inundación no incluyen la escala de la inundación ni el daño, la relación entre la cantidad de lluvia y la escala de inundación no es obvia, y no puede decirse que la inundación con porcentajes bajos es una inundación severa. Sin embargo, en general, una inundación severa ocurrió en la temporada invernal y la tasa de ocurrencia de una inundación severa es poca. Basado en esta suposición, los umbrales fueron clasificados usando las cantidades de lluvia. “Frecuencia Probable Anual” en la tabla significa “cuantas veces al año una cantidad relevante de lluvia se observaría”.

Estos umbrales son de lluvia diaria. De acuerdo con los análisis anteriores, las lluvias tienden a concentrarse en corto tiempo, cuando ocurrió la inundación, por lo tanto estos umbrales se pueden considerar como una referencia para determinar el umbral de la lluvia por hora.

Tabla S2-3-7 Umbrales de Lluvia Diaria para Inundación

Criterio	Inundación Probabilidad de ocurrencia Más de 70%	Inundación Probabilidad de ocurrencia Menos de 50%	Inundación Probabilidad de ocurrencia Menos de 30%
Cuenca Chiguaza			
La Picota (CAR)	5 mm	10 mm	20 mm
Frecuencia Anual Probable	37 días	15 días	3 días
Juan Rey (EAAB)	5 mm	10 mm	20 mm
Frecuencia Anual Probable	85 días	41 días	11 días
Cuenca Yomasa			
Micaela (DPAE)	5 mm	20 mm	25 mm
Frecuencia Anual Probable	81 días	9 días	3 días
Cuenca Santa Librada			
Juan Rey (EAAB)	20 mm	30 mm	35 mm
Frecuencia Anual Probable	11 días	3 días	1 día
Micaela (DPAE)	20 mm	30 mm	35 mm
Frecuencia Anual Probable	9 días	2 días	1 día
Cuenca La Estrella			
Tanque Quiba (DPAE)	5 mm	20 mm	25 mm
Frecuencia Anual Probable	36 días	2 días	1 día
Cuenca Trompeta			
Tanque Quiba (DPAE)	5 mm	20 mm	25 mm
Frecuencia Anual Probable	36 días	2 días	1 día

Para la referencia, los valores que han convertido la frecuencia de lluvia en el número de días durante un año (365 días) en cada estación se muestran en la Tabla S2-3-8. Por ejemplo, la lluvia diaria de más de 10 mm puede ocurrir 14 veces por año en la estación Tanque Quiba.

Tabla S2-3-8 Número Promedio de Días de Cantidad de Lluvia Diaria por Año

Unidad: Número de días

Estación	Lluvia Diaria (mm)								
	0≤	5≤	10≤	15≤	20≤	25≤	30≤	35≤	40≤
La Picota (CAR)	365	37	15	8	3	1	1	0	0
Juan Rey (EAAB)	365	85	41	21	11	5	3	1	1
Micaela (DPAE)	365	81	40	21	9	3	2	1	1
Tanque Quiba (DPAE)	365	36	14	7	2	1	0	0	0

Comentarios: el periodo de los datos es 2001-2006

(3) Análisis para Deslizamientos

La Tabla S2-3-9 resume la cantidad de lluvia diaria en el día cuando el número de deslizamientos ocurridos en cada cuenca en la misma fecha.

Tabla S2-3-9 Lluvia Diaria del día en que Ocurrieron los Deslizamientos de Tierra

Cuenca/estación	No.de Días cuando un número de deslizamientos ocurrieron desde 2002 al 2006	Lluvia Diaria (mm)				
		< 5	< 10	< 15	< 20	< 25
Cuenca Chiguaza (Juan Rey (EAAB))	18 100%	8 44%	14 78%	17 94%	17 94%	18 100%
Cuenca Yomasa (Micaela (DPAE))	2 100%	0 0%	0 0%	1 50%	2 100%	2 100%
Santa Librada	0	-	-	-	-	-
Cuenca La Estrella (Tanque Quiba (DPAE))	8 100%	5 63%	6 75%	6 75%	8 100%	8 100%
Cuenca Trompeta (Tanque Quiba (DPAE))	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%
Total	31 100%	16 52%	23 74%	27 87%	30 97%	31 100%

Más del 50% de los deslizamientos de tierra ocurrieron con menos de 5 mm de lluvia diaria. La característica de la lluvia en la ocurrencia de deslizamientos, es considerada difícil de comprender usando sólo la lluvia diaria del día en que ocurrió el deslizamiento. De esta manera, el antecedente de lluvia es investigado para el análisis. La Figura S2-3-21 muestra varios tipos de cantidad de lluvia de la estación Juan Rey (EAAB) en la ocurrencia de deslizamientos en la cuenca de Chiguaza y un promedio de valores en la estación Juan Rey en comparación. Los valores más altos en la caja de cada categoría son la cantidad de lluvia en la ocurrencia de deslizamientos. La lluvia acumulada es el total de la cantidad de lluvia calculada por día (el día en que ocurrió el deslizamiento), el cual fue calculado adicionando toda la cantidad de lluvia después del día cuando previamente la lluvia diaria fue cero (0). Por ejemplo, cuando la lluvia diaria fue cero (0) antes de dos días del día calculado, la lluvia acumulada es el total de la cantidad del día previo y el día calculado.

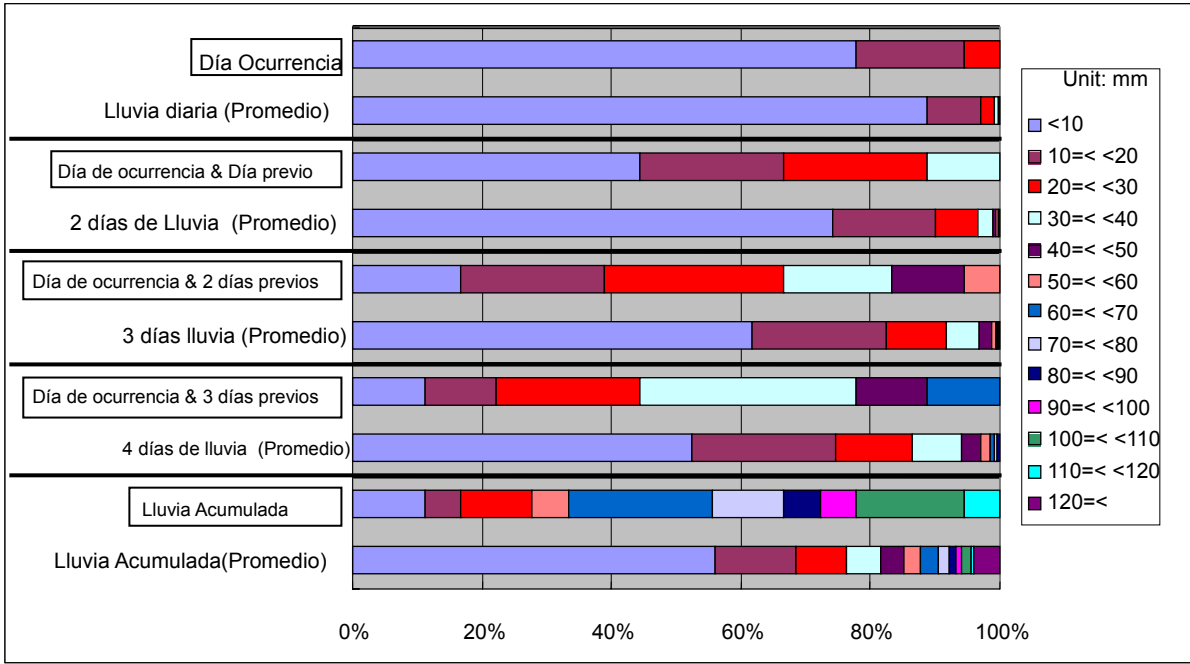


Figura S2-3-21 Varias Cantidades de Lluvia en la Ocurrencia de Deslizamientos y Valores Promedio en la Estación Juan Rey (EAAB)

En la figura anterior, las obvias diferencias de tendencia no son vistas en los casos del día de ocurrencia y la lluvia diaria (promedio), y el día de ocurrencias y los días previos y dos días de lluvia (promedio). De otro lado, las diferencias pueden ser claramente encontradas en el caso de la lluvia acumulada y puede ser reconocido en 3 o 4 días de lluvia. El DPAE ya estableció y usa los tres (3) días de lluvia para el criterio en el actual sistema de monitoreo. Por ello, los análisis son conducidos usando la lluvia acumulada en tres días de lluvia (día de ocurrencia de lluvia y los dos días anteriores).

Las Figuras S2-3-22 hasta la S2-3-25 muestran la correlación de los tres días de lluvias y la lluvia acumulada cuando ocurrieron los deslizamientos en cada cuenca. Las Figuras S2-3-26 hasta la S2-3-28 muestran la distribución de los tres días de lluvia y la lluvia acumulada en el período de 2001 al 2006 en cada estación y el dato en la ocurrencia del deslizamiento de tierra. La relación entre los eventos de deslizamiento y tres días de lluvia acumulada es resumida en la Tabla S2-3-10. En la tabla, el porcentaje de “Deslizamiento” es el porcentaje del número de días con la cantidad de lluvia designada cuando los deslizamientos ocurren, y el porcentaje de “Promedio” es el porcentaje de los números de días con la cantidad de lluvia designada en el período 2001-2006.

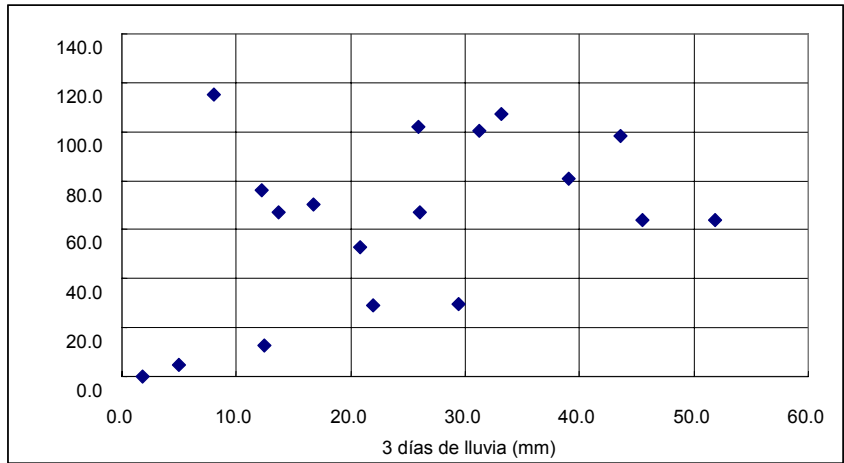


Figura S2-3-22 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Chiguaza

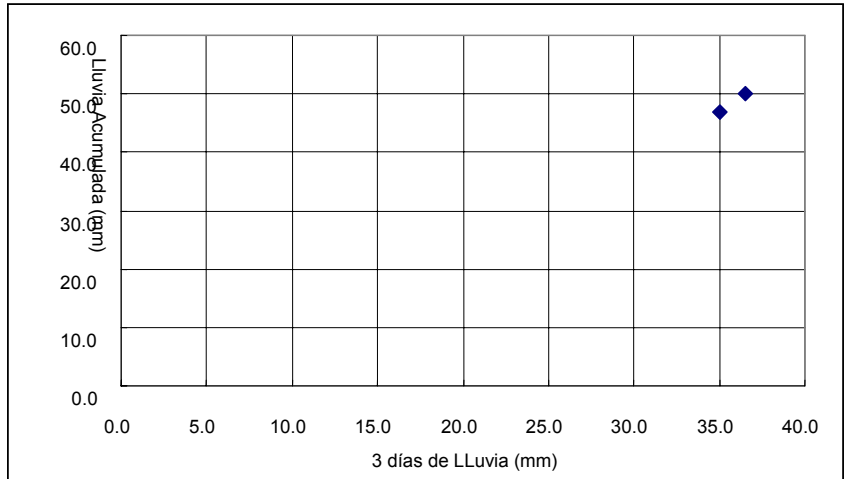


Figura S2-3-23 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Yomasa

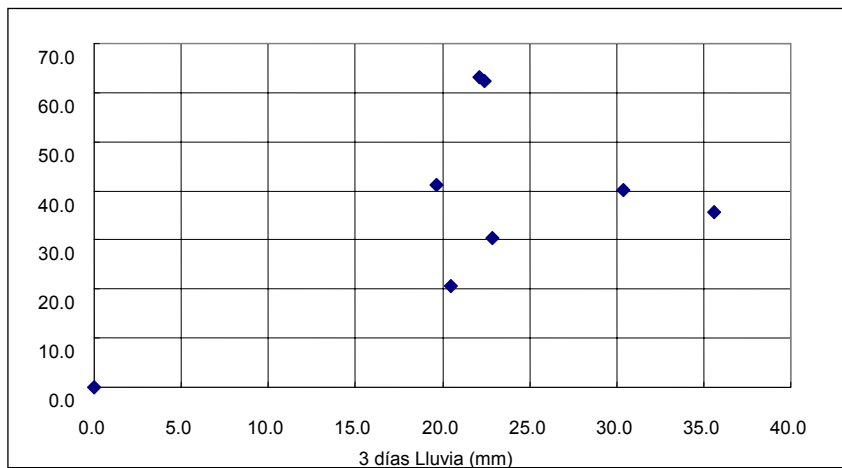


Figura S2-3-24 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca La Estrella

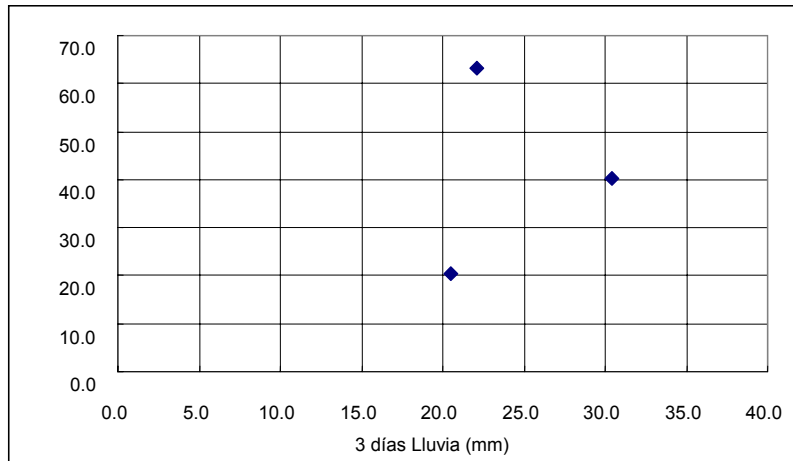


Figura S2-3-25 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Cuenca Trompeta

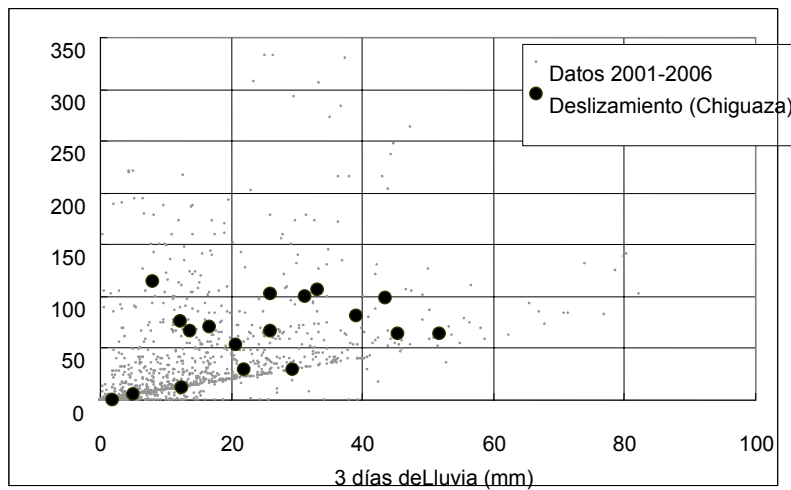


Figura S2-3-26 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Juan Rey

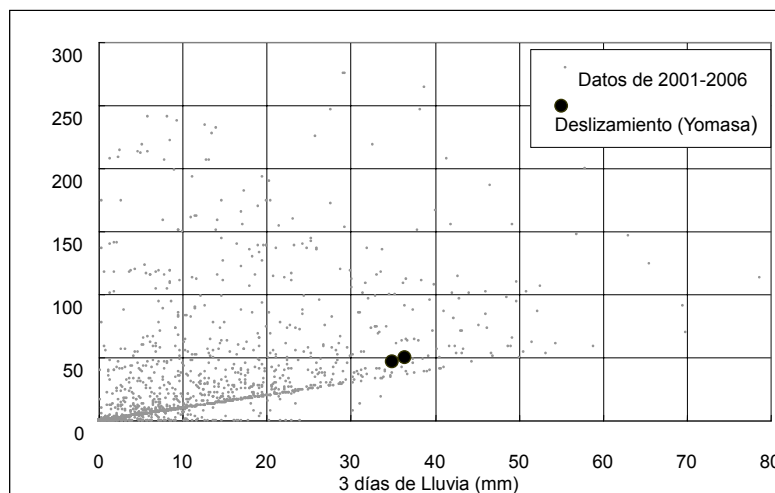


Figura S2-3-27 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Micaela

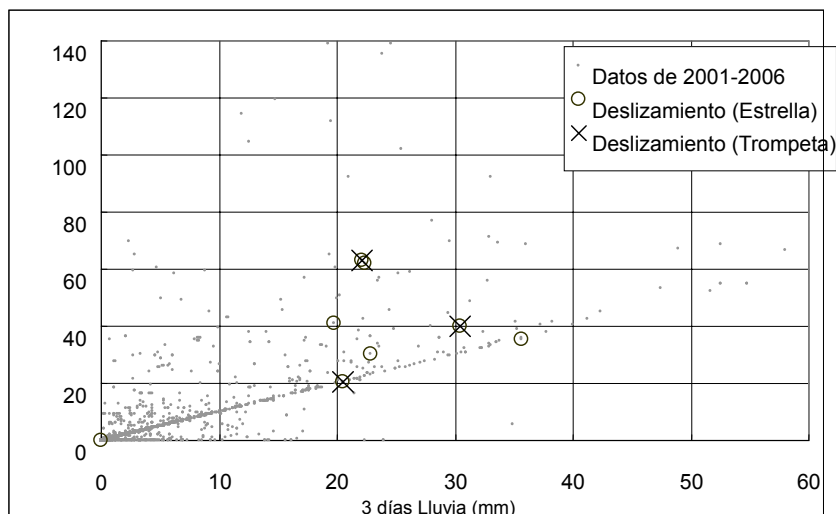


Figura S2-3-28 Correlación de 3 días de lluvia y lluvia Acumulada en la Estación Tanque Quiba

Tabla S2-3-10 Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia

Cuenca	Lluvia		Lluvia (mm)												
			<10	<20	<30	<40	<50	<60	<70	<80	<90	<100	<110	<120	120=<
Chiguaza (Juan Rey)	3 días	Deslizamiento	17%	39%	67%	83%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	62%	83%	92%	97%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Acum.	Deslizamiento	11%	17%	28%	28%	28%	33%	56%	67%	72%	78%	94%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	56%	68%	76%	82%	85%	88%	91%	92%	93%	94%	96%	96%	100%
Yomasa (Micaela)	3 días	Deslizamiento	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	63%	83%	93%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Acum.	Deslizamiento	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	54%	66%	75%	80%	84%	88%	89%	91%	92%	93%	94%	95%	100%
La Estrella (Tanque Quiba)	3 días	Deslizamiento	13%	25%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	86%	95%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Acum.	Deslizamiento	13%	13%	25%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	84%	91%	95%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Trompeta (Tanque Quiba)	3 días	Deslizamiento	0%	0%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	86%	95%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Acum.	Deslizamiento	0%	0%	33%	33%	67%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia	Promedio	84%	91%	95%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Cualquiera de los tres (3) días de lluvia y lluvia acumulada es considerada apta para usarse como el umbral para la alerta general. Sin embargo, por que los días relevantes sean frecuentes de usar independientemente, la investigación de su combinación se intentará.

La clasificación de los umbrales se define en tres, y se determina usando el porcentaje de ocurrencia de deslizamientos pasados. Hay muchos patrones de combinación de los tres (3) días de lluvia y la lluvia acumulada, las cuales satisfacen un cierto porcentaje de ocurrencia, los tres (3) días de lluvia y lluvia acumulada son combinadas de la siguiente manera: 1) tres (3) días de lluvia son temporalmente acomodados como una base, y 2) el patrón de combinación es ajustado por la lluvia acumulada. Esto debido a que los tres (3) días de lluvia se consideran fáciles de manejar en la operación actual, más que en la lluvia acumulada que necesita más tiempo para la recolección de datos.

La Tabla S2-3-11 muestra un ejemplo de la combinación de los tres (3) días de lluvia y lluvia acumulada como un umbral, y la frecuencia anual probable. Esto es sólo un ejemplo. En el caso que el

actual umbral vaya a ser determinado más detalladamente, se debe realizar una investigación más cuidadosa. Por ejemplo, esto debería ser cuidadosamente investigado, dos (2) clases de cantidad de lluvia deberán ser usadas independientemente o en combinación. Se hace necesario registrar y grabar las condiciones exactas de los fenómenos y los desastres.

Tabla S2-3-11 Ejemplo de los Umbrales para la Alerta General de Deslizamientos

Cuenca/Estación \ Criterio	Probabilidad de ocurrencia Más del 70%	Probabilidad de ocurrencia Menos del 50%	Probabilidad de ocurrencia Menos del 30%
Cuenca Chiguaza Juan Rey (EAAB)	3 días Lluvia > 10mm & Acum. Lluvia > 20 mm	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 50 mm	3 días Lluvia > 30mm & Acum. Lluvia > 70 mm
Frecuencia anual probable (días)	94	28	12
Cuenca Yomasa Micaela (DPAE)	3 días Lluvia > 30mm & Acum. Lluvia > 40 mm	3 días Lluvia > 30mm & Acum. Lluvia > 50 mm	3 días Lluvia > 40mm & Acum. Lluvia > 50 mm
Frecuencia anual probable (días)	21	17	9
Cuenca La Estrella Tanque Quiba (DPAE)	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 20 mm	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 40 mm	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 50 mm
Frecuencia anual probable (días)	18	6	4
Cuenca Trompeta Tanque Quiba (DPAE)	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 20 mm	3 días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 50 mm	3 días Lluvia > 30mm & Acum. Lluvia > 50 mm
Frecuencia anual probable (días)	18	4	2

3.2 Análisis para Soacha

3.2.1 Eventos de Desastre para el Análisis en Soacha

Para el análisis de la relación entre las condiciones hidrológicas, principalmente lluvia y los desastres en Soacha, los registros de los desastres de inundación de la Estación de Bomberos de mayo de 1996 a abril del 2006, y los de mayo de 1998 a junio de 2006, excepto los de 2004 para deslizamientos fueron usados. Los registros de desastres de la Estación de Bomberos no incluyen la suficiente información para determinar la magnitud del desastre, como la profundidad del área inundada y los daños a las personas y casas, por lo tanto se hace factible analizar solo la relación entre las condiciones hidrológicas y la ocurrencia de desastres.

La Figura S2-3-29 muestra el número de eventos de inundación en cada barrio del área urbana de Soacha, y la Tabla S2-3-12 muestra la lista de los eventos de inundación en el área urbana de Soacha. La Figura S2-3-30 muestra el número de eventos de deslizamiento en cada barrio, y las Tablas S2-3-13 y S2-3-14 muestran la lista de todos los eventos de deslizamiento y la lista de los eventos de deslizamientos por análisis respectivamente. Los eventos de deslizamiento para el análisis están seleccionados de la misma manera que los análisis de deslizamiento de Bogotá.

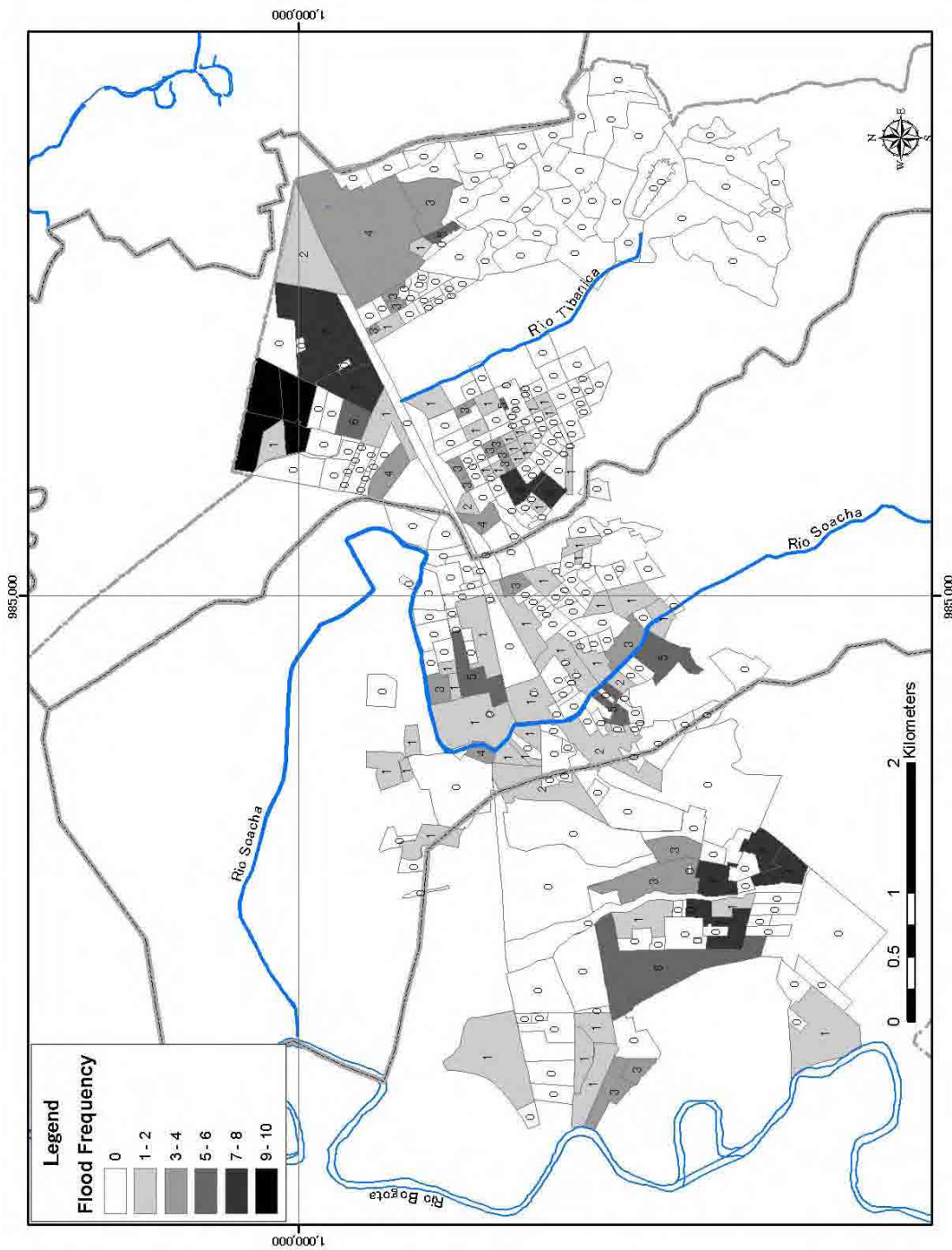


Figura S2-3-29 Número de los Eventos de Inundación en la Zona Urbana de Soacha

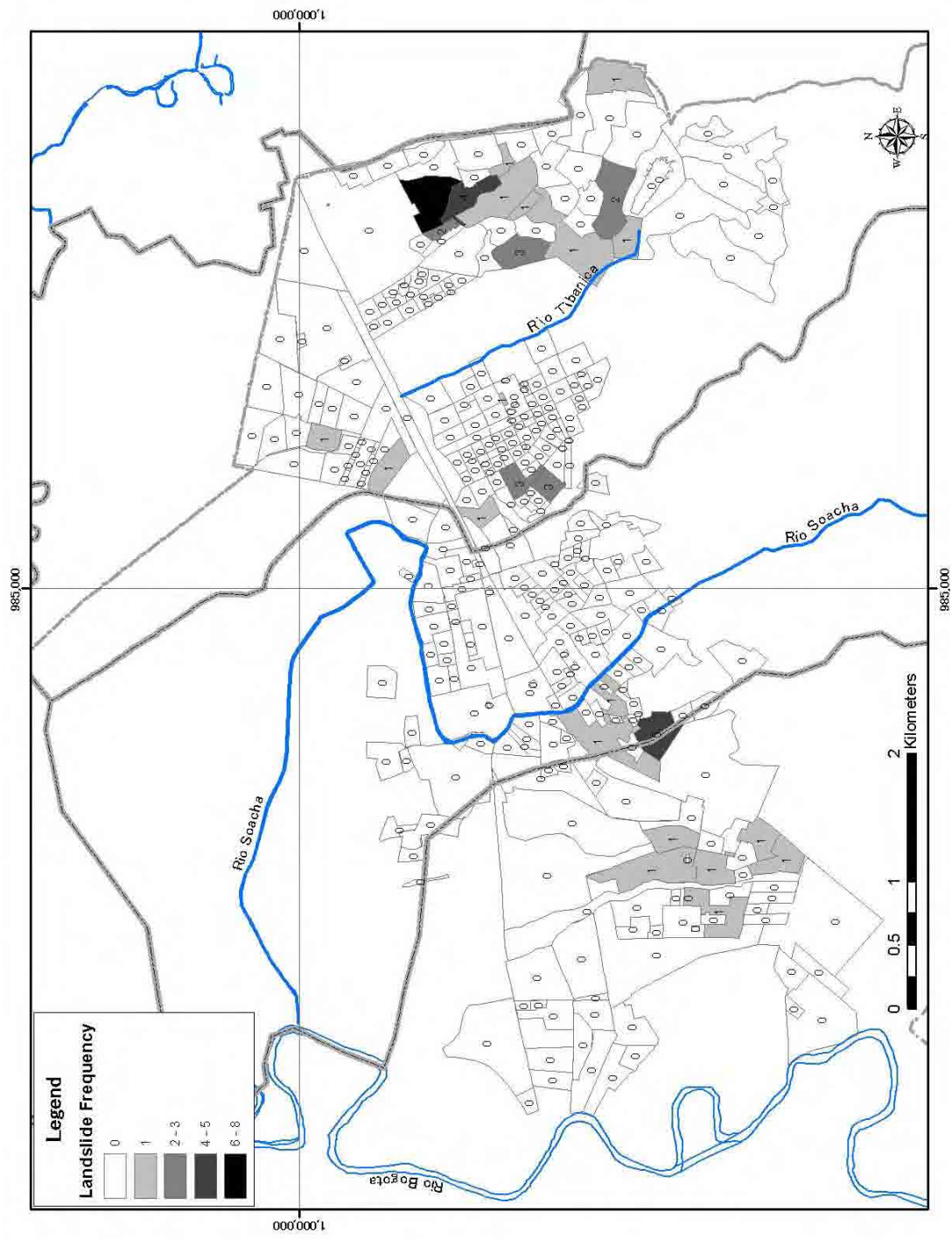


Figura S2-3-30 Número de Eventos de Deslizamiento en los Barrios del Área Urbana de Soacha

Tabla S2-3-12 Registros de Inundación en el Área Urbana de Soacha

Date	Barrio Name	No. of Wounded	No. of Dead
1996/5/17	C. Latina	0	0
1996/6/20	Satelite	0	0
1996/6/22	OLIVOS	0	0
1996/6/22	S. MATEOS	n	n
1997/5/4	El Sol, Cazuca Ind.	0	0
1997/11/4	Lincoln	0	0
1997/11/11	Feraleque	0	0
1997/12/2	Casa Linda	u	u
1998/4/3	El Prasc	0	0
1998/4/30	Cumbros S.M	0	0
1998/5/2	Rincon Satelite, Cra.7-14 Soacha	0	0
1998/5/3	El Prasc	0	0
1998/5/4	Cazuca Ind	n	n
1998/5/6	Olivos	0	0
1998/5/6	Cien Familias al paraiso	u	u
1998/9/16	Cazuca	0	0
1998/10/16	Cazuca	0	0
1998/10/17	S. Mateo Iglesia	0	0
1999/1/2	Comercial Tecuandama	0	0
1999/1/3	Leon 1º	n	n
1999/2/22	T2 de octubre	0	0
1999/3/17	La dispersa	0	0
1999/3/16	San Mateo	0	0
1999/3/26	La capilla	u	u
1999/4/5	Cien Familias La Florida	0	0
1999/4/12	San Mateo	0	0
1999/6/17	Sertana Tropiqaastos	0	0
1999/7/22	Capilla de cazuca	0	0
1999/10/30	Quintas de Sertana, Compartir	n	n
1999/11/1	La Nueva (Induril), Quintas de la Laguna, Quintas de Santana	0	0
1999/11/2	La Capilla	0	0
2000/2/24	OLIVOS	0	0
2000/4/2	Centre	u	u
2000/11/7	Santa Maria del Rincon, Nuevo Colon	0	0
2000/11/21	SANTA ANA	0	0
2000/11/26	COMPARTIR	n	n
2001/3/16	SAN NICOLAS	0	0
2001/5/9	VEREDICA	0	0
2001/5/16	EL ROSAL	0	0
2001/5/21	EOSATAMA	u	u
2001/8/2	FLORIDA	0	0
2001/8/6	SANTILLANA, RICAUFTE, Leccr 13 CIUDADELA SUCRE, LA UNICN, ACACIAS, OUNTANARES	0	0
2001/7/7	COMPARTIR	0	0
2001/11/2	RICAUFTE	0	0
2001/11/2	FLORIDA	n	n
2001/11/22	DUCALES, Mirador de S. Ignacio	0	0
2001/11/24	Mirador de S. Ignacio, EL CHICO	0	0
2002/5/14	SAN CARLOS	0	0
2002/5/24	COMPARTIR	u	u
2002/6/21	EOSATAMA	0	0
2002/6/7	LLANO GRANDE EUGENIO DIAZ	0	0
2002/6/11	Mirador de S. Ignacio	0	0
2002/11/7	OLIVOS, Leon 13	0	0
2002/11/2	OLIVOS, QUINTANARFES, Africa 12 DE MARZO, RICAUFTE, Sta Ma. Rincon, SAN MATEO.	n	n
2002/11/10	Feraleque	0	0
2002/11/13	Santa Elena	u	u
2002/11/16	Aflico	0	0
2002/11/21	SANTA ANA	0	0
2002/12/2	SANTA ANA	0	0
2002/12/17	LOS CRISTALES	0	0
2003/1/3	OLIVOS, QUINTANARFES, URATE, Pontaleya, ACACIAS, Turcales, Leon 13	n	n
2003/1/20	OLIVOS	0	0
2003/3/21	Compartir	0	0
2003/4/0	CODIC	0	0
2003/4/16	SANTA ANA, Leon 13, Iemagrande San Mateo	u	u
2004/10/19	CIUDADELA SUCRE	0	0
2004/10/20	LA VARIA	0	0
2004/10/25	FANACA S.A	0	0
2004/10/27	ECCOPSOE	0	0
2004/10/30	FLORIDA	n	n
2004/10/31	ALMACEN FIDACLA,	0	0
2004/11/2	LINEBUR	0	0
2004/11/2	LINEBUR	0	0
2004/11/13	INOPABASTOS	u	u
2004/11/16	EL SILO	0	0
2004/11/18	EL SILO	0	0
2004/11/24	SANTA ANA	n	n
2004/11/28	DUCALES	0	0
2005/1/6	FLORIDA	n	n
2005/2/12	EL SILO Y SAN IGNACIO, FLORIDA, R. SANTA M.	0	0
2005/4/2	OLIVOS, Leon 13	u	u
2005/5/2	EL DORADO, DANLIDIC	0	0
2005/5/16	CENTRO, SAN CARLOS CAZUCA IND.	0	0
2005/5/17	S. MATEO	0	0
2005/5/16	CENTRO	0	0
2005/5/27	QUINTAS DE LA AGUNA	n	n
2005/5/22	CAZUCA	0	0
2005/5/22	OLIVOS 1	0	0
2005/5/22	CIUDADELA SUCRE	0	0
2005/8/2	LAS VEGAS	u	u
2005/8/22	CENTRO	0	0
2005/10/21	RESPENSA, CAZUCA, OLIVOS, VILLA SOFIA	0	0
2005/10/23	SANTA ANA, SANTA MARIA DEL RIN.	0	0
2005/11/10	SAN MATEO	1	0
2005/11/23	CAZUCA, CAZUCA IND.	n	n
2006/1/16	ALMACEN ALCALDA	0	0
2006/3/28	LABACAL	u	u
2006/3/28	FLORIDA	0	0
2006/4/6	CENTRO	u	u
2006/4/12	SAN MATEO	0	0
2006/4/12	CIUDADELA SUCRE	0	0

Tabla S2-3-13 Registros de Deslizamiento en el Área Urbana de Soacha

Date	Barrio Name	No. of Wounded	No. of Dead
1998/5/6	Divino Nino	0	0
1998/7/19	S. Mateo	0	0
1998/9/15	S. Mateo	0	0
1998/12/17	Km 12 via mesitas	0	0
1999/3/17	La capilla	0	0
1999/5/17	La florida	0	0
1999/6/1	La capilla	0	0
1999/11/1		0	0
2000/2/10	Villa Esperanza Barreno	0	0
2000/2/29	Divino nino	0	0
2000/11/1	LOMA LINDA	0	0
2000/11/8	LOMA LINDA, LA CAPILLA	0	0
2000/11/9	LOMA LINDA	0	0
2002/4/27	OSAS SAN MATEO	0	0
2002/4/30	LA CAPILLA	0	0
2002/5/30	VILLA ESPERANZA	0	0
2002/6/3	LA CAPILLA	0	0
2002/6/2	EL ARROYO	0	0
2002/6/6	LA CAPILLA, TERRANIOVA, DIVINO NINO, LA CAPILLA, VILLA SANDRA	0	0
2002/6/7	DIVINO NINO	0	0
2003/1/19	2003	0	0
2003/4/15	2003	0	0
2005/10/31	CAZUCA	0	0
2005/11/1	CIUDADELA SUCRE	0	0
2005/11/11	V. MERCEDES	0	0
2005/11/24	CAZUCA	0	0
2005/11/28	V. SANDRA	0	0
2005/12/20	V. SANDRA	0	0
2006/1/9	CAPILLA	0	0
2006/6/24	EL PROGRESO	0	0
2006/4/10	EL PROGRESO	0	0
2006/5/5	LOMA LINDA, SANTA ANA, Divino nino	0	0
2006/5/21	SANTA MARIA	0	0
2006/6/10	V. ESPERANZA	0	0
2006/6/11	OLIVARES, DUCALES	0	0
2006/6/15	EL BARRENO	0	0
2006/6/24	LOS ROBLES	0	0

Tabla S2-3-14 Eventos Seleccionados de Deslizamiento para Análisis en Soacha

Date	Barrio Name	No. of Wounded	No. of Dead
2000/11/8	LOMA LINDA, LA CAPILLA	0	0
2002/6/6	LA CAPILLA, TERRANIOVA, DIVINO NINO, LA CAPILLA, VILLA SANDRA	0	0
2006/5/5	LOMA LINDA, SANTA ANA, DIVINO NINO	0	0
2006/6/11	OLIVARES, DUCALES	0	0

3.2.2 Análisis para la Relación entre las Condiciones Hidrológicas y los Eventos de Desastre Seleccionados

(1) Análisis de las Estaciones Hidrológicas

La relación entre las condiciones hidrográficas, principalmente lluvias, los desastres en Soacha se analizan usando los datos de lluvia diaria recolectada, los datos de los niveles de agua y los registros de desastres.

Las estaciones que usan los datos de lluvia para los análisis son: Las Huertas (EAAB), Bosa Barreno 2, Sierra Morena (DPAE) y San Jorge (IDEAM), y las estaciones que usan los datos de nivel de agua son: Las Huertas, Independencia (DPAE). Las estaciones seleccionadas para el análisis se muestran en la Figura S2-3-31.

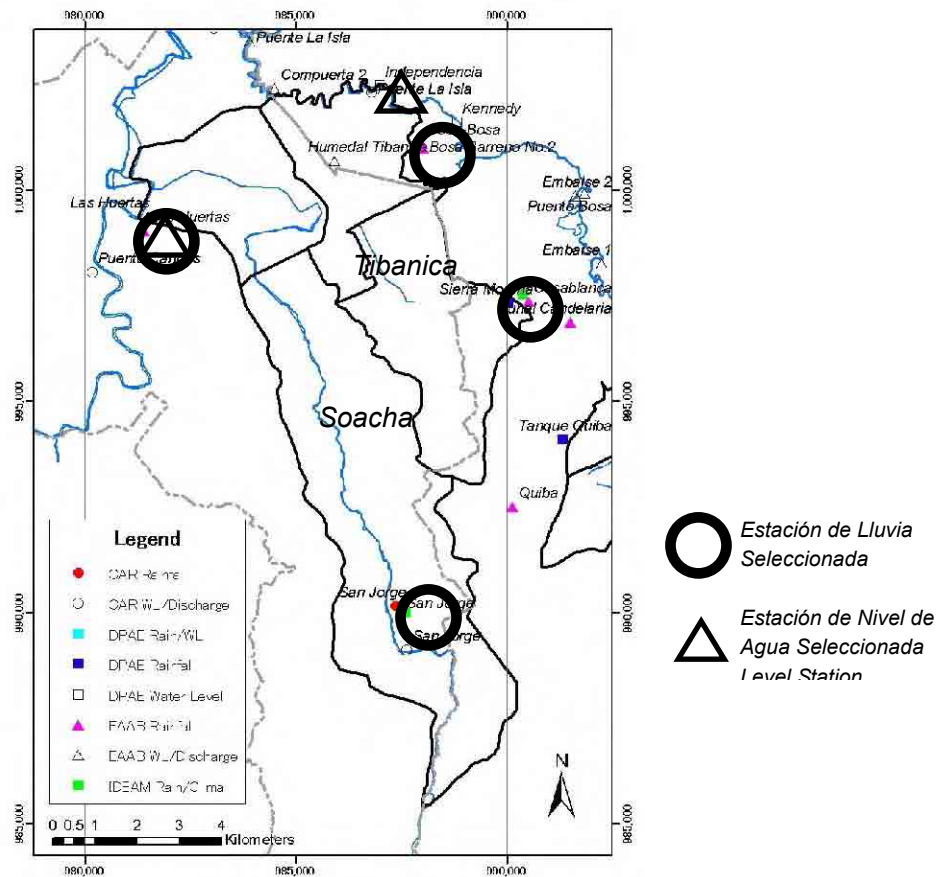


Figura S2-3-31 Estaciones Seleccionadas para Análisis

1) Análisis de Inundación

La Figura S2-3-32 y la Tabla S2-3-15 muestran la cantidad de lluvia diaria de las cuatro estaciones seleccionadas en todos los días en que se presentó la inundación (101 días, 150 eventos de inundación) de mayo 1996 a abril 2006. La Tabla S2-3-16 muestra los niveles de agua en las estaciones Las Huertas (EAAB) e Independencia (DPAE) de la inundación ocurrida en Soacha. Más del 50% los eventos de inundación ocurrieron cuando la cantidad de la lluvia diaria fue menor de 10 mm y la diferencia del promedio del nivel de agua, ocurrió cuando la cantidad de lluvia diaria es menor de 10 mm y la diferencia de nivel de agua por porcentaje de valor es menor de 0.2 m

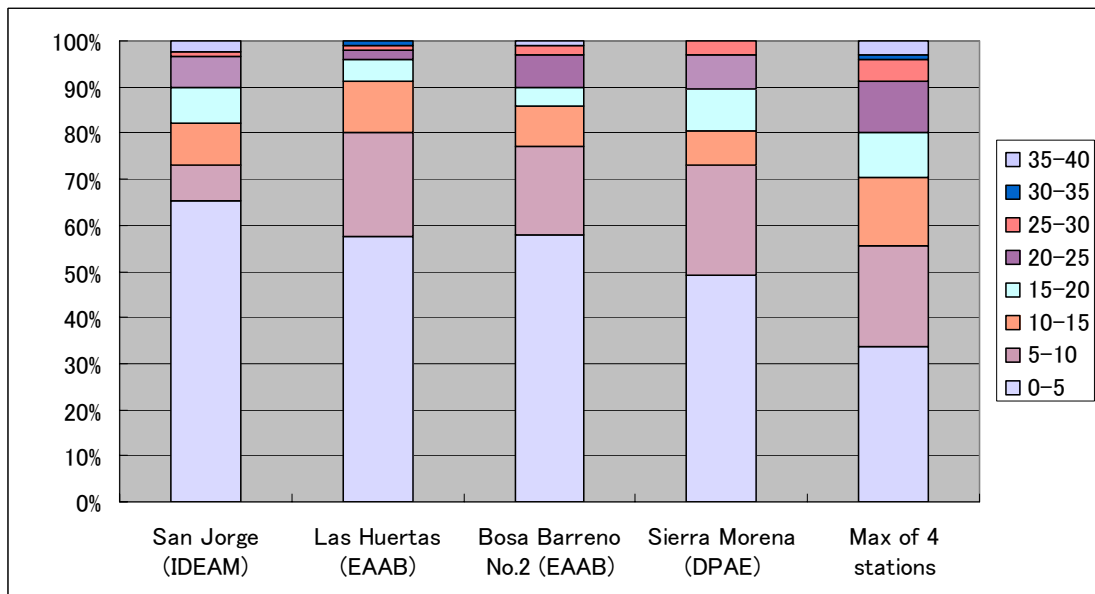


Figura S2-3-32 Relación Entre los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria

Tabla S2-3-15 Resumen de la relación entre los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria

Lluvia Diaria (mm)	San Jorge (IDEAM)	Las Huertas (EAAB)	Bosa Barreno No.2 (EAAB)	Sierra Morena (DPAE)	Max 4 estaciones
0-5	65%	57%	58%	49%	34%
5-10	8%	23%	19%	24%	22%
10-15	9%	11%	9%	7%	15%
15-20	8%	5%	4%	9%	10%
20-25	7%	2%	7%	7%	11%
25-30	1%	1%	2%	3%	5%
30-35	0%	1%	0%	0%	1%
35-40	2%	0%	1%	0%	3%

Tabla S2-3-16 Diferencias entre el Promedio de Nivel de Agua y las Inundaciones

Estación Nivel de Agua	Unidad de diferencias: m										
	<-0.4	<-0.2	<0	<0.2	<0.4	<0.6	<0.8	<1.0	<1.2	<1.4	<1.6
Las Huertas (EAAB)	1%	9%	30%	54%	71%	85%	91%	96%	100%	100%	100%
Independencia (DPAE)	3%	18%	32%	53%	62%	76%	91%	91%	94%	97%	100%

El área urbana de Soacha está dividida en seis (6) comunas como se muestra en la Figura S2-3-33. La relación entre los eventos de inundación en cada comuna y las cuatro estaciones de lluvia diaria se muestran en la Figura S2-3-34.

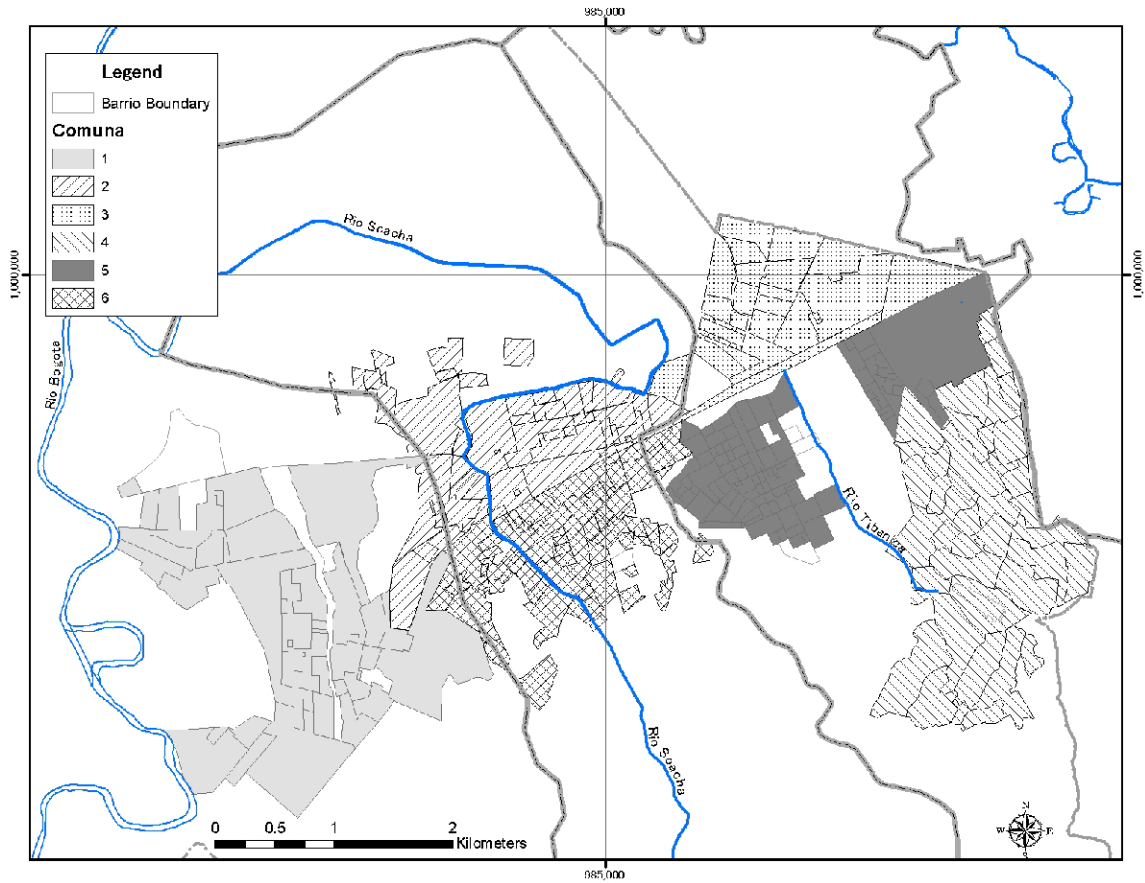


Figura S2-3-33 Comunas en Soacha

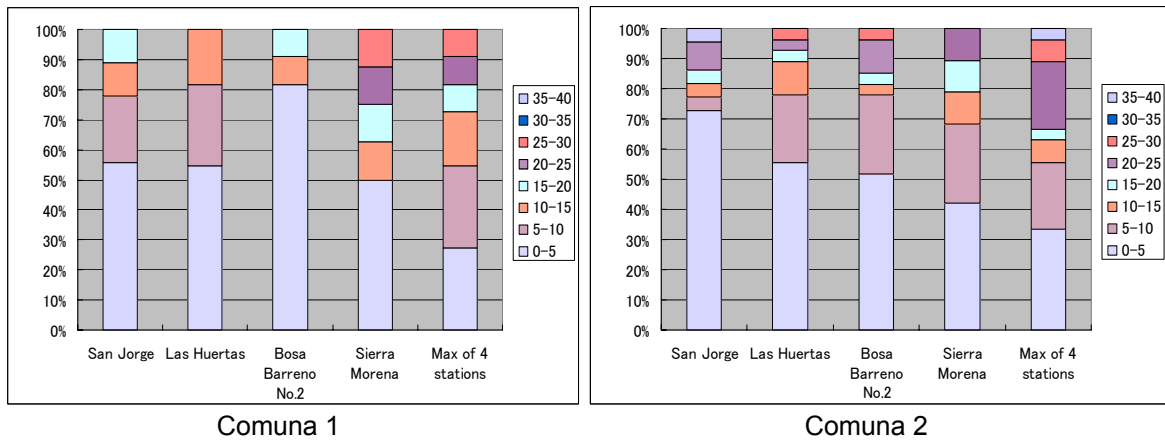


Figura S2-3-34 Lluvia Diaria en Eventos de Inundación en Cada Comuna (1/2)

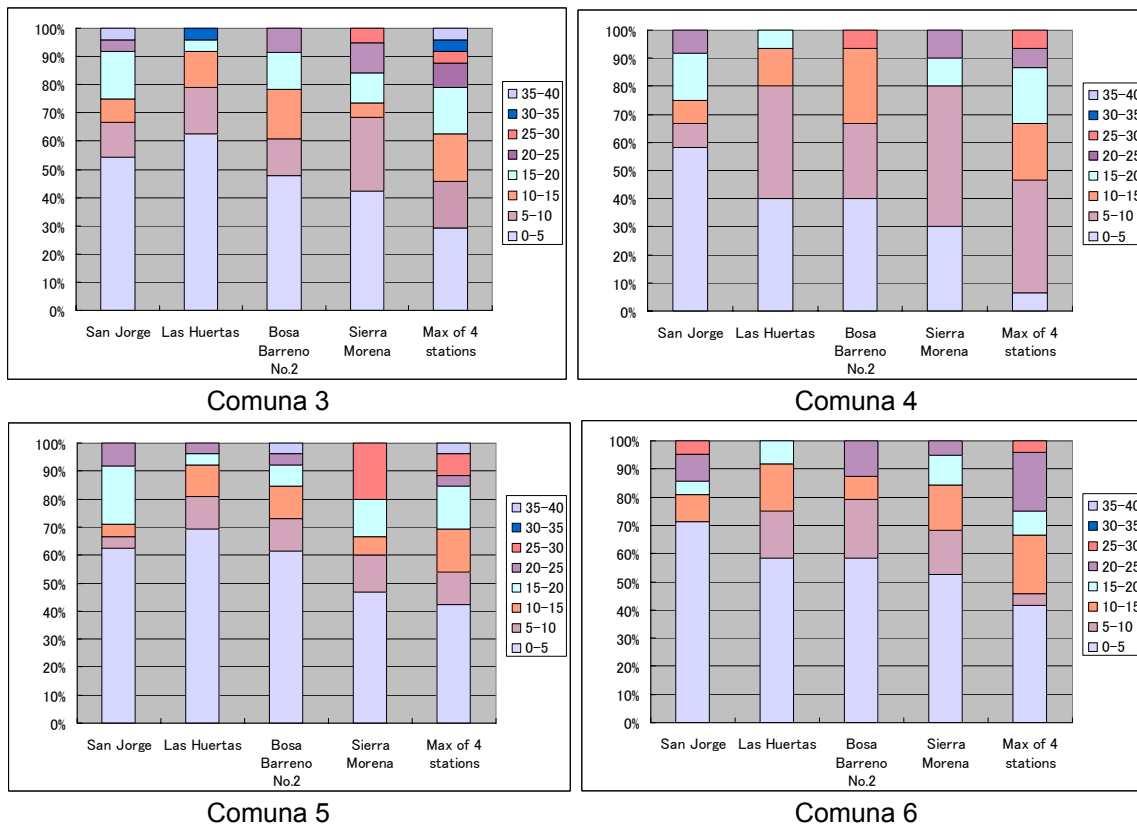


Figura S2-3-34 Lluvia Diaria en Eventos de Inundación en Cada Comuna (2/2)

De las figuras anteriores, no se pudo encontrar la correlación más fuerte entre comuna/área y la lluvia de cada estación. Por lo tanto, la investigación de los valores del umbral en Soacha se realiza usando el máximo entre las cuatro (4) estaciones seleccionadas.

La Tabla S2-3-17 recoge la relación entre la inundación pasada y el máximo valor entre las cuatro (4) estaciones seleccionadas.

Tabla S2-3-17 Resumen de la Relación de los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria

Área/ Estación	No. de Días en que Ocurrió en la Inundación desde 1996 hasta 2006	Lluvia Diaria (mm)							
		< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 35	< 40
Área Urbana Soacha (Las Huertas (EAAB), Bosa Barreno No.2 (EAAB), Sierra Morena (DPAE) & San Jorge (IDEAM))	101 100%	34 34 %	56 55%	71 70%	81 80%	92 91%	97 96%	98 97%	101 100 %

Los umbrales para la inundación en Soacha, los cuales se investigaron usando los anteriores resultados, mostrados en la Tabla S2-3-18. Los valores se han convertido en frecuencia de lluvia, en un número de días durante el año (365 días), en cada estación como se muestra en la Tabla S2-3-19.

Tabla S2-3-18 Umbrales de Inundación en Soacha

Área/estación	Probabilidad de ocurrencia Más de 70%	Probabilidad de ocurrencia Menos de 50%	Probabilidad de ocurrencia Menos de 30%
Área Urbana de Soacha Las Huertas (EAAB), Bosa Barreno No.2 (EAAB) & Sierra Morena (DPAE)	5 mm	10 mm	15 mm
Frecuencia anual probable (días)	81	40	20

Tabla S2-3-19 Número promedio de Lluvia diaria por Año

Unidad: Número de días

Estación	Lluvia diaria (mm)									
	0≤	5≤	10≤	15≤	20≤	25≤	30≤	35≤	40≤	
San Jorge (IDEAM)	365	52	26	12	6	3	1	1	0	
Las Huertas (EAAB)	365	33	13	6	3	1	1	0	0	
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	365	38	16	8	4	2	1	0	0	
Sierra Morena (DPAE)1	365	37	16	8	3	1	0	0	0	
Máx. 4 estaciones	365	81	40	20	10	4	2	1	0	

(Comentarios: datos del 2000 – 2006 excepto Sierra Morena (2000-2006))

2) Análisis para Deslizamientos

El mismo análisis para deslizamientos en Bogotá es conducido por eventos de deslizamiento seleccionados como se muestra en la Tabla S2-3-14. Las cantidades de lluvia usando el análisis es el máximo valor de las tres (3) estaciones de las Huertas (EAAB), Bosa Barreno No. 2 (EAAB) y sierra Morena (DPAE).

La Figura S2-3-35 muestra la lluvia diaria, tres 3 días de lluvia y el acumulado de lluvia en el día, cuando un número de deslizamientos ocurre en la misma fecha. Cada valor de lluvia es el máximo valor de las tres estaciones que se describe arriba.

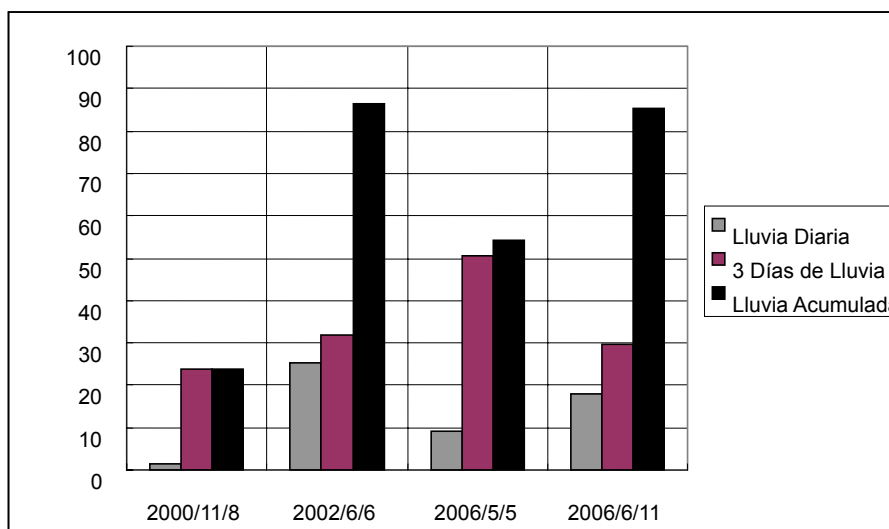


Figura S2-5-35 Diariamente, 3 Días Lluvia Acumulada Cuando Ocurren los Deslizamientos.

Las Figuras S2-3-36 y S2-3-37 muestran la correlación de los tres días de lluvia y el acumulado de lluvia cuando ocurrió el deslizamiento en Soacha, y la distribución en el período entre 1996-2006 el máximo valor de las tres (3) estaciones respectivamente.

La relación entre los eventos de deslizamiento y los tres (3) días de lluvia acumulada se resume en la Tabla S2-3-10. En la Tabla, el porcentaje de “Deslizamiento” es el índice del número de días con la cantidad cuando ocurre el deslizamiento, y el porcentaje de “Promedio” es el índice del número de días con la cantidad de lluvia designada en el período entre 1996-2006.

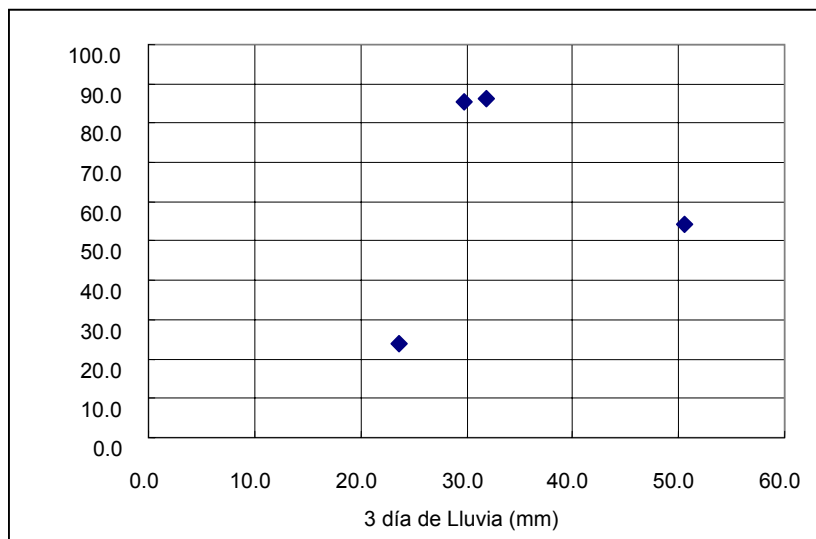


Figura S2-3-36 Correlación de 3 días y Lluvia Acumulativa cuando Ocurre el Deslizamiento

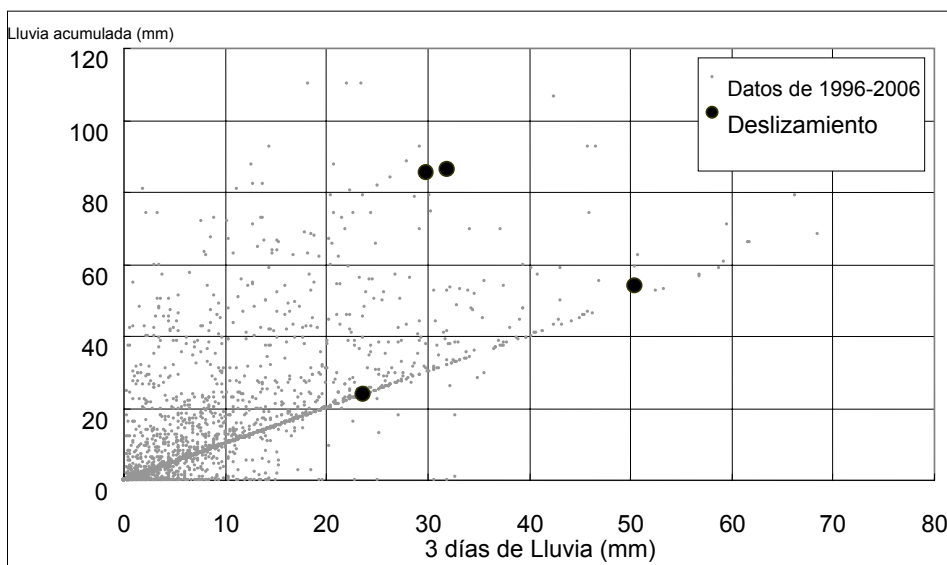


Figura S2-3-37 Distribución de 3 días de lluvia y Lluvia Acumulada

Tabla S2-3-20 Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia

Área	Lluvia		Lluvia (mm)								
			<10	<20	<30	<40	<50	<60	<70	<80	<90
Soacha	3 días	Ocurrencia de Deslizamiento	0%	0%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%
		Promedio en 1996-2006	78%	92%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%
Área Urbana	Acum. Lluvia	Ocurrencia de Deslizamiento	0%	0%	25%	25%	25%	50%	50%	50%	100%
		Promedio en 1996-2006	71%	84%	91%	94%	97%	98%	99%	99%	100%

Por el uso de los resultados anteriores, la combinación de los tres (3) días de lluvia y lluvia acumulativa como un ejemplo de umbral se examina en la misma forma como se analizó para Bogotá. El resultado se muestra en la Tabla S2-3-21. Este es solo un ejemplo. Una investigación más detallada y cuidadosa de los registros exactos es vital y necesaria con el fin de determinar los umbrales.

Tabla S2-3-21 Ejemplo del Umbral para la Alerta General de Deslizamiento

Criterio Área/Estación	Probabilidad de ocurrencia Más de 70%	Probabilidad de ocurrencia Menos de 50%	Probabilidad de ocurrencia Menos de 30%
Área Urbana de Soacha Las Huertas (EAAB), Bosa Barreno No.2 (EAAB) & Sierra Morena (DPAE)	3días Lluvia > 20mm & Acum. Lluvia > 50 mm	3días Lluvia > 30mm & Acum. Lluvia > 50 mm	3días Lluvia > 40mm & Acum. Lluvia > 50 mm
Frecuencia anual probable (días)	7	4	2

INFORME DE SOPORTE

S3

INTERPRETACIÓN DE FOTOS AÉREAS Y QUEBRADAS

TABLA DE CONTENIDO
DE
S3 FOTOINTERPRETACIÓN AÉREA Y CONDICIONES DE QUEBRADAS

CAPÍTULO 1	FOTOINTERPRETACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS	S3-1- 1
1.1	Fotografías Aéreas Usadas	S3-1- 1
1.2	Mapa Topográfico	S3-1- 1
1.3	Interpretación de Inundaciones en el Área de Estudio	S3-1- 2
1.3.1	Metodología	S3-1- 2
1.3.2	Resultados	S3-1- 2
CAPÍTULO 2	CONDICIONES DE LAS QUEBRADAS.....	S3-2- 1
2.1	Metodología	S3-2- 1
2.2	Condiciones de Ríos / Quebradas.....	S3-2- 9
2.2.1	Río Soacha	S3-2- 9
2.2.2	Río Tibanica	S3-2-10
2.2.3	Quebrada Chiguaza	S3-2-12
2.2.4	Santa Librada	S3-2-16
2.2.5	Quebrada Yomasa	S3-2-17
2.2.6	La Estrella Trompeta.....	S3-2-20
CAPÍTULO 3	AFLORAMIENTOS	S3-3- 1

Lista de Tablas

Tabla S3-1-1	Distribución Geológica y Estratigráfica	S3-1- 8
Tabla S3-2-1	Grosor del Suelo Meteorizado (1/2).....	S3-2- 6
Tabla S3-2-1	Grosor del Suelo Meteorizado (2/2).....	S3-2- 7
Tabla S3-2-2	Propiedades de los Materiales de Depósito (1/2)	S3-2- 8
Tabla S3-2-3	Propiedades de los Materiales de Depósito (2/2)	S3-2- 9
Tabla S3-3-1	Grosor Promedio de Meteorización de Cada Quebrada.....	S3-3- 1

Lista de Figuras

Figura S3-1-1	Mapa Índice obtenida de los Mapas Topográficos.....	S3-1- 1
Figura S3-1-2	Área Identificada en cada Cuenca de Quebrada de Bogotá	S3-1- 3
Figura S3-1-3	Porcentaje del Área Identificada de cada Cuenca de Quebrada de Bogotá.....	S3-1- 3
Figura S3-1-4	Área Identificada en cada Cuenca de Río de Soacha	S3-1- 4
Figura S3-1-5	Porcentaje del Área Identificada de cada Cuenca de Río de Soacha	S3-1- 4
Figura S3-1-6	Ubicación de los Nuevos y Antiguos Taludes Fallados en Bogotá.....	S3-1- 5
Figura S3-1-7	Ubicación de Nuevos y Antiguos Taludes Fallados en Soacha	S3-1- 6
Figura S3-1-8	Mapa Geológico	S3-1- 7
Figura S3-2-1	Ubicación de los Depósitos y Afloramientos Levantados (Ríos Soacha y Tibanica)	S3-2- 2
Figura S3-2-2	Ubicación de los Depósitos y Afloramientos Levantados (Quebradas Chiguaza y Santa Librada).....	S3-2- 3
Figura S3-2-3	Ubicación de los Depósitos y Afloramientos Levantados (Quebrada Yomasa).....	S3-2- 4

Figura S3-2-4	Ubicación de los Depósitos y Afloramientos Levantados (Quebradas La Estrella y Trompeta)	S3-2- 5
Figura S3-2-5	Esquema de Sección de Río, Río Soacha (SO-S-009)	S3-2-10
Figura S3-2-6	Esquema de Sección de Río del Río Tibanica (TI-S-004)	S3-2-11
Figura S3-2-7	Esquema de Sección de Río del Río Tibanica (TI-S-017)	S3-2-11
Figura S3-2-8	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Chiguaza (CH-S-011).....	S3-2-13
Figura S3-2-9	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Chiguaza (CH-S-009).....	S3-2-13
Figura S3-2-10	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Chiguaza (CH-S-008).....	S3-2-14
Figura S3-2-11	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Chiguaza (CH-S-005).....	S3-2-14
Figura S3-2-12	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Silverio Sur (CH-S-007).....	S3-2-15
Figura S3-2-13	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Seca (CH-S-006)	S3-2-15
Figure S3-2-14	Esquema de Sección Transversal de la Q. Verejones (CH-S-003)	S3-2-16
Figura S3-2-15	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Santa Librada (SA-S-06).....	S3-2-16
Figura S3-2-16	Perfil Longitudinal y Ubicación de la Condición de Levantamiento de la Quebrada Yomasa.....	S3-2-17
Figura S3-2-17	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Yomasa (YO-S-003)	S3-2-18
Figura S3-2-18	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Yomasa (YO-S-004)	S3-2-18
Figura S3-2-19	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Yomasa (YO-S-007)	S3-2-19
Figura S3-2-20	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Yomasa (YO-S-010)	S3-2-19
Figura S3-2-21	Esquema de la Sección Transversal de la Q. Yomasa (YO-S-015)	S3-2-20
Figura S3-2-22	Esquema de la Sección Transversal de la Quebrada Trompeta (TR-S-001)....	S3-2-21
Figura S3-2-23	Esquema de la Sección Transversal de la Quebrada Trompeta (TR-S-005)....	S3-2-21
Figura S3-2-24	Esquema de la Sección Transversal de la Quebrada La Estrella (ES-S-003).....	S3-2-22

Lista de Fotos

Foto S3-2-1	Quebrada Chiguaza (punto de confluencia de la Quebrada. Nutria).....	S3-2-12
Foto S3-2-2	Quebrada Yomasa (cerca de Carrera Oriente)	S3-2-17

CAPÍTULO 1 FOTOINTERPRETACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS

1.1 Fotografías Aéreas Usadas

Fotografías aéreas dentro y alrededor de l Área de Estudio fueron utilizadas para la investigación topográfica, uso de suelo, investigación geomorfológica y presentación a la comunidad de los mapas de amenaza.

Las fotografías aéreas del IGAC de 1997 y 1998, las cuales se obtuvieron previamente por el Estudio JICA, fueron utilizadas para el análisis de las condiciones geomorfológicas de inundación en el Área de Estudio.

Adicionalmente en este estudio, DPAE adquirió para los propósitos del Estudio, fotografías aéreas de 2004 y el Equipo de Estudio las tuvo en préstamo durante el periodo de Estudio y se les devolvieron a finales de 2007. Las fotos de 2004, fueron usadas principalmente para el estudio de deslizamientos de la Estancia y el área de Soacha.

La sección cartográfica del Municipio de Soacha, fue suministrada al Equipo de Estudio con fotografías aéreas de 2005, en color, para los propósitos del estudio de JICA. Las fotos a color fueron preparadas por Geovial Ltda. En 2005 en un contrato para el Municipio de Soacha. El Equipo de Estudio hizo uso de las fotos a color, principalmente para los mapas de amenaza comunitarios en el río Soacha y la confirmación del las condiciones del río en Soacha.

1.2 Mapa Topográfico

El Equipo de Estudio coleccionó además, la siguiente información de mapas topográficos del IGAC.

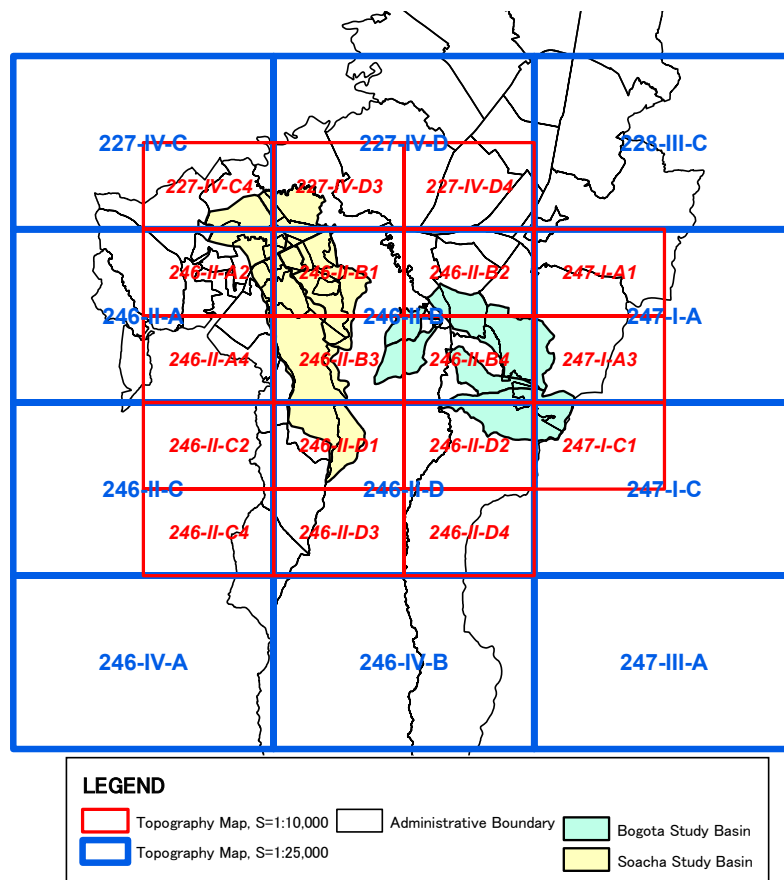


Figura S3-1-1 Mapa Índice obtenida de los Mapas Topográficos

1.3 Interpretación de Inundaciones en el Área de Estudio

1.3.1 Metodología

Utilizando fotografías aéreas de 1997 y 1998 del IGAC, las condiciones de la cuenca en el Área de Estudio fueron interpretadas. El propósito de la interpretación es identificar antiguas fallas de talud en el área y la relación con la ocurrencia de flujo de escombros.

Allí hay tres (3) tipo de área a ser identificadas, como siguen:

- a. Comparativamente recientes fallas de talud
- b. Comparativamente, antiguas fallas de talud
- c. Movimiento de masas

Las características de la comparación de las recientes fallas de talud, son la vegetación escasa y los caracteres topográficos de los taludes fallados. Este tipo de área es un índice muy importante para la suposición de la ocurrencia de flujo de escombros en un futuro cercano, dado que allí se mantienen condiciones inestables y con colapsos frecuentes.

Las características de comparación de antiguos taludes fallados, son los caracteres topográficos del talud y también la escasa vegetación. Este tipo de área ha experimentado en el pasado, fallas de talud, y entre estos, los periodos de mayor o menor tiempo, han permitido el desarrollo de una escasa vegetación. En la consideración de la ocurrencia de flujo de escombros, esta área no ha sido incluida en el análisis.

El área, de Movimiento de Masas, es referida como una gran área de deslizamiento. Esto es como información de referencia para el análisis del flujo de escombros.

1.3.2 Resultados

(1) Tendencia General

La Figura S3-1-2 muestra el área absoluta de identificación de antiguos y nuevos taludes fallados en el Área de Estudio. Las cuencas de las quebradas Chiguaza y Yomasa tienen grandes áreas de antiguos y nuevos taludes fallados comparados con otras cuencas. La quebrada Santa Librada, tiene el área más pequeña de antiguos y nuevos taludes fallados. Esto se debe a que la quebrada Santa Librada tiene el área más pequeña de la parte alta de la cuenca. Con relación solamente a los taludes fallados, la Yomasa tiene el área más grande y la Chiguaza el segundo.

La Figura S3-1-3 muestra el porcentaje de los nuevos y antiguos taludes fallados para cada cuenca de Bogotá. Las quebradas Chiguaza y La Estrella-Trompeta, tienen los mayores porcentajes de taludes fallados en el área de la cuenca.

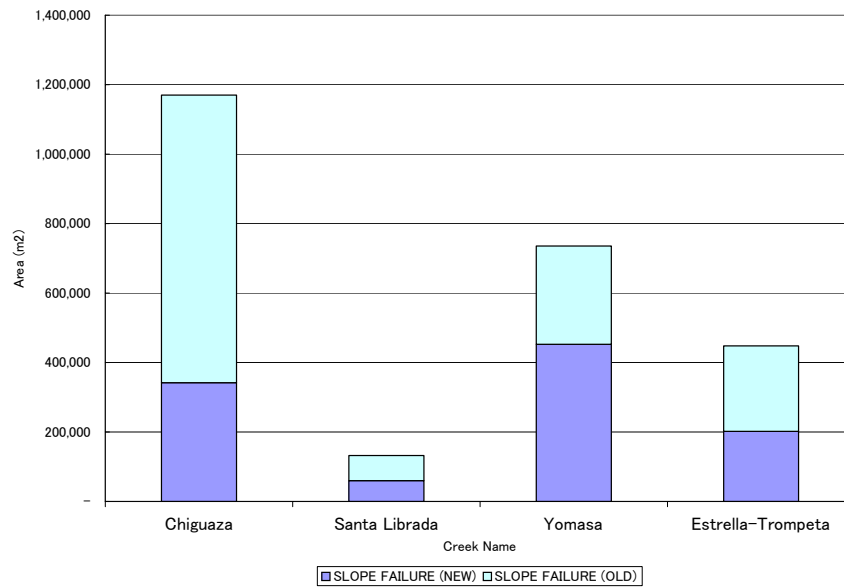


Figura S3-1-2 Área Identificada en cada Cuenca de Quebrada de Bogotá

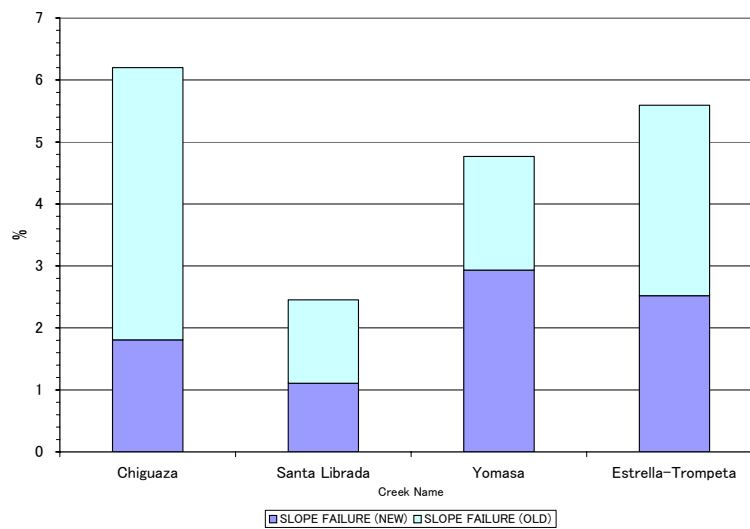


Figura S3-1-3 Porcentaje del Área Identificada de cada Cuenca de Quebrada de Bogotá.

La Figura S3-1-4 muestra el área absoluta de identificación de antiguos y nuevos taludes fallados en Soacha. Como el área de cuenca es más grande que las quebradas en Bogotá, el área para nuevos y antiguos taludes fallados, es casi igual o mayor a la Chiguaza y Yomasa.

La Figura S3-1-5 muestra el porcentaje de antiguos y nuevos taludes fallados identificados para cada área de la cuenca de Soacha. Ambos ríos tienen menos del 1 % de área de cuenca.

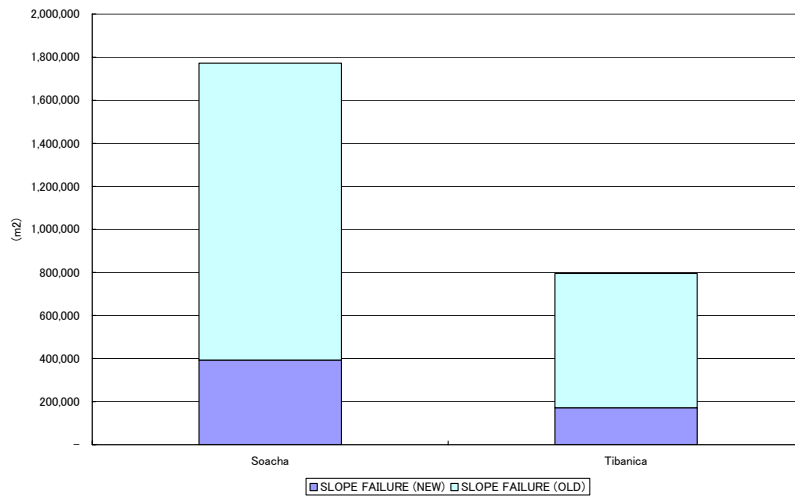


Figura S3-1-4 Área Identificada en cada Cuenca de Río de Soacha

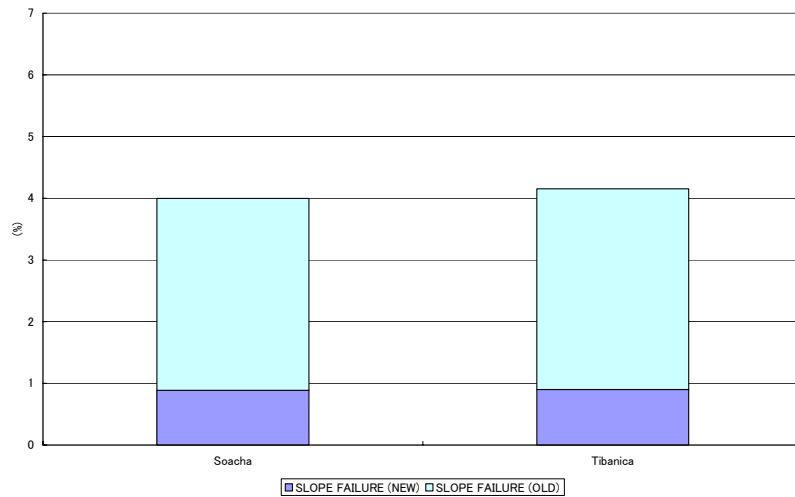


Figura S3-1-5 Porcentaje del Área Identificada de cada Cuenca de Río de Soacha

La Figura S3-1-6 muestra la ubicación de los antiguos y nuevos taludes fallados en las cuencas objetivo de Soacha. La mayoría de las nuevas fallas de talud están ubicadas en la cuenca de las quebradas Chiguaza, Yomasa y Trompeta. La parte alta de la Cuenca Chiguaza, se compone de las Quebradas, Zunque, Silverio, Nueva Dehli y Verejones, etc.

En Bogotá, las cuencas objetivo, Parte alta de Yomasa, tiene el área más grande de nuevos taludes fallados. La parte alta alcanza la Avenida Villavicencio. Se espera que los depósitos de sedimentos de la parte alta de la Yomasa alcancen a esta, debido a la falla de talud.

La Figura S3-1-7 muestra la ubicación de los nuevos y antiguos taludes fallados en las cuencas objetivo en Soacha. En las cuencas de los ríos Tibanica y Soacha, el tamaño de los taludes fallados es menor en comparación con los de Bogotá. Como allí hay una variación referente a cuando cada falla de talud tuvo lugar, se espera que en los ríos Tibanica y Soacha, los depósitos de sedimentos en los lechos de los ríos sea totalmente pequeño.

La Figura S3-1-8 muestra el mapa geológico del Área de Estudio. Se puede decir, que los antiguos y nuevos taludes fallados se distribuyen en las capas del Grupo Guadalupe (Ksg, de edad Cretácica). Las abreviaciones de los términos como Ksg se explican en la Tabla S3-1-1.

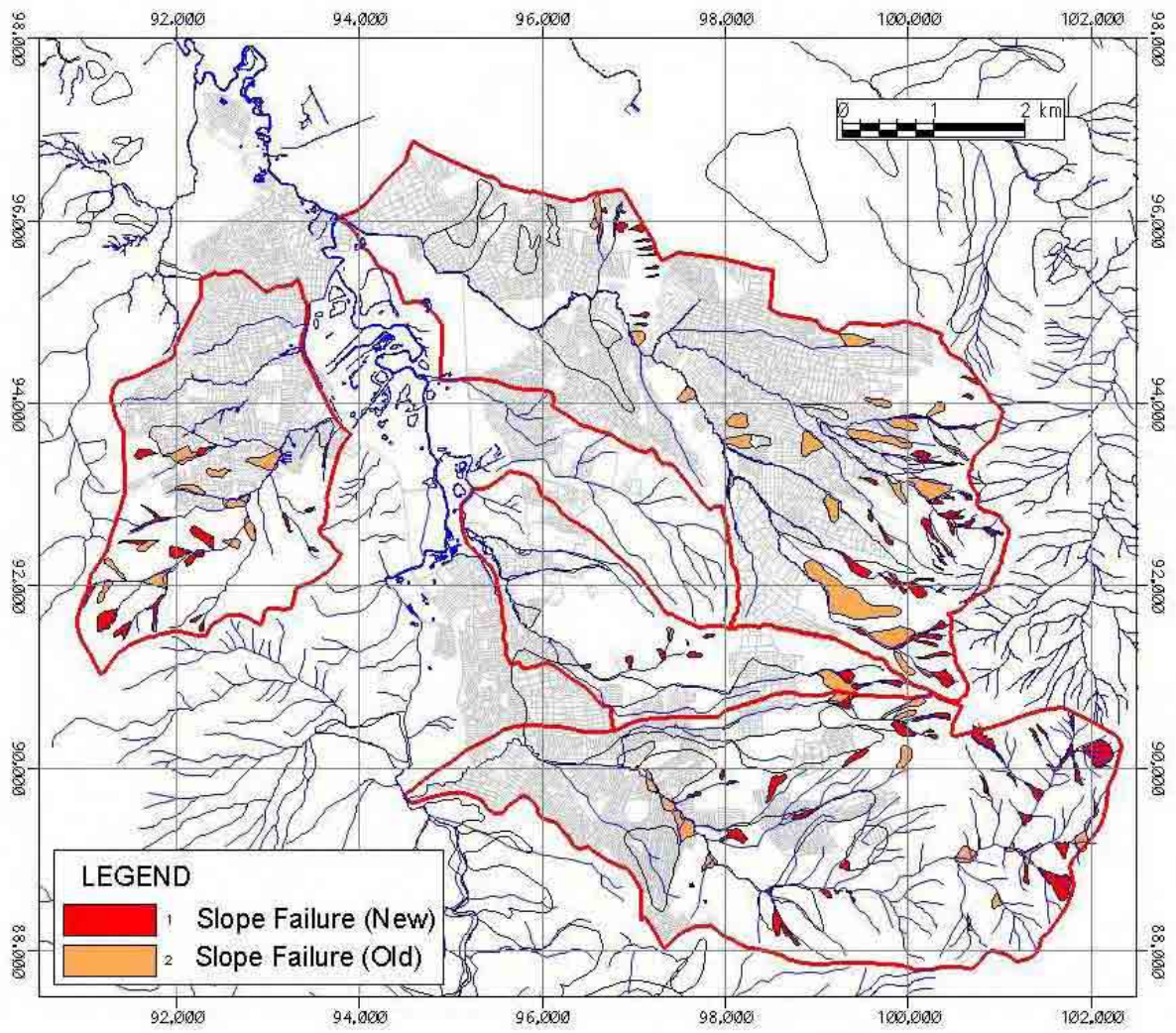


Figura S3-1-6 Ubicación de los Nuevos y Antiguos Taludes Fallados en Bogotá

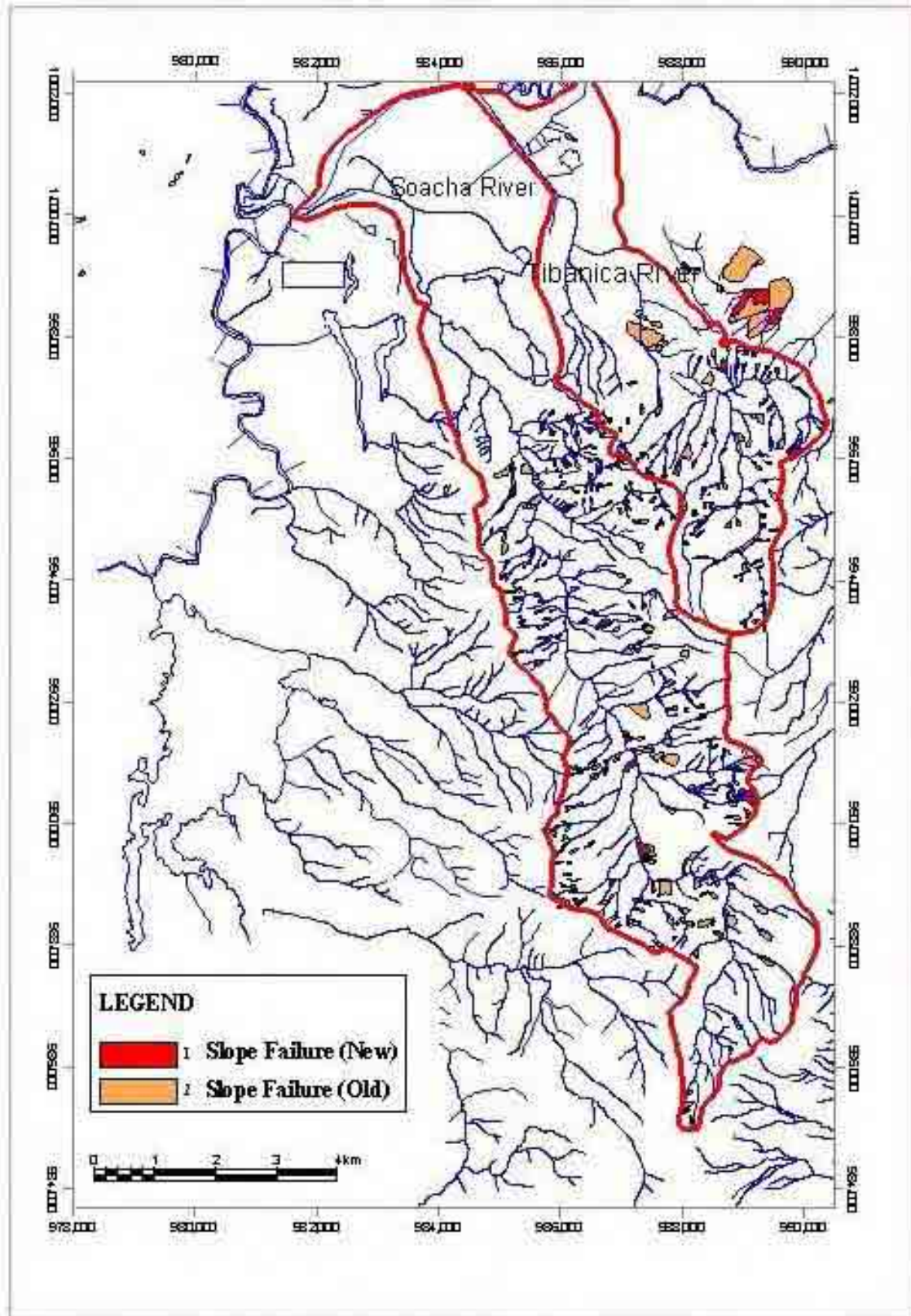


Figura S3-1-7 Ubicación de Nuevos y Antiguos Taludes Fallados en Soacha

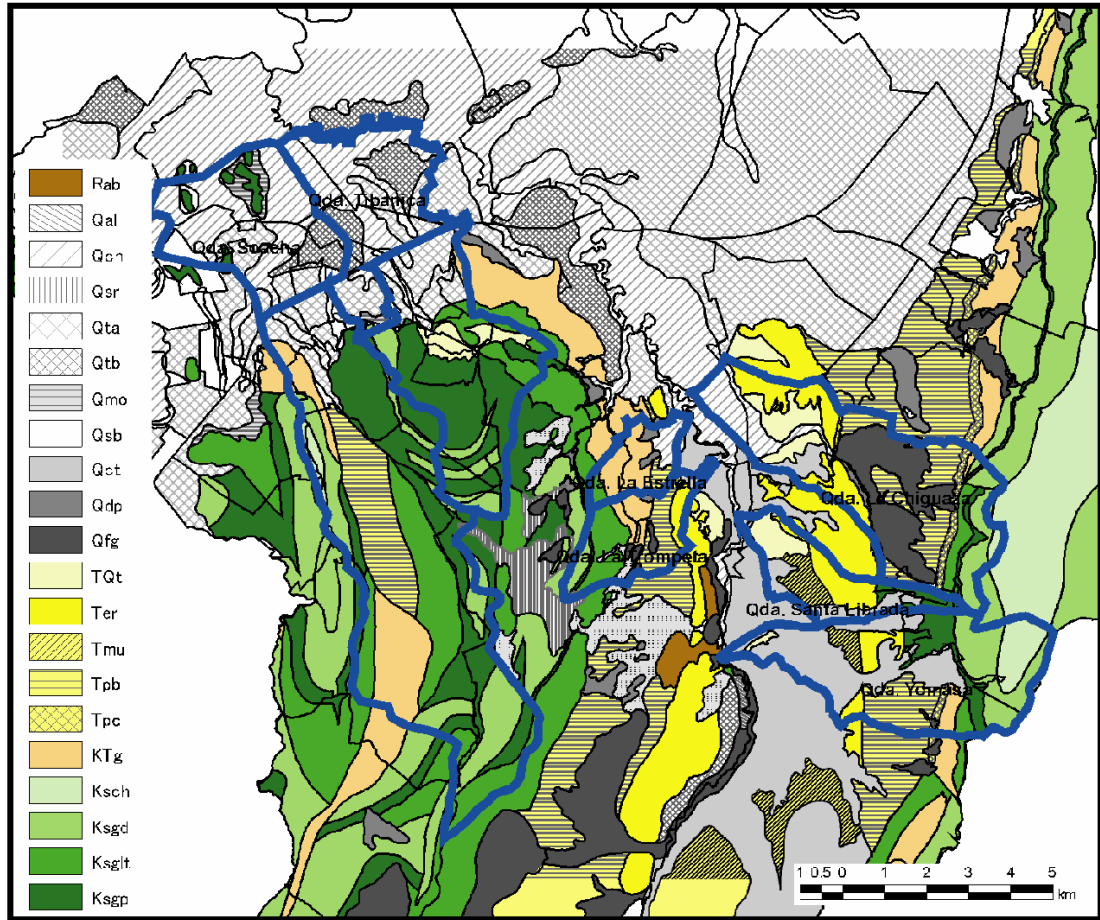


Figura S3-1-8 Mapa Geológico

Tabla S3-1-1 Distribución Geológica y Estratigráfica

ERA GEOLÓGICA		UNIDAD GEOLÓGICA	LEYENDA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
Cuaternario		Relleno artificial, desechos	Rab	Depósitos de desechos técnicamente formados o dispuestos en lechos de quebradas
		Formación Chía	Qch	Arcilla de origen lacustre y/o de origen de inundación, localmente limonita y arcilla diatomítica
		Depósito de Talud	Qdp	Depósitos Matriz-soportados Guijos y bloques de arenisca cuarzosa, embebidos en matriz arcillosa y arcillo arenosa, Depósitos clasto – soportados: esencialmente bloques de arenisca
		Formación Mondoñedo	Qmo	Depósitos de pendiente limosos hasta arenosos, localmente con fragmentos de roca sub-angulosos, con paleosuelos negros y grises
		Suelo Residual	Qsr	Materiales arcillo-arenosos, producto de la meteorización y alteración del material parental, preferiblemente sobre formaciones blandas
		Depósito de Terraza Baja	Qtb	Limos y arcillas, en partes orgánicas, que constituyen el relleno más blando de la Sabana de Bogotá
		Depósito de Terraza Alta	Qta	Conformado por conglomerados, angulares, clastosoportados. Materiales transportados y depositados en la zona de transición entre las formaciones rocosas y la zona plana.
		Formación Sabana Suelo de la Sabana	Qsb	Suelos rojos, marrones y complejo de suelos negros, en las partes altas de los cerros.
		Formación Tunjuelito	Qct	Gravas, cantos y bloques redondeados a sub-redondeados, embebidos en matriz limoarcillosa
		Depósito Fluvio-glacial	Qfg	Bloques y cantos de arenisca de formas sub-redondeadas a angulares, en partes planares, embebidos en matriz limoarcillosa producidos por transporte de grandes flujos provenientes del Páramo de Sumapáz.
Terciario-Cuaternario	Pleistoceno	Formación Tilatá	TQt	Arcillas y arenas arcillosas de color blanco, turbas y niveles de guijarros de pequeño tamaño
Terciario	Oligoceno-Mioceno	Formación Usme	Tmu	Brillantes bandas de lodolitas verdes con cuarzo y areniscas feldespáticas, de grano fino en bandas paralelas.
	Eoceno Medio	Formación La Regadera	Ter	El conjunto superior está conformado por intercalaciones de areniscas cuarzofeldespáticas y arcillolitas abigarradas, y el conjunto inferior por areniscas cuarzofeldespáticas, de grano grueso a conglomerático, grisáceas
	Paleoceno Superior a Eoceno	Formación Bogotá	Tpb	Lodolitas, limolitas y arcillolitas abigarradas, separadas por bancos de areniscas arcillosas blandas.
	Paleoceno Superior	Formación Cacho	Tpc	Arcillolita color violeta.
Cretáceo-Terciario	Maestrichtiano Superior a Paleoceno Inferior	Formación Guaduas	K-Tg	Conjunto superior: Arcillolitas abigarradas en mantos delgados de carbón Conjunto medio: Arenisca guía en la base y Arenisca lajosa en el techo, separadas por arcillolitas compactas que contienen mantos de carbón Conjunto Inferior: Arcillolitas grises oscuras
Cretáceo	Maestrichtiano	Grupo Guadalupe	Ksgl-t	Arenisca Tierna: Areniscas de grano grueso a conglomerático, con intercalaciones delgadas de lodolitas, limolitas y arcillolitas; Arenisca de Labor: Areniscas de grano fino, arcillosas, compactas, separadas por capas finas de arcillolitas Arenisca Dura: Constituida por una secuencia de areniscas en bancos muy gruesos con delgadas intercalaciones de limolitas, lodolitas y arcillolitas Plaeners: Secuencia de arcillas síliceas y rocas liditas. Intercalaciones de limolitas síliceas, arcillositas verdes y delgados estrados de areniscas de grano fino a medio. Entre las rocas de lutitas se encuentran finas capas de areniscas fina grises, asociadas a carbón y capas arenosas discontinuas.
	Maestrichtiano Inferior	Grupo Guadalupe, Formación Plaeners	Ksgp	Limolitas síliceas, porcelanitas, liditas y areniscas de grano fino.
	Coniaciano Superior a Campaniano	Grupo Guadalupe, Formación Arenisca Dura	Ksgd	Areniscas en bancos muy gruesos con delgadas intercalaciones de limolitas, lodolitas y arcillolitas
	Cenomaniano a Coniaciano	Formación Chipaque	Ksch	Lutitas oscuras con intercalaciones calcáreo arenosas