

**EL ESTUDIO SOBRE  
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA  
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES  
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO  
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA  
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 2 REPORTE PRINCIPAL**

**MARZO 2008**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)**

---

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

<b>GE</b>
<b>JR</b>
<b>08-042</b>

**Distrito Capital de Bogotá y Municipio de Soacha  
En la República de Colombia**

**EL ESTUDIO SOBRE  
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA  
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES  
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO  
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA  
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 2 REPORTE PRINCIPAL**

**MARZO 2008**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)**

---

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

La Tasa de Cambio applicable a este Estudio es  
US\$ 1.00= 2014.76 pesos colombianos  
(T.R.M. del 1 de enero de 2008)

## PREFACIO

En respuesta al requerimiento del Gobierno de Colombia, el Gobierno de Japón decidió adelantar un estudio de desarrollo sobre un Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Deslizamientos e Inundaciones y encargó el Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Colombia un equipo de estudio encabezado por el señor Kimio Takeya de la Unión Temporal de Pacific Consultants International y OYO International Corporation, entre Junio 2006 y Marzo 2008. Adicionalmente, JICA constituyó una Misión de Monitoreo quienes examinaron el estudio desde un punto de vista técnico y especializado.

El Equipo de Estudio sostuvo conversaciones con los funcionarios interesados del Gobierno de Colombia, y dirigieron las encuestas de campo en el área de estudio. A su regreso a Japón, el Equipo de Estudio adelantó otros estudios y preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a promover el proyecto en Colombia, y a mejorar las relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Finalmente, deseo expresar mi sincero aprecio a los funcionarios del Gobierno de Colombia, por su cercana cooperación extendida al Equipo de Estudio.

Marzo 2008

Ariyuki MATSUMOTO

Vicepresidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Marzo 2008

Señor

Ariyuki MATSUMOTO

Vicepresidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Tokyo, Japón

Carta Remisoria

Estimados señores:

Nos complace entregar el informe final titulado "Estudio sobre Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Deslizamientos e Inundaciones". Este informe reúne los resultados del Estudio de acuerdo con los contratos firmados en Junio 16 de 2006 y Mayo 1 de 2007 entre La Agencia de Cooperación Internacional del Japón y la Unión Temporal de Pacific Consultants International y OYO International Corporation.

En el Estudio, el Equipo de Estudio presenta el plan sobre sistema de monitoreo y alerta temprana basado en el análisis de las condiciones y problemas existentes. El reporte lo integran: Resumen, Informe Principal, Informe de Soporte y Libro de Datos.

Todos los miembros del Equipo de Estudio desean expresar su sincero agradecimiento al personal de su Agencia, a la Misión de Monitoreo, y a la Embajada de Japón en Colombia, y también a los funcionarios interesados del Gobierno de Colombia, del Gobierno de la Ciudad de Bogotá, del Gobierno de la Municipalidad de Soacha y de la Gobernación de Cundinamarca por la cooperación brindada al Equipo de Estudio. El Equipo de Estudio espera sinceramente, que los resultados del estudio contribuyan en la prevención de desastres en Bogotá y Soacha.

Atentamente,

Kimio Takeya

Líder del Equipo

Estudio sobre Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Deslizamientos e Inundaciones

## Composición del Informe Final

### Inglés

Volume 1 : Summary

Volume 2 : Main Report

Volume 3 : Supporting Report

Volume 4 : Data Book 1, 2 and 3

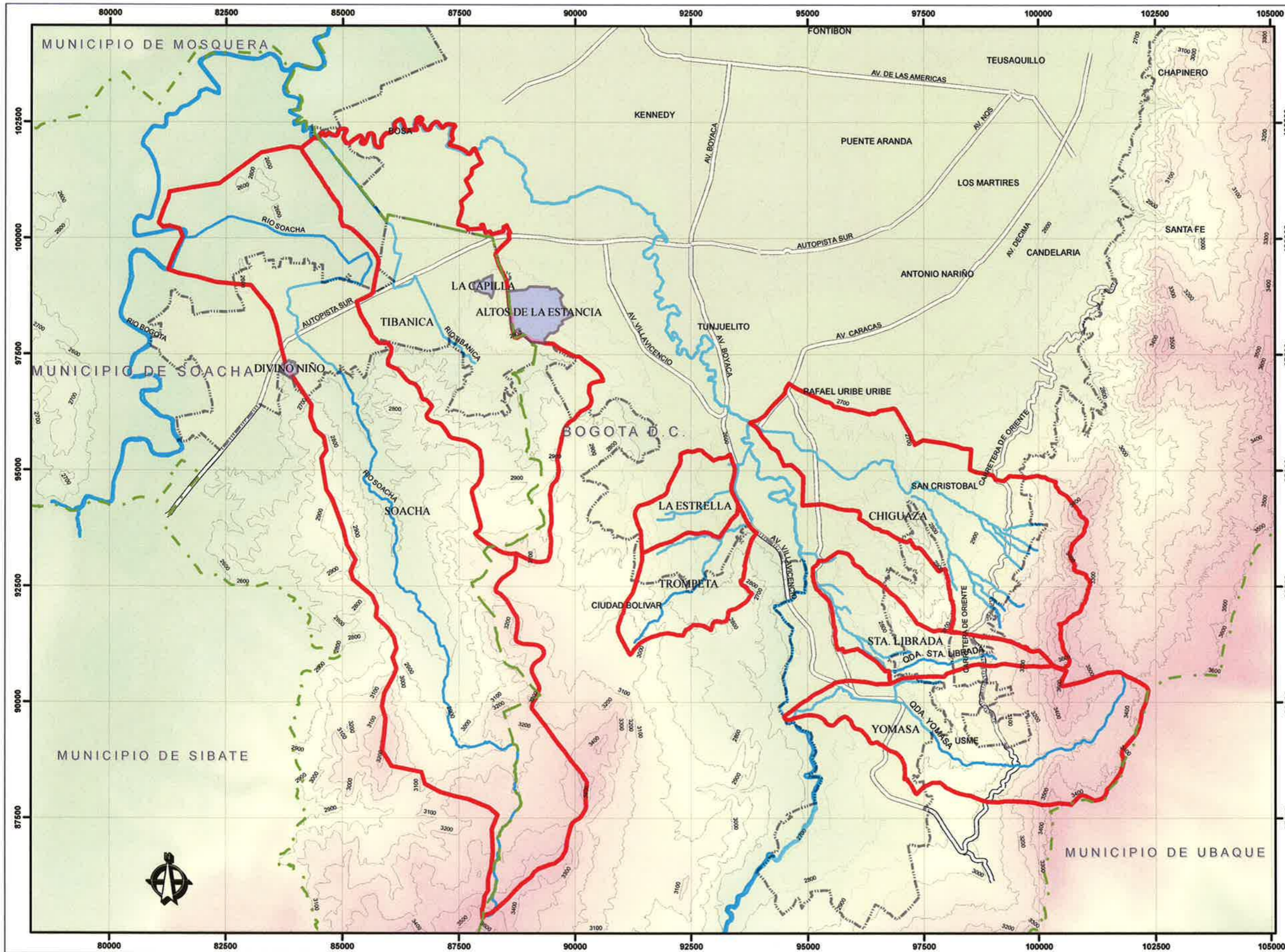
### Español

Volumen 1 : Resumen

Volumen 2 : Reporte Principal

Volumen 3 : Reporte de Soporte

Volumen 4 : Libros de Datos 1, 2 y 3



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Secretaría de Gobierno

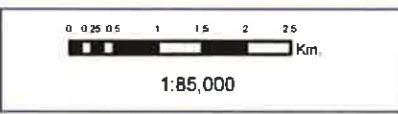
ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA

JICA Japan International Cooperation Agency



**LEYENDA**

- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE AREA DE ESTUDIO
- AREA URBANA
- HIDROGRAFIA
- LIMITE DE LOCALIDAD
- CURVAS DE NIVEL 100 m
- High: 3600
- Low: 2400



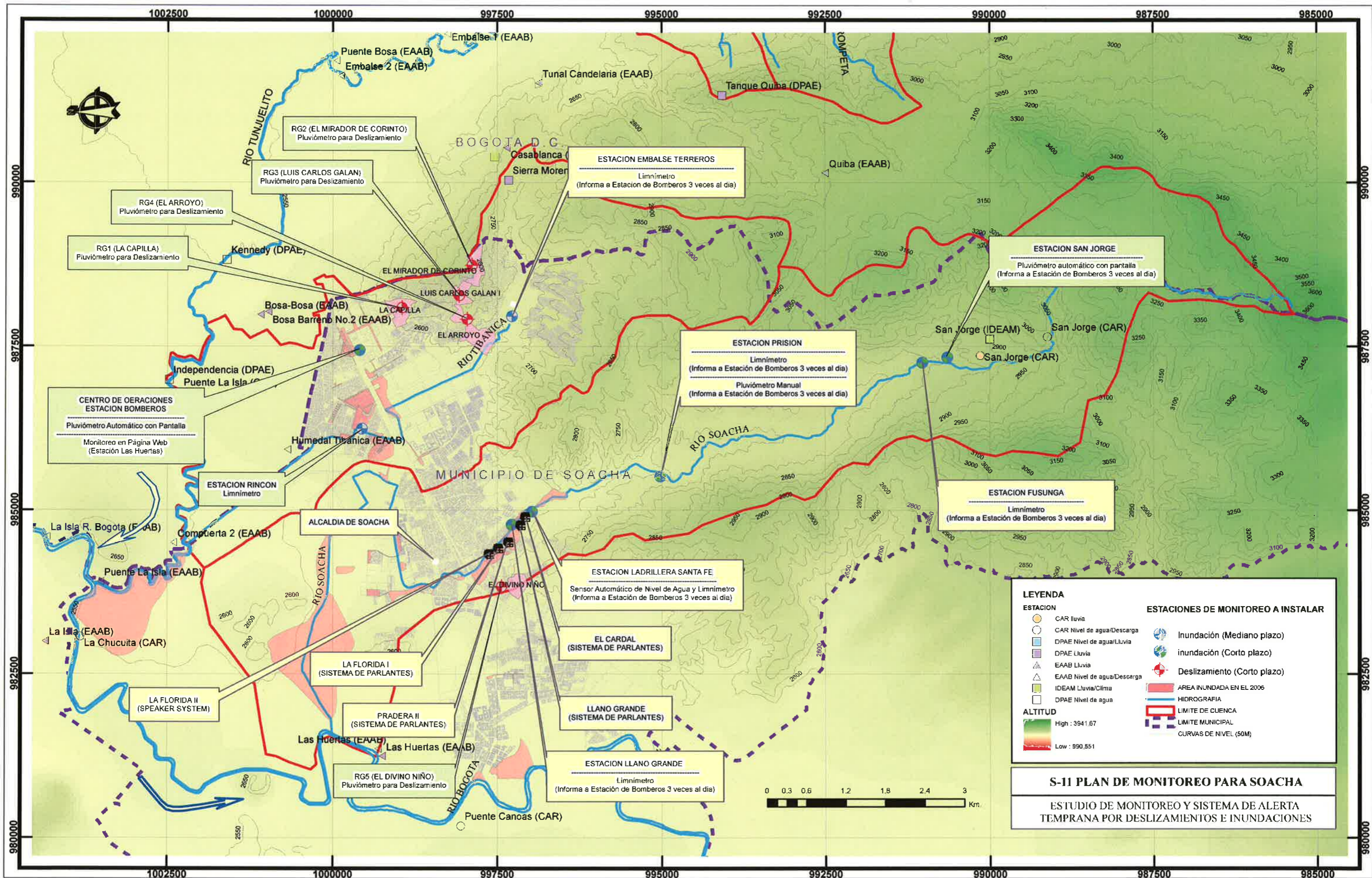
Proyeccion System Parameters

PCS\_CarMAGBOG  
 Proyección: Transversa Mercator  
 Falso Este: 82334,879000  
 Falso Norte: 109320,965000  
 Meridiano central: -74,148592  
 Factor de escala: 1,000000  
 Latitud de Origen: 4,680486  
 Unidad Lineal: Metros

GCS\_CarMAGBOG  
 Datum: CGS\_CarMAGBOG

**G-1 AREA DE ESTUDIO**

ESTUDIO DE MONITOREO Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES



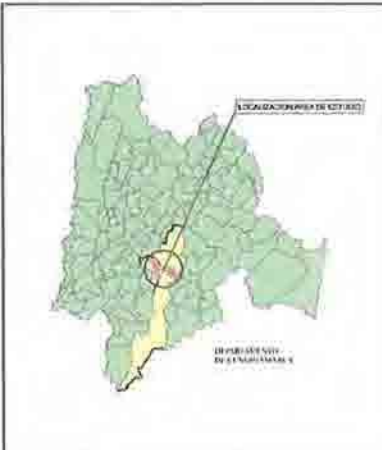
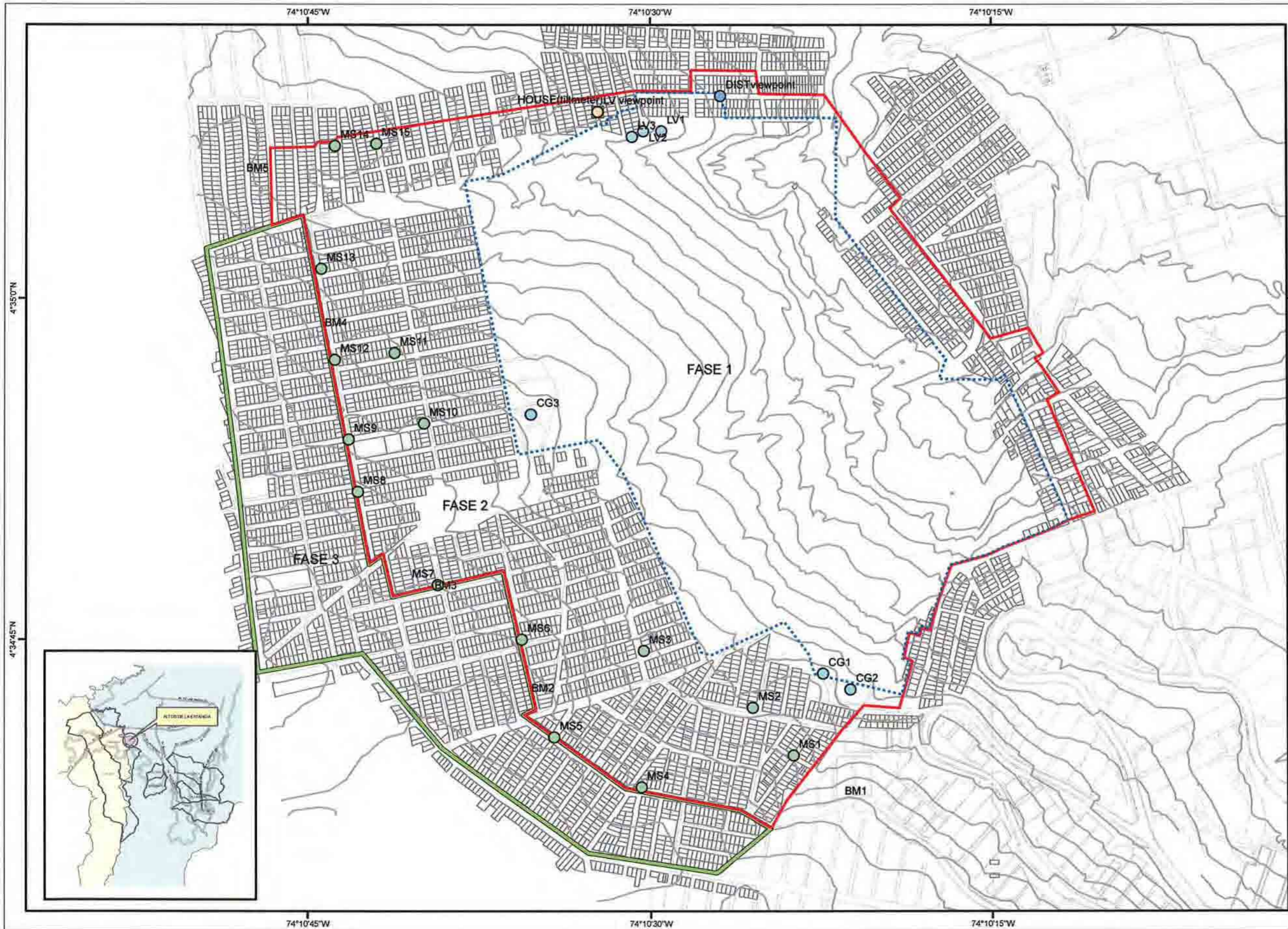
**LEYENDA**

ESTACION	ESTACIONES DE MONITOREO A INSTALAR
● CAR Lluvia	🌊 Inundación (Mediano plazo)
○ CAR Nivel de agua/Descarga	🌊 Inundación (Corto plazo)
□ DPAE Nivel de agua/Lluvia	🚨 Deslizamiento (Corto plazo)
▫ DPAE Lluvia	🗺️ AREA INUNDADA EN EL 2006
△ EAAB Nivel de agua/Descarga	📏 HIDROGRAFIA
🌡️ IDEAM Lluvia/Clima	📏 LIMITE DE CUENCA
□ DPAE Nivel de agua	📏 LIMITE MUNICIPAL
	📏 CURVAS DE NIVEL (50M)

**ALTITUD**  
 High : 3941.67  
 Low : 990.551

**S-11 PLAN DE MONITOREO PARA SOACHA**  
 ESTUDIO DE MONITOREO Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES





- LEYENDA**
- ⋯ FASE I
  - FASE II
  - FASE III
- CLASE**
- EXTENSOMETRO
  - PUNTO DE MIRA (DISTANCIOMETRO)
  - PUNTO DE NIVEL (MOJON)
  - PUNTO DE NIVEL
  - ESTACAS MOVILES
  - INCLINOMETRO
  - CURVAS DE NIVEL 10M

Parámetros de Sistema de Proyección

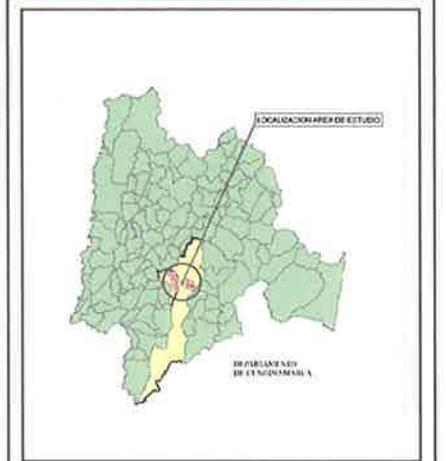
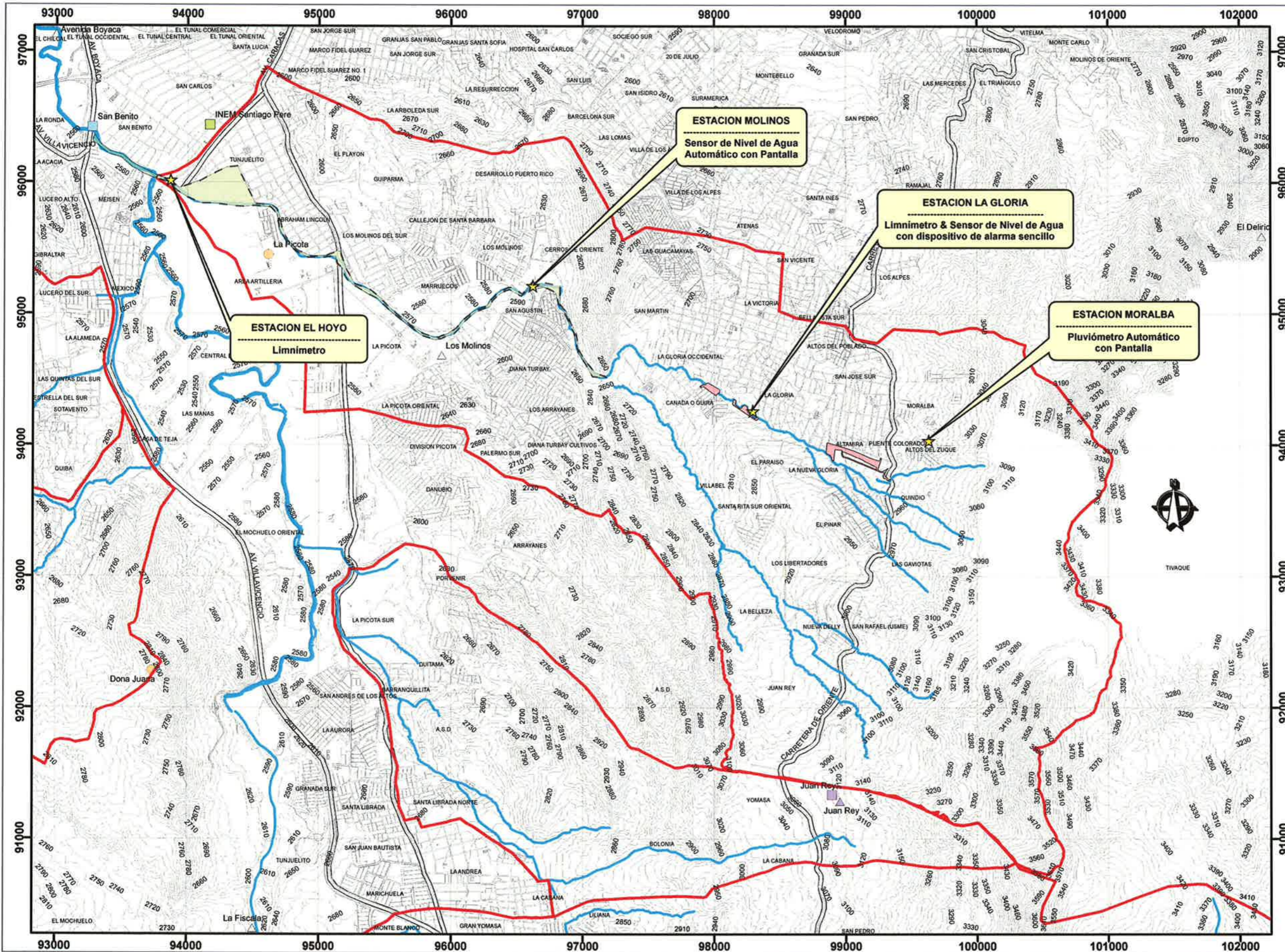
PCS: CarTMAGBOG  
 Proyección: Transversa Mercator  
 Falso Este: 82334.879000  
 Falso Norte: 109320.965000  
 Meridiano central: -74.148592  
 Factor de escala: 1,000000  
 Latitud de Origen: 4.880486  
 Unidad Lineal: Metros

GCS: CarTMAGBOG  
 Datum: CGS\_CarTMAGBOG

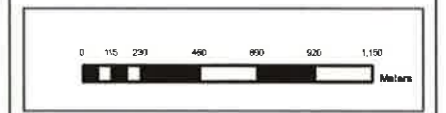
**B-3 PLAN DE MONITOREO POR EQUIPO DE ESTUDIO**

ESTUDIO DE MONITOREO Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES





- LEYENDA**
- AREA AFECTADA SI HAY OBSTRUCCION
  - CHIGÜAZA 25 AÑOS
  - LIMITE DE CUENCA
  - CAR Lluvia
  - CAR Nivel de agua/Descarga
  - DPAA Nivel de agua/Lluvia
  - DPAA Lluvia
  - EAAB Lluvia
  - EAAB Nivel de agua/Descarga
  - IDEAM Lluvia/Clima
  - DPAA Nivel de agua
  - HIDROGRAFÍA
  - CURVAS DE NIVEL (10m.)
  - ★ PUNTOS DE MONITOREO



Parámetros de sistema de proyección:

PCS\_CartMAGBOG  
 Proyección: Transversa Mercator  
 Falso\_Este: 82334,879000  
 Falso\_Norte: 109320,965000  
 Meridiano central: -74,146582  
 Factor de escala: 1,000000  
 Latitud de Origen: 4,680488  
 Unidad Lineal: Metros

GCS\_CartMAGBOG  
 Datum: CGS\_CartMAGBOG

**B-9 PLAN DE MONITOREO PARA QUEBRADA CHIGÜAZA**

ESTUDIO DE MONITOREO Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES

# Estudio acerca de Monitoreo y Sistema de Alerta Temprana y Monitoreo para Deslizamientos e Inundaciones

## Bosquejo

### 1 Antecedentes del Estudio

Las Áreas del Estudio son el área de deslizamiento y las cuencas de los ríos /quebradas localizadas en la parte sur y límites de la ciudad de Bogotá, la capital de la República de Colombia. La elevación del terreno es de 2,500m en el área baja y 3,600 m como el punto más alto sobre la media del nivel del mar. El área de estudio se ha desarrollado bien rápidamente desde 1970 como un área marginal de la ciudad de Bogotá, donde en un área en condiciones de pobreza como taludes empinados alrededor de canteras abandonadas o que solían ser humedales las personas comenzaron a vivir densamente, formando barrios de bajos ingresos. Por otro lado, el área ha sufrido de deslizamientos, fallas de taludes empinados e inundaciones debido a las condiciones de topografía y meteorología. La ciudad de Bogotá ya ha llevado a cabo una cantidad de estudios e implementado algunas reubicaciones. En la cuenca del río Tunjuelo, a lo largo del curso principal del río se ha establecido el sistema de monitoreo y alerta temprana, sin embargo, el sistema no se ha establecido todavía dentro de las cuencas de algunos tributarios, lo cual no es suficiente desde el punto de vista de salvar la vida de las personas. La ciudad de Soacha tiene una organización de prevención de desastres, sin embargo no tiene ningún sistema de monitoreo.

Bajo las situaciones arriba, el Gobierno de Colombia pidió al Gobierno de Japón hacer un plan del sistema de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos e inundaciones para una parte de la ciudad de Bogotá y Soacha. Respondiendo a esta solicitud, La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) despachó el Equipo de Estudio encabezado por el Sr. Kimio Takeya en Junio 2006.

### 2 Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio son:

- Preparar un Plan para el sistema de monitoreo y alerta temprana para el área de Estudio para deslizamientos e inundaciones para el año objetivo 2020.
- Establecer, operar y mantener el sistema de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos e inundaciones para las áreas seleccionadas a través de los proyectos piloto contando con la iniciativa de la gente de la comunidad para mejorar la capacidad en prevención de desastres de las organizaciones de la contraparte y las comunidades.
- Transferir tecnologías y conocimiento al personal Colombiano involucrado en el Estudio.

### 3 Área de Estudio

El Área de Estudio es un (1) área de deslizamiento y cuatro (4) cuencas de quebrada localizadas en la parte sur de Bogotá, y dos (2) áreas de talud empinado y dos (2) cuencas de río de Soacha que esta cerca de Bogotá.

### 4 Plan de Monitoreo y Sistema de Alerta Temprana

#### 4.1 Deslizamientos de Bogotá

##### Condición Actual del Deslizamiento

El área de estudio de Deslizamiento en Bogotá es solo un lugar, llamado comúnmente Altos de La Estancia, que esta al sur occidente de Bogotá. De aquí en adelante, el deslizamiento en el sector de Altos de La Estancia es llamado “el Deslizamiento”. El deslizamiento que esta compuesto de dos grandes masas llamadas La Carbonera en el sur y El Espino al norte que están forzando a la

reubicación de cientos de familias en un área aproximada de 100ha. El tipo de deslizamiento es principalmente un movimiento de masa lento acompañado con algunos tipos de movimientos diferentes pequeños. DPAE dividió el área de Deslizamiento en 3 zonas alerta alta, alerta media y alerta baja o Fase I, Fase II y Fase III con el propósito de hacer el programa de reubicación como se muestra en la Tabla abajo. No hay casas residenciales en las áreas de la Fase 1, pero todavía hay casas en el área de la Fase II en el año 2007.

#### Áreas en los deslizamientos

Área	Condición	Programa de reubicación por Bogotá
Fase I	Las superficies del terreno están deformadas. El área más activa en el deslizamiento.	El programa de reubicación ha sido completado.
Fase II	Las áreas se ubican sobre y debajo de la Fase I. Las áreas no fueron afectadas por el deslizamiento, pero recientemente se encontraron algunas grietas y deformación en el terreno en las áreas.	El programa de reubicación esta en progreso.
Fase III	Las áreas se ubican en las partes alta y baja de las Fases I y II. Las áreas se consideran seguras.	Fuera del programa de reubicación.
Afuera del área de deslizamiento	Afuera del deslizamiento.	Afuera del programa de reubicación.

#### Objetivo

Mejorar la capacidad de DPAE acerca de la prevención de desastres por medio de la implementación del plan propuesto en este estudio.

#### Propósito del Proyecto

El propósito del monitoreo como el proyecto piloto es que las áreas residenciales consideradas como seguras estén todavía en condición de seguridad. Si surge cualquier duda por medio del monitoreo, las áreas deben ser reconsideradas. Las áreas objetivo del monitoreo son el área residencial (área de la Fase III y las áreas fuera del área de deslizamiento) solo como sigue,

- a. Límites entre la Fase II y III
- b. Las áreas sobre las cabezas del deslizamiento principal en la Fase II.
- c. La casa en la cual las grietas y distorsiones se encontraron.

Con referencia al “b” arriba nuevos colapsos ocurrieron recientemente cerca de las cabezas de los bloques del deslizamiento principal que pueden mostrar la expansión del deslizamiento hacia arriba (hacia la Fase III). Para averiguar el movimiento del terreno sobre los bloques de deslizamiento principales, el monitoreo es llevado a cabo en el área sobre las cabezas de los bloques de deslizamiento principales en la Fase II. Con referencia a “c” arriba, se encontraron recientemente algunas grietas y deformaciones de una casa en un área segura.

#### Monitoreo

Las siguientes cinco clases de trabajos de monitoreo son llevados a cabo. La Cantidad de monitoreos se muestra abajo.

Tabla de Cantidad de Monitoreos

Ubicación	Monitoreo	Ítem	Cantidad
Límite entre el Deslizamiento y el área Residencial	Punto de levantamiento	Puntos de levantamiento	15
		Puntos fijos (Mojones)	5
Fase II	Extensómetro	Extensómetro	3
		Clavijas (4 clavijas para 1 juego)	3 juegos
Casa levantada y deformada	Levantamiento de nivel	Puntos de levantamiento	3
		Sensor	1
	Inclinómetro	Colector	1
		Distanciómetro Láser	1
Distanciómetro	Placa Objetivo	2	

Los Puntos de Levantamiento fueron instalados a lo largo del límite entre el área residencial y la del deslizamiento para confirmar que las áreas seguras todavía están seguras. En caso de que se observe cualquier movimiento en algunos puntos de levantamiento por medio del monitoreo, el área alrededor de los puntos de levantamiento podría ser afectada por el deslizamiento. Es necesaria la exploración del área para encontrar cualquier daño, las distorsiones y las grietas en el terreno, las casas o las estructuras. En total fueron instalados 15 puntos de levantamiento, y cinco puntos fijos se instalaron como mojones.

El movimiento de las grietas monitoreadas por extensómetros sencillos se puede resumir en las gráficas que muestran las relaciones entre tiempo y movimiento. Las gráficas pueden mostrar el movimiento de la cabeza del bloque del deslizamiento, y luego la velocidad del movimiento del deslizamiento puede estimarse.

En la casa que es objeto de monitoreo, los residentes encontraron algunas grietas de la casa en Octubre 2006. La casa se ubica en el área segura (afuera del deslizamiento) cerca al límite entre el área de evacuación, y el lugar cerca al levantamiento por el movimiento del deslizamiento. Los siguientes equipos fueron instalados dentro y alrededor para monitorear el progreso lento de la inclinación de la casa y el movimiento lento del levantamiento.

- a. Inclinómetros en el sótano de la casa
- b. Distanciómetro Láser para monitorear la distancia entre la casa y el levantamiento.
- c. El colector que conecta los inclinómetro en la casa.
- d. Puntos de levantamiento para monitorear como se eleva el levantamiento.

Para el monitoreo de la distancia entre la casa y el levantamiento, el Distanciómetro láser se emplea en vez de los extensómetro que requieren cables en el terreno.

#### Procesamiento de Datos

No se ha visto ningún movimiento significativo en todo el monitoreo hasta el momento. Los resultados podrían mostrar que el deslizamiento no ha alcanzado las áreas seguras, y las áreas residenciales podrían estar en condición segura. Sin embargo, el periodo del monitoreo es muy corto para juzgar la seguridad de las áreas, el monitoreo debe ser continuado y se deben acumular los datos para confirmar la seguridad de las áreas.

## Mapa de Amenazas

La DPAE hizo una división del área en tres zonas llamadas Fase I, Fase II y Fase III de acuerdo a la información disponible y especialmente en el estudio de INGEOMINAS (2003) para reubicar la población de todas las áreas, y publicó el mapa como Mapa de Amenazas. Casi todos los habitantes de la Fase I actualmente han sido reubicados, y la reubicación de los habitantes en la Fase II esta en progreso. La zona de la Fase III, que se cuenta como área estable y fuera del programa de reubicación, corresponde a la parte alta del talud.

## Alerta Temprana y Plan de Evacuación

Los sistemas de alerta temprana usando los sistemas de monitoreo automáticos no se requieren en el Deslizamiento en términos de salvar vidas humanas en el área, debido al programa de reubicación existente y la velocidad del movimiento de deslizamiento. Lo más recomendable es observar las condiciones del terreno por medio de los ingenieros con un patrullaje regular o por medio de las comunidades en su diario vivir. Esta encuesta de observación se lleva a cabo para examinar la extensión, dirección del movimiento, y el mecanismo de deslizamientos en detalle cuando cualquier signo de movimiento de deslizamiento tal como escarpe de deslizamiento o grietas sea encontrado o cuando hay alguna posibilidad de ocurrencia futura de deslizamientos.

### 4.2 Inundación en las Quebradas Objetivo en Bogotá

#### Inundaciones pasadas en las Quebradas Objetivo

La quebradas objetivo en Bogotá son la quebrada Chiguaza, quebrada Santa Librada, quebrada y las quebradas La Estrella -Trompeta. El área de cuenca más grande es la de la Chiguaza, 18.7 km<sup>2</sup>. Los taludes de los lechos de estas quebradas están bien empinados y su tramo principal es mayor de 3 grados.

La encuesta fue llevada a cabo por el Equipo de Estudio acerca de las inundaciones pasadas en las 4 quebradas. En la Chiguaza, un desastres de inundación tuvo lugar en Mayo 19,1994 lo que causó 4 víctimas, 800 personas fueron afectadas en esta inundación, la estación de lluvia de Juan Rey de la EAAB localizada en la parte alta de la captación de la quebrada registró un lluvia diaria de 22.9 mm y los 30 minutos máximos de lluvia 19mm. El daño de inundaciones fue causado por la inundación de las calles del lado derecho de la quebrada debido a la obstrucción de los culverts que cruzan la quebrada en el área de estudio, ese es un desastre por inundación asociado con víctimas y una cantidad de afectados de acuerdo a la encuesta realizada en este estudio.

También en la Chiguaza la inundación ocurrió en el tramo más aguas abajo cerca de la confluencia del río Tunjuelo a finales de Mayo 2002. Se consideró que esta inundación fue causada por escorrentía de la Chiguaza en sí misma así como por nivel de agua alto en el río Tunjuelo. En la parte alta del río Tunjuelo el embalse Cantarrana de la EAAB (para propósitos de control de inundaciones) fue construido en 2007. El tramo aguas abajo ha sido mejorado por la EAAB, de modo que el nivel de seguridad esta incrementando en la Chiguaza. Sin embargo, ya que hay pocos datos monitoreados, especialmente datos de nivel de agua, el nivel de seguridad no esta confirmado todavía de acuerdo a la relación entre los datos de lluvia monitoreados y el nivel de agua.

#### Objetivos del Plan

Por medio de la implementación del plan propuesto en el Estudio, la capacidad de prevención de desastres de DPAE sería mejorada. El plan esta separado en corto, mediano y largo plazo, cuyo año objetivo es el 2020.

#### Principio de Planeación

El plan arriba fue preparado a corto, mediano y largo plazo. El año objetivo del plan esta establecido en 2020, asumiendo que la implementación del plan comienza en 2007 y toma catorce (14) años para

la culminación. La razón por la cual se dice que el plan comienza en 2007 es que el(los) proyecto piloto en este Estudio se llevarán a cabo como parte del plan propuesto.

#### Definición de Planes a Corto, Mediano y Largo plazo.

Plan	Año	Definición
Corto	2007-2008	Se requiere urgentemente y se deben implementar como proyectos piloto lo que será la base del plan a mediano y largo plazo.
Mediano	2008-2012	Este es la extensión del plan a corto plazo, para asegurar más las quebradas objetivo.
Largo	2013-2020	Este es un sistema totalmente avanzado, de acuerdo a la experiencia de los planes a corto y mediano plazo.

El propósito del plan propuesto es prevenir que la gente en el área previamente afectada sufra del mismo daño de inundación en un futuro cercano, o mitiguen el daño futuro por medio del plan. Así que, como una herramienta para lo anterior, se requieren las condiciones de monitoreo hidrometeorológico por medio de los equipos y la preparación del sistema de alerta temprana de acuerdo a los datos monitoreados. Por lo tanto, se debe señalar que es bien importante que la gente que debe evacuar, en un evento de inundación entienda el sistema de alerta temprana y toma las acciones necesarias. En este sentido, a menos que la gente entienda la importancia del sistema del y pueda hacer uso del sistema realmente, cualquier equipo costoso para el monitoreo y la alerta temprana es insignificante.

De acuerdo al propósito, el sistema de monitoreo la DPAE debe proceder de acuerdo a las siguientes fases,

#### Sistema de Recolección de Datos y Monitoreo

Fase 1 : Fase de entrenamiento de las personas y acumulación de datos

La captación de la quebrada Chiguaza esta definida como el área de monitoreo más importante y se instalaron las siguientes estaciones,

Lista de Estaciones a ser monitoreadas por DPAE (Corto –Plazo)

Ubicación	Ítem a monitorear	Propósito del Monitoreo	Equipo	Persona a cargo del Monitoreo
Colegio Moralba	Lluvia 10 minutos	La lluvia de corta duración en la parte alta del área afectada en 1994 será monitoreada.	Pluviómetro (tipo balancín), colector de datos con pantalla externa, panel solar, batería, gabinete y sistema puesta a tierra	Vigilante del Colegio Monitoreo Horario
La Gloria	Nivel de agua en el tramo alto.	La gente afectada en la inundación de 1994 debe empezar el monitoreo(nivel de agua)	Limnómetro, nivel de agua con dispositivo de alarma sencillo.	Monitoreo 3 veces al día por medio de la gente y registro de la hora y nivel de agua en subida del nivel de agua.
Molinos (puente peatonal cerca del Colegio)	Nivel de agua en el tramo medio	Las personas afectadas por la inundación de 1994 deben comenzar el monitoreo (nivel de agua).	Sensor medidor (tipo ultrasónico), Colector de datos con pantalla externa, panel solar, batería, gabinete y sistema puesta a tierra.	3 veces al día por las personas y vigilantes del colegio.
El Hoyo	Nivel de agua en la corriente baja.	Las personas afectadas por la inundación de 2002 deben comenzar el monitoreo (nivel de agua)	Limnómetro de DPAE	3 veces al día por la Defensa Civil

En esta fase los siguientes aspectos deben ser establecidos.

- La Acumulación de la experiencia del monitoreo del nivel de agua de las personas en la cuenca baja y la experiencia del monitoreo de las personas en la cuenca alta. La colaboración entre la cuenca alta y baja es mejorada.
- La Acumulación de los datos con respecto a la lluvia de corta duración en la parte alta y la respuesta de nivel de agua en la cuenca baja.
- El entendimiento de las personas en la cuenca baja del fenómeno de la respuesta del nivel de agua por la lluvia de de la cuenca alta (entendimiento de la alerta falsa)

Fase 2 : Lluvia y medición del Nivel de Agua en la captación de la quebrada Yomasa

La quebrada Yomasa, no sufrió de daño por inundación como Chiguaza en 1994, sin embargo, la condición presente del lecho de la quebrada tiene un notable depósito sedimento inestable



Lista de Estaciones a ser monitoreadas por DPAE (Mediano –Plazo)

Ubicación	Ítem a monitorear	Propósito del Monitoreo	Equipo	Persona a cargo del Monitoreo
Alemana	Lluvia	Medición de la lluvia aguas arriba en la Quebrada Yomasa.	Pluviómetro (automático con pantalla externa)	Monitoreo 3 veces al día por las personas
Ave. Usme Aguas abajo	Nivel de agua	Medición de la respuesta de nivel de agua por la lluvia aguas arriba.	Limnómetro	Monitoreo 3 veces al día por las personas

### Análisis de Datos y Procesamiento

Midiendo el nivel de agua continuamente en Molinos los datos de respuesta de nivel de agua para la lluvia aguas arriba serán acumulados, también como la medición de descarga (por flotación durante la inundación) será llevada a cabo para confirmar la escorrentía desde la corriente alta y analizar la lluvia efectiva, lo que podría mejorar el criterio de alerta. La velocidad de la medición por medio del flotador debe ser arreglado por medio de la gente que monitorea el limnómetro en Molinos a corto plazo.

También, el nivel de agua en Molinos y la lluvia en Moralba serán transferidos por medio del sistema telemétrico a DPAE, cuyo sistema estará incluido en el sistema de alerta temprana actual del Río Tunjuelo.

### Mapa de Susceptibilidad y criterio de alerta temprana

El mapa de inundación de la inundación en Mayo 1994 fue realizado por el Equipo de Estudio de acuerdo a la encuesta de inundación de las personas afectadas en 1994 en la quebrada Chiguaza. También el área de inundación probable para un periodo de retorno de 25 años se preparó para el área aguas debajo de la Chiguaza.

La alerta de inundación del Área de estudio se propuso como lluvia diaria de 10mm tentativamente. Esto esta de acuerdo al análisis estadístico de la lluvia y alguna clase de eventos en el área de estudio, de la DPAE de datos de los últimos 5 años. En la captación de la quebrada Chiguaza en los últimos 5 años, 38 eventos de inundación fueron reportados a la DPAE. El fenómeno detallado de tal inundación no fue registrado, sin embargo, es la suma de varios eventos de inundación tales como el desbordamiento del dique y la inundación interna de acuerdo a la información de las personas. Entre ellos, 20 eventos (50%) sucedieron en el tiempo de lluvia diaria 10 mm. Esto quiere decir que en la captación de la quebrada Chiguaza, cuando la lluvia diaria es de 10mm alguna clase de inundación ocurriría con una posibilidad del 50% , de manera que esta lluvia debe ser establecida como alerta tentativamente. En las otras 3 quebradas, cuando la lluvia diaria es de 10mm, la posibilidad de evento de inundación es más baja, sin embargo, considerando el tamaño pequeño de la captación, una alerta más detallada por área (captación) no se puede proponer.

El criterio tentativo de alerta para la quebrada Chiguaza de acuerdo al monitoreo y estudio hidráulico es el siguiente,

En el tramo aguas abajo, entre la Avenida Caracas y la calle Molinos, hay una sección críticas cuya capacidad de caudal esta solo para un período de retorno de 10 años. La descarga para el período de retorno de 10 años puede ser traída por cerca de 20mm por 30 minutos. Por lo tanto, el criterio de alerta se establece de la siguiente manera, nivel de alerta 6mm por 10 minutos y nivel de alerta de 20mm por 30 minutos.

En el tramo desde la corriente media hasta la corriente alta de la Chiguaza, básicamente la capacidad del canal es bien alta, sin embargo, como ellos lo experimentaron en la inundación de Mayo 1994, si una estructura que atraviesa tal como un culvert que este obstruido, el desbordamiento podría tomar lugar fácilmente e inesperadamente. Seis (6) ubicaciones fueron señaladas porque necesitan

mantenimiento periódico.

En la corriente alta, hay posibilidad que la estructura que cruza esta obstruida por basura y deposición de sedimento como lo vieron en Mayo 1994. El criterio de alerta en términos de lluvia para esta clase de fenómeno es difícil debido a la carencia de datos. Tentativamente de acuerdo a la cantidad de lluvia medida en Mayo de 1994, la lluvia de los últimos 15 días de lluvia 78.1 mm y la lluvia diaria de 22.9 mm se proponen como primer criterio. Si la lluvia excede este valor, se recomienda hacer un patrullaje a lo largo de la quebrada.

#### Plan de transferencia de la información

DPAE esta a cargo de la transferencia de la información a la comunidad de acuerdo a los datos monitoreados. La modificación del criterio de alerta debe ser realizada por DPAE.

### 4.3 Deslizamientos en el Municipio de Soacha

#### Estado de los Deslizamientos

Los deslizamientos, la mayoría clasificados en caída de rocas y colapsos de superficies, en las áreas de estudio ocurren frecuentemente en canteras abandonadas en Altos de Cazuca donde hay casas reunidas en el área baja y alta cerca de los taludes empinados y las áreas de amenaza. También, en las casas agrupadas en el área de amenaza formadas por la Cantera en Divino Niño. De acuerdo al registro estadístico, el número de casas residenciales sufrieron de deslizamientos especialmente en

Divino Niño y La Capilla de Altos de Cazuca es el más alto del Municipio de Soacha. Así que, se deben tomar medidas prontas para salvar la vida de las personas en estas áreas. Los taludes empinados en las canteras abandonadas son las condiciones más críticas entre los muchos desastres en Altos de Cazuca. En este proyecto, solo los taludes empinados en las canteras abandonadas con objeto de los estudios.

#### Objetivo

Mejoramiento de la Capacidad de la Alcaldía de Soacha acerca de la prevención de desastres por la implementación del plan propuesto en este estudio.

#### Propósito del Proyecto

Aún algunos deslizamientos ocurren en condición seca, muchos desastres por deslizamiento han ocurrido en o después de aguaceros en Altos de Cazuca y El Divino Niño en el Municipio de Soacha. Puede ser cierto que la lluvia cause muchos deslizamientos en el Municipio de Soacha, pero no es cierto con ningún dato soporte. La recolección de información de precipitación es más importante para tomar acción en contra de los desastres por deslizamiento. La acumulación de la información acerca de precipitación y ocurrencia de deslizamientos, la relación entre lluvia y ocurrencia de deslizamientos deben ser estudiadas.

Para instalar tantos pluviómetros como sea posible para el propósito, los pluviómetros sencillos que tienen bajo costo y son fáciles de leer fueron instalados en el área proyecto piloto. Para monitorear muchos pluviómetros constantemente, los trabajos de monitoreo se dejaron a la comunidad en donde los pluviómetros están instalados. Se espera que la conciencia de la comunidad sobre prevención de desastres se vuelva más alta con los trabajos de monitoreo. El registro de deslizamientos esta siendo llevado a cabo por el Municipio de Soacha, ya que, los registros de deslizamientos requieren más pericia.

#### Monitoreo

El monitoreo de Precipitación fue llevado a cabo en el área del proyecto piloto donde esta Altos de Cazucá y El Divino Niño en el Municipio de Soacha. Cinco pluviómetros se instalaron en cinco

colegios del área del proyecto piloto.

El pluviómetro consiste de embudo y cilindro y sub-cilindro esta incluido para leer los minutos. Es un pluviómetro muy sencillo sin ninguna parte mecánica ni energía eléctrica.

Básicamente, los trabajos de monitoreo son llevados a cabo por la persona en cada colegio que esta asignada por el rector de cada colegio. Los pluviómetros son leídos tres veces al día 6:30, 14:00, y 18:00. Los registros son enviados una vez al mes al Municipio de Soacha. En el caso de la lluvia acumulada es más de 20mm/24h, la persona que lee el pluviómetro debe llamar a la estación de bomberos en el Municipio de Soacha.

Todos los deslizamientos en el Municipio de Soacha deben ser registrados inmediatamente después de ocurrido el deslizamiento usando el formato de registro. Especialmente, las áreas de Proyecto Piloto, Altos de Cazucá y El Divino Niño, se les ha puesto énfasis. Los formatos son llenados por el ingeniero después de que visita el sitio del deslizamiento. El reporte de monitoreo contiene un análisis de la relación entre la lluvia y los desastres por deslizamiento. El formato de registro que ha sido registrado debe ser llenado en la oficina de los ingenieros en el Municipio de Soacha.

#### Procesamiento de Datos

El monitoreo de precipitación ha sido llevado a cabo por cinco meses, aún los datos de precipitación necesitan ser acumulados para más períodos para decir algo acerca de la lluvia. En el momento, las siguientes cosas se encontraron en el monitoreo.

- a) La precipitación Mensual en Agosto es más que en Septiembre. Esta muestra una tendencia diferente del promedio normal del año.
- b) La precipitación mensual es diferente en cada punto en Agosto, y no es diferente en cada punto en Septiembre.
- c) La precipitación mensual máxima se observó con RG-4 con 141.8 mm en Octubre.
- d) La precipitación máxima se observó con RG-4 con 58.2 mm el 13 de Octubre.
- e) Entre más baja este la altitud de los pluviómetros, más tiende a llover especialmente en Agosto.

Ocurrieron tres desastres de deslizamiento en el periodo de Octubre 13 hasta Octubre 15 en Los Robles, Terranova y La Capilla en Altos de Cazucá. La lluvia continuó intermitentemente desde Octubre 6 hasta Octubre 14 en Altos de Cazucá. Los puntos de pluviómetros más cercanos a Los Robles es el RG-4, a Terranova es el RG-3 y La Capilla es RG-1. De acuerdo a la Figura 8-3, el exceso de 20 mm de lluvia acumulada puede ser apropiada para el Nivel de Alerta 1 y el exceso de 50mm de lluvia acumulada puede ser apropiada para el Nivel de Alerta 2.

#### Mapa de Amenaza

El levantamiento de inventario de Desastre en Altos de Cazucá y el Divino Niño fue llevado a cabo por análisis foto aéreo y reconocimiento del sitio. Los resultados del levantamiento inventario de desastre se muestran en el Mapa de Inventario de Desastre. Los taludes empinados en las canteras abandonadas son las condiciones más críticas entre los muchos desastres en Altos de Cazucá. En este proyecto, solo los taludes empinados en las canteras abandonadas con el objeto de estos estudios.

En el área de estudio, las Zonas Críticas han sido establecidas para verificar el área crítica en los barrios, Barrio La Capilla en Altos de Cazucá y El Divino Niño donde las casas son densas, los taludes son altos, y los deslizamientos ocurren frecuentemente. Las Zonas Críticas están establecidas encima y debajo de los taludes empinados. La Zona Crítica está definida como el área donde la distancia 2 veces la altura del talud (2h) desde la base del talud. La Zona Crítica en El Divino Niño y La Capilla se muestra en la Figura anexa.

El Municipio de Soacha tiene un esquema para la reubicación de las casas desde las áreas de altos riesgo como programa de prevención de riesgos. Los mapas de Zona Crítica podrían proveer información útil para el esquema de reubicación del Municipio de Soacha. Es obvio, Sin embargo, que la reubicación de las casas en las Zona Críticas en El Divino Niño y La Capilla prontamente es difícil, ya que muchas casas están involucradas en Zonas Críticas. La Zona de Emergencia esta establecida en las Zonas Críticas en El Divino Niño donde esta el área más grave en Soacha. Las casas en la Zona de Emergencia deben ser evacuadas inmediatamente. El criterio de la Zona de Emergencia esta dentro de los límites de 10m o 2 casas desde la base del talud.

En el proceso del programa de reubicación en Divino Niño, la reubicación de todas las personas de las Zonas Críticas y aún en Zonas de Emergencia podría tomar más tiempo. Por lo tanto, es importante proteger las personas que están en las Zonas de Emergencia y las Zonas Críticas. Para hacer eso, lo más importante es que la gente debe saber si están en las zonas o no por medio del Mapa de Zonas Críticas. (Mapas de Amenaza).

#### Alerta Temprana y Evacuación

Los taludes empinados están cubiertos por material arcilloso que fue creado en el proceso de erosión de la piedra arenisca y esquistos arcillosos. Las superficies de los taludes empinados son sensibles. Además, las grietas abiertas observadas en los taludes indican que los cuerpos enteros de los taludes se han estado moviendo constantemente desde el pasado. Por lo tanto, los taludes empinados están en un estado delicado y un corte adicional en los taludes empinados es igual a remover la base del talud y esta actividad incrementa el riesgo de movimiento de masa. Cualquier protección y trabajo de estabilización en los taludes empinados en canteras abandonadas en El Divino Niño y Altos de Cazucá es impracticable para implementar desde los puntos de vista técnicos.

Es recomendable evacuar de las Zonas Críticas como medidas en contra de los desastres de talud en los taludes empinados de canteras abandonadas. Las casas cercanas a los taludes empinados deben ser reubicadas a áreas seguras afuera de las Zonas Críticas.

#### 4.4 Inundación en Soacha

##### Problemas de inundación en Soacha

El área de estudio para inundaciones en Soacha es la cuenca del Río Soacha (un tributario del río Bogotá) y la cuenca del río Tibanica (un tributario del Río Tunjuelo)

El río Soacha tiene 24 Km. de longitud desde la confluencia del río Bogotá hasta su nacimiento en San Jorge. El río sufrió del más grave daño por inundación de los últimos 20 años en Mayo 11, 2006. Las áreas afectadas más gravemente fueron los llanos de inundación del banco izquierdo entre 7K+877 y 9K+000. Este tramo solía ser un llano de inundación (humedal) en 1940 y la urbanización comenzó después. El barrio llamado Llano Grande sufrió de daño más gravemente donde la profundidad de la inundación fue sobre 1 metro. El daño en el río Tibanica cerca al río Soacha fue comparativamente pequeño. El plan se enfocó en el Río Soacha para el sistema de alerta temprana y monitoreo..

La lluvia en mayo 11, 2006 se observó solo en la estación de IDEAM San Jorge localizada a 18Km aguas arriba desde el río Bogotá. La lluvia observada fue solo de 7.5mm (8:40am hasta las 9:40am) mientras que la lluvia diaria fue de 20mm.

De acuerdo a la gente en Llano Grande, el desbordamiento comenzó a las 11:30 en la mañana, lo que significa que la inundación en Llano Grande tomó lugar 2 horas después de la lluvia en San Jorge. La distancia desde Llano Grande a San Jorge es de alrededor 8 Km., mientras que la distribución de la lluvia en el área no esta clara, de acuerdo a las personas, la lluvia concentrada en la cuenca media del río Soacha.

La estación de Bomberos comenzó el monitoreo de lluvia desde Diciembre 2006 en este Estudio. La

correlación entre la Estación de Bomberos e IDEAM San Jorge es bien baja en términos de lluvia diaria.

### Objetivos del Plan

Por medio de la implementación del plan propuesto en el Estudio, la capacidad de prevención de desastres de la Ciudad de Soacha se mejorará. También se espera que la Alcaldía de Soacha entrene otros municipios en el Gobierno de Cundinamarca, lo que mejoraría la capacidad del Gobierno.

### Principio de Planeación

El plan de arriba fue preparado con planes a corto, mediano y largo plazo. El año objetivo del plan esta establecido en el 2020 asumiendo que la implementación del plan comienza en 2007 y toma catorce (14) años para la culminación. La razón por la cual se dice que el plan comienza en 2007 es porque el(los) proyecto(s) piloto en este Estudio serán llevados a cabo como parte del plan propuesto.

Definición de los Planes a Corto, Mediano y Largo Plazo

Plan	Año	Definición
Corto	2007-2008	Es requerido urgentemente y debe ser implementado como proyecto piloto que se volverán la base del plan a mediano y largo plazo.
Medio	2008-2012	Es la extensión del plan a corto plazo para asegurar más las quebradas objetivo.
Largo	2013-2020	Es un sistema totalmente avanzado basado en la experiencia de los planes a corto y mediano plazo.

El propósito del plan propuesto es prevenir que las personas en el área afectada previamente sufran del mismo daño por inundación en un futuro cercano, o mitiguen el daño futuro por medio del plan. De esta manera, como herramienta para lo anterior, se requieren el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas a través de equipos y la preparación del sistema de alerta temprana basado en los datos monitoreada. Por lo tanto, se debe señalar que es importante que las personas que deben evacuar en un evento de inundación entiendan el significado del sistema de alerta temprana y tomen las acciones necesarias. En este sentido, a menos que la gente entienda la importancia del sistema y pueda hacer uso del sistema realmente, cualquier equipo costoso para el monitoreo y la alerta temprana no tiene sentido.

De acuerdo al propósito, el sistema de monitoreo de DPAE debe proceder de acuerdo a las siguientes fases,

### Sistema de Recolección de datos y Monitoreo

Fase 1 : La medición del Nivel de Agua por las personas afectadas en la inundación de Mayo 2006 y la medición de lluvia por medio de los residentes locales.

La cuenca del Río Soacha esta definida como el área de monitoreo más importante y se establecieron las siguientes estaciones.

Lista de Estaciones a ser monitoreadas por Soacha (Corto Plazo)

Ubicación	Ítem a Monitorear	Propósito del Monitoreo	Equipo	Persona a cargo del Monitoreo
San Jorge (ICA)	Lluvia Horaria	Monitorear la lluvia local en la corriente alta en una posición representativa en la parte alta de la cuenca.	Pluviómetro (tipo balancín), colector de datos con pantalla externa, panel solar, batería, gabinete y sistema puesta a tierra.	Tres veces al día se hace un monitoreo por el vigilante y se reporta a la estación de bomberos por radio.
Fusungá	Nivel de Agua	Para asegurar la exactitud de la alerta el nivel de agua es monitoreado. El monitoreo de la lluvia y nivel de agua en la parte media de la cuenca y la emisión de la alerta hacia el área objetivo aguas abajo.	Limnómetro	Tres veces al día se hace un monitoreo por medio de las personas y se reporta a la estación de bomberos por radio. La persona a cargo es bien colaboradora con la actividad de toda la cuenca
Prisión de la Alcaldía	Lluvia y Nivel de agua.		Limnómetro y medidor de nivel de agua con dispositivo de alarma sencillo y pluviómetro	Tres veces al día se hace un monitoreo por medio de las personas y se reporta a la estación de bomberos por radio
Ladrillera Santa Fe(ladrillera)	Nivel de Agua	El monitoreo de nivel de agua en la cuenca más baja también como la seguridad es asegurada y se emite la alerta al área objetivo aguas abajo.	Sensor de nivel de agua (ultrasónico), Colector de datos con pantalla externa, panel solar, batería, gabinete y sistema puesta a tierra.	Tres veces al día se hace un monitoreo por medio de las personas y se reporta a la estación de bomberos por radio
Llano Grande	Nivel de Agua	Las personas afectadas en la inundación de Mayo 2006 deben empezar el monitoreo de nivel de agua.	Limnómetro	Tres veces al día se hace un monitoreo por medio de las personas y se reporta a la estación de bomberos por radio
Estación de Bomberos	10 minutos de lluvia	Como centro de monitoreo Soacha, la medición de lluvia debe comenzar.	Pluviómetro(tipo balancín), colector de datos con pantalla externa, panel solar, batería, gabinete y polo a tierra	Monitoreo cada hora por los Bomberos.
Estación de Bomberos	Monitoreo de la página web de lluvia y nivel de agua	Toda la información de la estación de monitoreo será puesta en la base de datos.	Computador, portátil y software para bajar los datos.	

En esta fase, las siguientes cosas deben establecerse

Acumulación de la experiencia del monitoreo del nivel de agua de las personas de la cuenca baja y la experiencia de monitoreo de lluvia de las personas de la cuenca alta.

- Establecer la información del sistema de transferencia entre la estación de bomberos y las estaciones de monitoreo y las comunidades por radio, para permitir confirmar a los bomberos el estado actual de la Cuenca.
- La acumulación de datos con respecto a la lluvia de corta duración en la cuenca alta y la respuesta de nivel de agua en la cuenca baja.
- El entendimiento de las personas acerca de la respuesta de fenómeno de nivel de agua por la lluvia en la cuenca alta (entendimiento de la falsa alerta)

Fase 2: Telemetrización de San Jorge (lluvia) y la medición automática de la Ladrillera Santa Fé (nivel de agua) y el llevar a cabo la medición de descarga en la Ladrillera Santa fé.

#### Procesamiento y Análisis de Datos

Midiendo el nivel de agua en la Ladrillera Santa fé continuamente, los datos en respuesta del nivel de agua para la lluvia en la cuenta alta se acumularán, también como la medición de la descarga (por flotación durante la inundación) se llevará a cabo para confirmar la escorrentía desde la cuenca alta y analizar la lluvia efectiva, lo que podría mejorar el criterio de alerta. La velocidad de la medición por flotador debe ser manejada por las personas que monitorean el limnómetro en la Ladrillera Santa fe a Corto Plazo.

Después de la telemetrización de San Jorge y la Ladrillera Santa fe, el sistema de monitoreo de Soacha será integrado con el sistema de IDEAM. Se ha hablado ya acerca de un acuerdo entre la ciudad de Soacha y el IDEAM con respecto al mantenimiento futuro e intercambio de datos. Esta discusión debe continuarse después del estudio para que Soacha reciba soporte técnico de parte del IDEAM.

#### Mapa de susceptibilidad y Criterio de Alerta

El mapa de inundación de la Inundación de Mayo 1994 fue hecho por el Equipo de Estudio de acuerdo a la encuesta de inundación para la gente afectada en 2006 por el Río Soacha.

La alerta de inundación del Área de Estudio se propuso para 10mm diarios de lluvia tentativamente. Esto de acuerdo al análisis de lluvia estadístico y alguna clase de eventos de inundación en el área de estudio de los datos de los últimos 10 años de lluvia, se reportaron 101 eventos de inundación a la Alcaldía. El fenómeno detallado de la inundación no fue registrado, sin embargo esta es una suma de varios eventos de inundación tales como desbordamiento del dique e inundación interna de acuerdo a la información de la gente. Entre ellos, 56 eventos (55%) sucedieron en el tiempo de lluvia diaria de 10mm. Eso quiere decir que si en Soacha, cuando la lluvia es de 10mm alguna clase de inundación ocurriría con una posibilidad de 50% de modo que esta lluvia debe se establecida como alerta tentativamente.

El criterio de alerta y nivel de agua fue establecido tentativamente de acuerdo al nivel de agua real en la inundación de Mayo 2006 y el monitoreo y análisis hidráulico.

#### Plan de Transferencia de la Información

La Alcaldía de Soacha estará a cargo de transferir la alerta a las comunidades de acuerdo a los datos de monitoreo. La estación de Bomberos recolectará todos los datos de monitoreo y los manejará, y dará

la información al CLOPAD para emitir la alerta.

La actualización del criterio de alerta será realizado por la Alcaldía de Soacha recibiendo el soporte del IDEAM.

#### Plan de Evacuación

El plan de evacuación para el área del proyecto piloto fue formulado de acuerdo a la inundación real de Mayo 2006. La gente debe evacuar al 2 do piso del salón comunal afuera del área de inundación.

#### Aspectos Institucionales

El plan propuesto será implementado básicamente por el CLOPAD de la Alcaldía de Soacha. El CREPAD del gobierno de Cundinamarca que es una organización de alto nivel de la Alcaldía, esta a a cargo del Comité del río Bogotá cuyos miembros son los municipios a lo largo del Río Bogotá. Los datos de monitoreo que serán acumulados en el Río Soacha y la experiencia de las actividades de la comunidad serán un modelo para otros municipios. En este sentido, el CLOPAD en la Alcaldía y otros municipios y el CREPAD deben coordinar más y contribuir a las actividades del comité.

### 4.5 Plan de prevención de desastres basado en la Comunidad en Soacha

#### (1) General

Con respecto las organizaciones de la comunidad de la Alcaldía de Soacha, unas pocas organizaciones internacionales han estado estudiándola, sin embargo, primero se hicieron las actividades de prevención de desastres en este Estudio.

#### (2) Encuesta a la Comunidad

De acuerdo a la encuesta de conciencia de las comunidades en el Area de Estudio, una cantidad de gente está interesada en la participación en actividades de prevención de desastres, sin embargo, ellos tuvieron poco entrenamiento en prevención de desastres.

#### (3) Grupos Focales

De acuerdo a la encuesta de conciencia de la comunidad, se seleccionaron algunos barrios en las que tuvieron experiencias en desastres pasados (deslizamientos e inundaciones) y tuvieron una conciencia alta acerca de la participación en actividades de prevención de desastres, y también tienen líderes quienes realmente pueden participar en las actividades. Al invitar de esos líderes de las comunidades, las reuniones de los grupos focales se llevaron a cabo y se seleccionaron algunos barrios para el proyecto piloto.

#### (4) Talleres Comunitarios

En el curso del estudio, se llevaron a cabo una serie de talleres para invitar a las organizaciones de la comunidad llamadas JAC y para formular planes de prevención de desastres basados en la comunidad en el área del proyecto piloto.

#### (5) Plan de Prevención de Desastres basado en la Comunidad

Componente Principal	Bosquejo
Sistema de monitoreo de nivel de agua y lluvia	Las estaciones de Lluvia y nivel de agua que fueron instaladas en el Río Soacha y en Altos de Cazucá y Divino Niño serán monitoreados por las comunidades y entidades relacionadas. Los datos monitoreados serán reportados a bomberos por radio.



Sistema de Transferencia de Información	Las Comunidades recibirán la información (alerta y advertencia etc.) de Bomberos a través de los parlantes instalados en las casas de los líderes de JAC.
Sistema de Alerta Temprana	El sistema propuesto esta basado en la colaboración entre las personas de la cuenca alta y cuenca baja. La gente de la cuenca alta participará en el monitoreo de nivel de agua y lluvia. La persona encargada del monitoreo en cada estación reportará los datos a la estación de Bomberos. La estación de bomberos informará a las comunidades por radio la información (alerta y advertencia) de acuerdo al criterio de alerta.
Operación y Mantenimiento	El radio y sistema de parlantes necesario para la transferencia de la información será mantenido por las comunidades. Sin embargo, el equipo avanzado como el pluviómetro automático y el sensor de nivel de agua serán mantenidos por la Alcaldía de Soacha con el Soporte del IDEAM.
Consideración del tiempo previo para el criterio de alerta temprana.	El tiempo previo necesario para la evacuación en las comunidades incluyendo el tiempo para la transferencia de la información, preparación y movimiento) fue asumido como 50 a 105 minutos de acuerdo a los líderes de las comunidades. En los ejercicios, estos tiempos se redujeron sustancialmente a 15-30 minutos.
Plan de Evacuación	El plan de evacuación para el área del proyecto piloto fue formulado de acuerdo a la inundación real de la inundación de Mayo 2006. La comunidad debe subir al 2do piso o evacuar al salón comunal o punto de encuentro fuera del área de inundación.
Mapa de Prevención de Desastres Comunitario	En el curso de repetidos talleres comunitarios, se compiló la información necesaria en mapas para cada barrio en el área del proyecto piloto.
Punto de encuentro y refugio para la evacuación	En el mapa de prevención de desastres comunitario, están indicados la ruta de evacuación y los puntos de encuentro. En el presente, la capacidad de los refugios de evacuación es insuficiente para la situación de emergencia. La alcaldía de Soacha y las comunidades deben resolver esta situación.

## 5 Implementación de los Proyectos Piloto

El piloto proyecto fue llevado a cabo en el estudio como primer paso del plan de sistema de monitoreo y alerta temprana formulado por DPAE y la Alcaldía de Soacha.

### 5.1 Deslizamientos en Bogotá

El Proyecto Piloto para deslizamiento en Bogotá es para ejecutar los trabajos de monitoreo mencionados en la Sección 2.1. Los equipos de monitoreo fueron instalados en Julio 2007, ay los trabajos de monitoreo están todavía en progreso.

Ningún movimiento significativo se ha visto en todo el monitoreo hasta el momento. Los resultados pueden mostrar que el deslizamiento no ha alcanzado las áreas seguras, y las áreas residenciales pueden todavía estar en condición de seguridad.

### 5.2 Inundaciones en Bogota

El proyecto piloto para inundaciones en Bogotá es la implementación de la Fase 1 propuesta en la sección 2.2. DPAE ya comenzó las actividades de monitoreo usando los equipos instalados en el Estudio.

### 5.3 Deslizamientos en Soacha

El Proyecto Piloto para deslizamientos en el Municipio de Soacha es para ejecutar los trabajos de monitoreo mencionados en la Sección 2.3. Los equipos de monitoreo fueron instalados en Julio 2007, y los trabajos de monitoreo todavía están progreso.

La lectura de los pluviómetros ha sido realizada por profesores de colegios y vigilantes. En la primera etapa del monitoreo, algunos errores como las unidades incorrectas se pueden ver en las hojas de registro. Un monitoreo confiable se puede hacer después de los talleres que se llevaron a cabo un mes después del monitoreo.

Se registraron tres desastres por deslizamiento en el periodo desde Octubre 13 hasta Octubre 15 en Altos de Cazucá. La lluvia continuó intermitentemente desde Octubre 6 hasta Octubre 14 en Altos de Cazucá.

El monitoreo de la precipitación ha sido llevado cabo por cinco meses, aún se necesita que los datos de precipitación necesitan ser acumulados por más periodos para que digan algo acerca de la lluvia.

### 5.4 Inundaciones en Soacha

El proyecto piloto para inundaciones en Soacha es la implementación de la Fase I propuesta en la sección 2.4. Esta es la implementación del sistema en la que los residentes o vigilantes monitorean el pluviómetro y el limnómetro y reportan los datos por radio a la estación de bomberos al menos 3 veces al día.

También en el caso de la Alcaldía de Soacha por el área del Río Soacha afectada gravemente en Mayo 2006 el banco izquierdo entre la Autopista Sur (7+877) y aguas arriba 9+000, el sistema de transferencia de la información se estableció entre los 4 líderes de barrio en esas áreas y un administrador del Silo aguas debajo de la autopista Sur. La estación de bomberos informará a esos líderes por radio la alerta y advertencia acerca de las inundaciones. En este Estudio, se instaló el sistema de parlantes en las casas de los líderes y se les dieron radios portátiles para la comunicación con la estación de bomberos. Por medio de este sistema, las personas en las comunidades tomarán acción de acuerdo a la instrucción de los líderes quienes reciben el mensaje de la estación de bomberos.

En la última fase de este Estudio, se llevaron a cabo; el simulacro para la transferencia de la información entre las estaciones de monitoreo y la estación de bomberos, y para el proceso en el que la estación de bomberos envía el mensaje a los líderes de la comunidad de acuerdo al criterio de alerta y los líderes toman acción prontamente una acción adecuada a la gente de su comunidad, recibiendo el apoyo de la Alcaldía, Cruz Roja y Defensa Civil.

## 6 Trabajos Temporales en el Municipio de Soacha

### 6.1 Antecedentes

En el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Soacha, el municipio clasifica el área de Divino Niño como de “Zona de Amenaza por Deslizamiento”, y el municipio va a implementar un programa de reubicación de casas que están localizadas en la zona de amenaza. En la etapa preparatoria de este Estudio (Septiembre 2005), el Municipio de Soacha pidió al estudio implementar medidas de emergencia de protección del talud en contra del deslizamiento en Divino Niño. Como resultado, se concluyó que la reubicación de las casas es la única manera para asegurar la seguridad de los residentes y otras medidas son impracticables aun algunas medidas tienen la posibilidad de inducir una situación de peligro más adelante.

El Equipo de Estudio examinó y decidió en forma concreta la Zona Crítica en Divino Niño. La Zona Crítica esta definida por el criterio de; el ángulo del talud no es menor de 30 grados y la altura del talud no es menor a 5m, y la distancia entre la base del talud esta dentro dos veces la altura del talud. Ya que, hay muchas casas a ser reubicadas en la Zona Crítica, la Zona Crítica se clasificó en dos

zonas; Zona de Emergencia (el área dentro 10m o 2 hileras de casas desde la base del talud) y las restantes. Y la prioridad para la reubicación de las casas fue dada por medio del programa de reubicación del Municipio.

Aunque la reubicación de las casas en la Zona de Emergencia es implementada por el Municipio de Soacha, hay muchas casas restantes encarando una situación crítica en la Zona Crítica. Por lo tanto el Equipo de Estudio planeó implementar trabajos temporales en la Zona de Emergencia después de la reubicación de las casas para reducir los daños a las casa restantes por fallas de talud a pequeña escala y caída de rocas.

## 6.2 Diseño de la Pared de Protección Temporal en Divino Niño

### (1) General

De los antecedentes mencionados arriba, los objetivos de los trabajos temporales son 1) reducir los daños a las casas restantes en la Zona Crítica por fallas de de talud a pequeña escala y caída de rocas.2) Para informar a los vecinos que la Zona Crítica es una zona de riesgo y 3) para que sea un símbolo de medidas de emergencia para evitar nuevos reasentamientos en la zona de riesgo.

### (2) Área para los Trabajos Temporales

Los trabajos temporales están instalados en el área de los 5,100m<sup>2</sup> (0.51ha) definida como Zona de Emergencia; el área dentro de los 10m o 2 hileras de casas desde la base del talud.

### (3) Trabajos Temporales

Los trabajos temporales consisten de cuatro ítems, que son a) pared de gavión temporal para caída de rocas, b) canal de drenaje en el lado de la pared de las casas c) canal de drenaje convencional en la parte alta del talud 4) Valla que diga Amenaza.

## 7 Recomendaciones

### 7.1 General

El Equipo de Estudio propuso el plan arriba de sistema de monitoreo y alerta temprana para DPAE y la Alcaldía de Soacha y desea que el sistema de deslizamientos e inundaciones se haga usándolo en el futuro para mejorar la seguridad de las personas y que el sistema de alerta temprana en inundaciones sea mejorado. Por lo tanto, al Equipo de Estudio le gustaría recomendar lo siguiente.

### 7.2 Recomendaciones para DPAE (Deslizamiento)

#### Trabajos de Monitoreo Continuo

Los resultados de los trabajos de monitoreo como proyecto piloto pueden mostrar que el deslizamiento no ha alcanzado las áreas seguras, y las áreas residenciales podrían estar aún en condición de seguridad. Sin embargo, el periodo del monitoreo es muy corto para juzgar la seguridad de las áreas, el monitoreo debe continuar y acumular los datos para confirmar la seguridad de las áreas. Cuando se encuentre un movimiento significativo en el resultado del monitoreo, se deben tomar los siguientes pasos para asegurarse que deslizamiento alcance el lugar.

1. Incrementar la frecuencia del monitoreo en el lugar donde se encontró el movimiento. La frecuencia del monitoreo debe ser de una vez a la semana.
2. Llevar a cabo observaciones visuales alrededor del lugar para encontrar los alcances del deslizamiento al lugar. Este levantamiento de observación se lleva a cabo para examinar la extensión, dirección del movimiento, y el mecanismo de los deslizamientos en detalle.

3. Si se concluye con el resultado del monitoreo y las observaciones que el deslizamiento afecta el lugar, las fases se deben reconsiderar.

### Recomendación para los Trabajos de Estabilización en Altos de Estancia

DPAE esta planeando trabajos de estabilización en el deslizamiento, sin embargo los detalles no están confirmados todavía. Los trabajos de estabilización están clasificados en dos grandes categorías, trabajos para reducción de las fuerzas de conducción y trabajos para incrementar la fuerza de resistencia. A gran escala los deslizamientos como el de Altos de la Estancia, se le ha dado prioridad al método para la reducción de las fuerzas de conducción, ya que la efectividad de los costos para un deslizamiento a gran escala es mejor normalmente que el método para incrementar en fuerza de resistencia. Como cosa notable en Altos de Estancia, el agua superficial que viene de un sistema de drenaje inadecuado en la Fase III fluye hacia el área del Deslizamiento sobre todas las cabezas del deslizamiento. El agua fluye hacia el Deslizamiento creando canales y piscinas en el Deslizamiento. Los trabajos más importantes y de estabilización efectiva para el Deslizamiento son los de reducir el nivel de agua subterránea, y prevenir la penetración del agua hacia el terreno especialmente del resumidero y agua de lluvia.

### 7.3 7.3 Recomendaciones para Soacha (Deslizamiento)

Es recomendable evacuar de las Zonas Críticas como medida contra los desastres en las pendientes en laderas empinadas en canteras abandonadas. Las casas cercanas en canteras abandonadas deberían ser reubicadas en áreas seguras. Pero podría tomar más tiempo evacuar de las Zonas Críticas dado que hay muchas laderas empinadas en canteras abandonadas y casas en Zonas Críticas. Se recomiendan las siguientes medidas no estructurales.

1. La población en Zonas Críticas debe ser evacuada. Se debe dar prioridad de evacuación a la población en mayor peligro de las Zonas Críticas.
2. Hasta que se reubique a todas las personas de la Zona Crítica, el Municipio de Soacha debería encargarse de la seguridad de las personas que permanezcan en las Zonas Críticas.
3. La población que permanezca en las Zonas críticas debe conocer que están en una Zona Crítica y que siempre están en peligro, inclusive con buen clima.
4. Durante lluvias Fuertes, el Municipio de Soacha debería estar en alerta por las personas en las Zonas Críticas.
5. Para obtener la información básica acerca del nivel de alerta de las precipitaciones, el municipio de Soacha debe recoger los datos de la lluvia.

Podría tomar mucho tiempo completar el plan, así que es necesaria la evacuación de las áreas con mayor peligro siguiendo estos pasos.

- 1) Completar el Programa de reubicación de la Zona de Emergencia del Divino Niño
- 2) Establecer las Zonas de Emergencia en La Capilla de acuerdo con el proceso en el Divino Niño.
- 3) Proceder al programa de reubicación de de las Zonas de Emergencia en La Capilla de acuerdo con el proceso en el Divino Niño
- 4) Establecer las Zonas Críticas y Zonas de Emergencia en El Arroyo (Villa Esperanza) que está rodeado de taludes empinados formados por actividades mineras también.
- 5) Proceder al programa de reubicación de las Zonas de Emergencia en El Arroyo (Villa Esperanza) de acuerdo con los procedimientos en El Divino Niño.
- 6) Establecer Zonas Críticas y Zonas de Emergencia en otras áreas donde los taludes empinados en

canteras abandonadas aún existen, y proceder al programa de reubicación de las zonas de emergencia.

- 7) Después de completado el programa de reubicación de las Zonas de Emergencia proceder al programa de las Zonas Críticas en el Divino Niño y continuar con el mismo orden del programa de reubicación de las zonas de emergencia.

El monitoreo de las precipitaciones y el registro de los deslizamientos los cuales se iniciaron en el proyecto piloto de este estudio debe continuar para recoger y acumular la información básica para el análisis de la relación entre las precipitaciones y los acontecimientos de deslizamiento y para estudiar las medidas de prevención de desastres de deslizamiento. Después de acumular y analizar los datos de precipitación, el medidor de lluvias con tipo de registro automático es recomendable en Altos de Cazucá para mejorar la resolución del monitoreo de precipitación.

#### 7.4 Recomendaciones para DPAE (Inundaciones)

Los criterios de alerta temprana tentativamente propuestos por el Equipo de Estudio son únicamente aproximaciones dadas las condiciones derivadas de la carencia de registros. Tales como los criterios de precipitación fluvial y niveles de agua que deben ser actualizados para precisar su confiabilidad a través del uso de información registrada por la comunidad incluso después del estudio; por lo tanto, estos criterios tentativos no son valores definitivos.

Después del estudio, DPAE conducirá las siguientes actividades, (a) Monitoreo continuo, (b) Estudios de criterios de alarma temprana usando los datos de monitoreo, (c) Establecimiento de mayor confiabilidad del plan de alarma temprana, (d) Difusión del plan en las comunidades basados en la recomendaciones del Equipo de Estudio.

#### 7.5 Recomendaciones para Soacha (Inundaciones)

##### (1) Monitoreo de lluvias y de nivel de agua

Las actividades llevadas a cabo en este estudio tales como el monitoreo de las lluvias y el nivel de aguas y la elevación del lecho del río, transferencia de información/ simulacro de evacuación, etc. deben continuar por iniciativa de la ciudad de Soacha. La Alcaldía de Soacha y la comunidad llevarán a cabo las acciones necesarias y/o las medidas si surgen imprevistos en las actividades.

Los equipos instalados en la estación de bomberos, la Estación Llano Grande., Estación ladrillera Santa Fe, estación Prisión, Estación Fusungá y Estación San Jorge deben ser mantenidos por cada estación con el apoyo de la Alcaldía de Soacha.

##### (2) Entrenamiento en Transferencia de Información y Evacuación.

El municipio de Soacha debe organizar y conducir capacitación continua de transferencia de información y evacuación.

##### (3) Dragado del río Soacha y del río Tibanica

El manejo y el mantenimiento de los ríos Soacha y Tibanica deben ser llevados a cabo por el Municipio de Soacha.

#### 7.6 Recomendaciones para Soacha (Actividades de Prevención de Desastres Comunitarios)

##### (1) El papel de la Alcaldía de Soacha

En el curso de una serie de talleres comunitarios realizados en el estudio, la ciudad de Soacha reconoció la importancia de su papel como facilitado entre el CLOPAD y las comunidades. Esto significa que la ciudad de Soacha debe hacer énfasis en desarrollar un ambiente de apoyo, inclusión y

seguridad en el trabajo para la prevención de desastres, en vez de establecer reglas verticales o limitar la difusión de la información. La ciudad debe confirmar su papel, mantener y desarrollar las actividades de prevención de desastres.

(2) Expandiéndose hacia otras comunidades

A través de los repetidos talleres en el estudio, un intercambio entre comunidades en el área de estudio y organizaciones relacionadas con la prevención de desastres fue muy procedente. También las comunidades que participaron en el monitoreo y en las actividades de prevención de desastres, especialmente los líderes de la comunidad se interesaron en el río Soacha mismo y en los datos hidrológicos, así mismo se ganó confianza para realizar un taller por ellos mismos. La ciudad de Soacha debería expandir las actividades de prevención de desastres para cooperar con los líderes comunitarios involucrados en el proyecto piloto.

### 7.7 Recomendaciones para Soacha (Trabajos Temporales)

El equipo de estudio sinceramente expresa su entero respeto a los esfuerzos de la ciudad de Soacha con respecto a la reubicación de la zona de emergencia de deslizamiento.

Inclusive después que los trabajos temporales están terminados, el equipo de estudio no garantiza la seguridad de las zonas críticas que aún quedan en el Divino Niño. Por esta razón el equipo de estudio recomendó que, el programa de reubicación, deba continuar por la ciudad de Soacha.

Los trabajos temporales son implementados en la Zona de Emergencia después del programa de reubicación hecho por el municipio. En esta situación se dan las siguientes recomendaciones.

(1) Manual para el Programa de Reubicación

Hasta ahora el municipio no tiene ninguna experiencia en la reubicación de áreas peligrosas y la del Divino Niño es definida como la primera. Los procesos y métodos para el programa de reubicación del municipio; por ejemplo 1) comprensión del riesgo en las áreas de peligro para la comunidad mediante seminarios, 2) evaluación de los procesos y 3) soluciones para las áreas de nuevos asentamientos, etc., están legalmente implementados. Los resultados de los programas de reubicación que el municipio ha examinado y decidido son muy útiles para otras áreas peligrosas del municipio. Para aplicar fácilmente a otros programas de reubicación, se requiere el manual de reubicación que incluye las experiencias y los resultados de las actividades adelantadas hasta ahora.

(2) Medidas de Mitigación incluyendo trabajos temporales

En el periodo de este estudio, el municipio ha ejecutado varias medidas de mitigación de acuerdo con los desastres. Las medidas de mitigación para los desastres requieren una adecuada ejecución en corto tiempo. Para poder corresponder prontamente a los desastres, se recomienda que el sistema de mando unificado que organiza las medidas ejecutadas por el Municipio hasta ahora este preparado.

**REPORTE PRINCIPAL**  
**TABLA DE CONTENIDO**

Prefacio  
 Carta Remisoria  
 Área de Estudio  
 Plan de Monitoreo para Soacha  
 Plan de Monitoreo en Altos de la Estancia  
 Plan de Monitoreo para Quebrada Chiguaza  
 Bosquejo  
 Tabla de Contenido  
 Lista de Tablas  
 Lista de Figuras  
 Lista de Fotos  
 Lista de Abreviaciones

**PARTE 1 GENERAL**

CAPITULO 1 GENERAL .....	1 - 1
1.1 General .....	1 - 1
1.2 Antecedentes del Estudio .....	1 - 1
1.3 Objetivos del Estudio .....	1 - 2
1.4 Área de Estudio .....	1 - 2
1.5 Programa del Estudio .....	1 - 4
1.6 Organización del Estudio .....	1 - 6
1.6.1 Organización Estudio .....	1 - 6
1.6.2 Contraparte .....	1 - 6
1.7 Composición del Reporte .....	1 - 7
 CAPITULO 2 CONDICIONES NATURALES .....	 2 - 1
2.1 Topografía y Geología.....	2 - 1
2.1.1 Topografía de Colombia .....	2 - 1
2.1.2 Topografía de Bogota y Alrededores.....	2 - 2
2.1.3 Geología de Colombia .....	2 - 2
2.1.4 Geología de Bogotá y Alrededores.....	2 - 4
2.2 METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA .....	2 - 5
2.2.1 Descripción General de Cundinamarca Incluyendo el Área de Estudio.....	2 - 5
2.2.2 Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio .....	2 - 6
2.2.3 Características de la Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio .....	2 - 12
2.2.4 Correlación de las Estaciones de Precipitación .....	2 - 19
 CAPITULO 3 SOCIO ECONOMIA Y DESARROLLO DE CIUDAD .....	 3 - 1
3.1 General .....	3 - 1
3.2 Bogota .....	3 - 1
3.2.1 Sistema Administrativo .....	3 - 1
3.2.2 Condición Socio-Económica: Bogotá.....	3 - 2
3.2.3 Condición Socio-Económica: Área de Estudio .....	3 - 3
3.2.4 Uso de la Tierra y Plantación Urbana.....	3 - 5
3.2.5 Participación Ciudadana .....	3 - 7
3.3 Soacha .....	3 - 8

3.3.1 Sistema Administrativo .....	3 - 8
3.3.2 Condiciones Socio Económicas.....	3 - 10
3.3.3 Plantación Urbana.....	3 - 13
3.3.4 Participación Ciudadana .....	3 - 15
3.3.5 Aspectos Institución sobre Manejo de Desastres.....	3 - 16
<b>CAPÍTULO 4 PRECIPITACIÓN Y DESASTRES .....</b>	<b>4 - 1</b>
4.1 Análisis por Cuencas Objetivo en Bogotá.....	4 - 1
4.1.1 Características Generales sobre Desastres y la Selección de los Eventos de Desastres por Análisis.....	4 - 1
4.1.2 Análisis de la Relación entre la Precipitación y los Eventos de Desastres Seleccionados .....	4 - 7
4.2 Análisis para Soacha .....	4 - 14
4.2.1 Eventos de Desastre para el Análisis en Soacha.....	4 - 14
4.2.2 Análisis de la Relación entre las Condiciones Hidrológicas y los Eventos de Desastre Seleccionado.....	4 - 18
 <b>PARTE 2 PLANEACIÓN DEL MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA PARA ÁREAS SELECCIONADAS EN BOGOTÁ</b>	
<b>CAPITULO 5 DESLIZAMIENTOS EN BOGOTÁ .....</b>	<b>5 - 1</b>
5.1 Control del Deslizamiento.....	5 - 1
5.2 Estudios Existentes.....	5 - 2
5.2.1 Desastres Pasados (Información Histórica sobre Deslizamientos) .....	5 - 2
5.2.2 Investigaciones Existentes y Monitoreo .....	5 - 3
5.3 Resultados de los Levantamientos de Campo .....	5 - 3
5.4 Mapa de Amenaza .....	5 - 5
5.5 Plan de Monitoreo .....	5 - 6
5.5.1 Lineamiento de los Trabajos de Monitoreo .....	5 - 6
5.5.2 Monitoreo para la Seguridad del Área Residencial .....	5 - 6
5.5.3 Monitoreo para Grietas Especificas y Deformaciones sobre Estructuras y en el terreno .....	5 - 8
5.5.4 Monitoreo para verificación de la Efectividad de los Trabajos de Estabilización.....	5 - 9
5.5.5 Seguridad de las Obras de Construcción .....	5 - 10
5.5.6 Cronograma.....	5 - 10
5.6 Proyecto Piloto .....	5 - 11
5.6.1 Equipo de Monitoreo .....	5 - 11
5.6.2 Instalación de los Puntos y Equipos de Monitoreo.....	5 - 12
5.6.3 Resultados.....	5 - 14
<b>CAPITULO6 INUNDACIONES .....</b>	<b>6 - 1</b>
6.1 Quebradas en el Área de Estudio.....	6 - 1
6.1.1 Río Tunjuelo.....	6 - 1
6.1.2 Quebrada Chiguaza.....	6 - 4
6.1.3 Quebrada Santa Librada .....	6 - 6
6.1.4 Quebrada Yomasa.....	6 - 7
6.1.5 Las Quebradas Estrella y Trompeta.....	6 - 8
6.2 Inundaciones Pasadas .....	6 - 11
6.2.1 General.....	6 - 11
6.2.2 Inundaciones de Mayo 19, 1994.....	6 - 12
6.2.3 Inundaciones Mayo 31, 2002.....	6 - 15
6.3 Sistema de Monitoreo Existente.....	6 - 19
6.3.1 Sistema de Monitoreo de DPAA.....	6 - 19
6.3.2 Estaciones de Monitoreo de Otras Organizaciones .....	6 - 22



6.4	Análisis de Inundación y Mapeo .....	6 - 23
6.4.1	Modelamiento Hidrológico.....	6 - 23
6.4.2	Capacidad de Flujo del Canal.....	6 - 30
6.4.3	Mapeo de Inundaciones .....	6 - 34
6.4.4	Mapeo de Avenidas Torrenciales .....	6 - 35
6.5	Monitoreo y Plan de Alerta Temprana .....	6 - 37
6.5.1	Introducción.....	6 - 37
6.5.2	Principio de Planeación .....	6 - 37
6.5.3	Sistema de Recolección de Datos y Monitoreo .....	6 - 39
6.5.4	Criterio de Alerta.....	6 - 48
6.6	Programa de Implementación.....	6 - 54
6.7	Proyecto Piloto .....	6 - 57
6.7.1	General.....	6 - 57
6.7.2	Bosquejo del Proyecto Piloto.....	6 - 57
6.7.3	Lecciones Aprendidas del Proyecto Piloto.....	6 - 59
<b>CAPITULO 7 RECOMENDACIONES PARA DPAE.....</b>		<b>7 - 1</b>
7.1	Común .....	7 - 1
7.2	Deslizamientos de Tierra.....	7 - 1
7.2.1	Trabajos de Estabilización en Altos de Estancia .....	7 - 1
7.2.2	Monitoreo en Altos de Estancia.....	7 - 1
7.3	Inundación .....	7 - 2
<b>PARTE 3 SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTE TEMPRANA PARA ÁREAS SELECCIONADAS EN SOACHA</b>		
<b>CAPITULO 8 DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA .....</b>		<b>8 - 1</b>
8.1	Definición de los Deslizamiento .....	8 - 1
8.1.1	Delineamiento.....	8 - 1
8.2	Estudios Existentes.....	8 - 2
8.2.1	Estudios Existentes.....	8 - 2
8.2.2	Desastres Pasados.....	8 - 2
8.2.3	Áreas Críticas en el Área de Estudio .....	8 - 3
8.3	Mapas de Deslizamientos .....	8 - 3
8.3.1	Inventario de Levantamiento .....	8 - 3
8.3.2	Taludes Abandonados en Canteras Abandonadas .....	8 - 3
8.3.3	Zonas Críticas en Divino Niño y la Capilla.....	8 - 4
8.3.4	Mapa de Amenaza Comunitario .....	8 - 6
8.4	Medidas para las Zonas Críticas.....	8 - 7
8.4.1	Consideraciones de Contramedidas Estructurales .....	8 - 7
8.4.2	Recomendaciones para Mitigar los Daños por Deslizamientos.....	8 - 8
8.4.3	Proceso para Evacuación .....	8 - 8
8.4.4	Medidas hasta la Finalización del Programa de Evacuación .....	8 - 9
8.4.5	Monitoreo de Precipitación y Record de Deslizamientos .....	8 - 9
8.4.6	Cronograma de Tiempo de los Trabajos de Medidas y Monitoreo.....	8 - 10
8.5	Proyecto Piloto .....	8 - 11
8.5.1	Necesidades de un Monitoreo de Precipitación y Registros de Desastres.....	8 - 11
8.5.2	Método de Monitoreo de Precipitación .....	8 - 11
8.5.3	Registro de Deslizamientos .....	8 - 13
8.5.4	Resultados.....	8 - 14
<b>CAPITULO 9 INUNDACIONES .....</b>		<b>9 - 1</b>
9.1	Ríos en el Área de Estudio .....	9 - 1
9.2	Inundaciones Pasadas .....	9 - 5
9.2.1	Investigaciones de Inundaciones Pasadas.....	9 - 5

9.2.2	Características de las Inundaciones .....	9 - 7
9.3	Sistema de Monitoreo Existente .....	9 - 8
9.3.1	Estaciones Operadas Existentes .....	9 - 8
9.3.2	Accesibilidad de Soacha a los Datos Monitoreados .....	9 - 9
9.4	Análisis de Inundación y Mapeo .....	9 - 11
9.4.1	Condiciones de Inundación Mayo 11, 2006 .....	9 - 11
9.4.2	Capacidad del Canal y Descarga de la inundación .....	9 - 13
9.4.3	Mapeo de Inundación .....	9 - 21
9.5	Plan de Monitoreo y Alerta Temprana .....	9 - 23
9.5.1	Introducción .....	9 - 23
9.5.2	Objetivos y Propósitos .....	9 - 23
9.5.3	Principio de Planeación .....	9 - 24
9.5.4	Estudios alternativos para el Monitoreo e Información de Diseminación .....	9 - 25
9.5.5	Planteamiento Total del Sistema .....	9 - 28
9.5.6	Planeación Detallada .....	9 - 29
9.5.7	Aspectos Institucionales .....	9 - 40
9.5.8	Costos Estimados y Programados de Implementación .....	9 - 42
9.6	Proyecto Piloto .....	9 - 44
9.6.1	General .....	9 - 44
9.6.2	Bosquejo del Proyecto Piloto .....	9 - 44
9.6.3	Lecciones Aprendidas del Proyecto Piloto .....	9 - 50
 CAPITULO 10 ACTIVIDADES COMUNITARIAS DE PREVENCION DE DESASTRES		10 - 1
10.1	Estudios existentes de comunicación en Soacha .....	10 - 1
10.2	Encuesta a la Comunidad y Distribución de Grupos Focales .....	10 - 1
10.2.1	Encuestas a la Comunidad .....	10 - 1
10.2.2	Grupos Focales .....	10 - 3
10.3	Actividades para el Manejo de Desastres Basados en la Comunidad (CBDM) .....	10 - 4
10.3.1	Proceso de Plantación .....	10 - 4
10.4	Plan CBDM .....	10 - 6
10.5	Manual CBDM .....	10 - 29
 Anexo 10-1 Imágenes Ilustrativas de todos los Participantes Involucrados en el Plan CBDM Plan .....		10 - 22
Anexo 10-2	Mapa de Riesgo de la Comunidad .....	10 - 23
Anexo 10-3	Manual de Evaluación de la Comunidad (1/2) .....	10 - 24
Anexo 10-3	Manual de Evaluación de la Comunidad (2/2) .....	10 - 25
 CAPITULO 11 OBRAS TEMPORALES .....		11 - 1
11.1	Antecedentes .....	11 - 1
11.1.1	Propósito de las Obras Temporales .....	11 - 1
11.1.2	Ítems de las Obras Temporales y Plan General .....	11 - 1
11.2	Plan y Diseño de las Obras Temporales .....	11 - 4
11.2.1	Condiciones Existentes .....	11 - 4
11.2.2	Plan y Diseño de las Obras Temporales .....	11 - 4
11.3	Implementación de la Obra Temporal .....	11 - 14
11.3.1	Concepto de Implementación de las Obras Temporales .....	11 - 14
11.4	Plan de Construcción .....	11 - 17
11.5	Implementación de las Obras Temporales .....	11 - 19
11.5.1	Contrato .....	11 - 20
11.5.2	Control de Calidad .....	11 - 20
11.5.3	Cambios de Diseño .....	11 - 25
11.5.4	Transferencia Técnica a la Comunidad .....	11 - 29
11.5.5	Información del Proyecto a las Organizaciones Relacionadas .....	11 - 30
11.6	Consideraciones Ambiental y Social .....	11 - 30

11.6.1	General.....	11 - 30
11.6.2	Aspectos Socio-Económicos.....	11 - 31
11.6.3	Procedimiento de Consideraciones Ambientales.....	11 - 32
11.6.4	Impactos Sociales y Ambientales Anticipados y Resultados del Monitoreo.....	11 - 34
CAPITULO 12 RECOMENDACIONES AL MUNICIPIO DE SOACHA.....		12 - 1
12.1	Generales.....	12 - 1
12.2	Deslizamientos.....	12 - 1
12.3	Inundaciones.....	12 - 3
12.4	Actividades Comunitarias de Prevención de Desastres.....	12 - 4
12.5	Trabajos Temporales.....	12 - 4

## ANEXOS

Programa de Reubicación por el Municipio de Soacha  
Minutas de las Reuniones

### Lista de Tablas

Tabla 1- 1	Características Básicas del Área de Estudio.....	1 - 2
Tabla 1- 2	Lista de la Contraparte de DPAAE.....	1 - 6
Tabla 1- 3	Lista de la Contraparte del Municipio de Soacha.....	1 - 7
Tabla 2-1	Humedad Mensual en San Jorge (GJA) Estación (IDEAM).....	2 - 6
Tabla 2-2	Temperatura promedio Multi-Anual en Bogotá.....	2 - 6
Tabla 2-3	Temperatura Mensual en la estación de San Jorge (GJA) (IDEAM).....	2 - 6
Tabla 2-4	Lista de las estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área De Estudio.....	2 - 8
Tabla 2-5	Datos Hidrológicos Recopilados de DPAAE.....	2 - 9
Tabla 2-6	Datos Hidrológicos Recopilados de EAAB.....	2 - 10
Tabla 2-7	Datos Hidrológicos Recopilados de la CAR.....	2 - 11
Tabla 2-8	Datos Hidrológicos Recopilados del IDEAM.....	2 - 11
Tabla 2-9	Número de Días Lluviosos en 2003.....	2 - 13
Tabla 2-10	Precipitación Diaria Probable.....	2 - 14
Tabla 2-11	Intensidad de la Precipitación en cada Zona.....	2 - 17
Tabla 3-1	Clasificación de Estrato.....	3 - 3
Tabla 3-2	Población y Característica de sus Localidades.....	3 - 3
Tabla 3-3	Personas Empleadas y Desempleadas por Localidades.....	3 - 4
Tabla 3-4	Porcentaje de Cobertura del Servicio.....	3 - 4
Tabla 3-5	Resumen de Áreas de Riesgo por Deslizamiento.....	3 - 5
Tabla 3-6	Resumen de Áreas de Amenaza por Inundación.....	3 - 5
Tabla 3-7	Áreas de Expansión y Protegidas Urbana, Rural y de expansión en Bogotá, (En hectáreas, 2002).....	3 - 6
Tabla 3-8	Extensión y Tipo de Sueldo en 6 Localidades del Estudio.....	3 - 6
Tabla 3-9	Numero de JAC, Concejos Comunales y Centros Comunales.....	3 - 7
Tabla 3-10	Organizaciones JAC que Participan en el Monitoreo de Inundación.....	3 - 8
Tabla 3-11	Áreas Rurales de Soacha.....	3 - 9
Tabla 3-12	Censo Experimental de Soacha 2003.....	3 - 9
Tabla 3-13	Comunas Relacionadas con el Estudio.....	3 - 10
Tabla 3-14	Indicadores Socio Económicos 2003.....	3 - 12
Tabla 3-15	Servicios Públicos del Municipio de Soacha.....	3 - 12
Tabla 3-16	Condición Legalidad de los Barrios en el Municipio de Soacha.....	3 - 15
Tabla 3-17	Situación Legal para el Manejo de Desastres.....	3 - 16

Tabla 3-18	Lista Inventario de los Recursos del CLOPAD .....	3 - 17
Tabla 4-1	Registro de Inundación del DPAE en las Cuenca Objetivo en Bogotá.....	4 - 3
Tabla 4-2	Registro de Inundación del 2000 - 2005 Estudio del IDEAM en las Cuenas Objetivo en Bogotá.....	4 - 4
Tabla 4-3	Eventos Seleccionados de Deslizamientos de Tierra para Análisis en las Cuenas Objetivo en Bogotá.....	4 - 6
Tabla 4-4	Resumen de la Relación entre el Conteo Anual de las 10 Lluvias Diarias y los Eventos de Inundación .....	4 - 8
Tabla 4-5	Resumen de la Relación entre el Conteo Anual de las 10 Lluvias por Hora y los Eventos de Inundación .....	4 - 8
Tabla 4-6	Resumen de la Relación entre los Eventos de Inundaciones y la Lluvia Diaria .....	4 - 11
Tabla 4-7	Umrales de Lluvia Diaria para Inundación .....	4 - 11
Tabla 4-8	Número Promedio de Días de Cantidad de Lluvia Diaria por Año.....	4 - 12
Tabla 4-9	Lluvia Diaria del Día en que Ocurrieron los Deslizamientos de Tierra .....	4 - 12
Tabla 4-10	Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia .....	4 - 13
Tabla 4-11	Ejemplo de los Umrales para la Alerta General de Deslizamientos.....	4 - 14
Tabla 4-12	Registros de Inundación en el Área Urbana de Soacha .....	4 - 16
Tabla 4-13	Registros de Deslizamiento en el Área Urbana de Soacha .....	4 - 17
Tabla 4-14	Eventos Seleccionados de Deslizamiento para Análisis en Soacha .....	4 - 18
Tabla 4-15	Resumen de la Relación entre los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria...	4 - 19
Tabla 4-16	Diferencias entre el Promedio de Nivel de Agua y las Inundaciones .....	4 - 19
Tabla 4-17	Resumen de la Relación de los Eventos de Inundación y la Lluvia Diaria .....	4 - 21
Tabla 4-18	Umrales de Inundación en Soacha .....	4 - 21
Tabla 4-19	Número Promedio de Lluvia diaria por año.....	4 - 21
Tabla 4-20	Resumen de la Relación entre los Eventos de Deslizamiento y Lluvia .....	4 - 22
Tabla 4-21	Ejemplo del Umbral para la Alerta General de Deslizamiento .....	4 - 22
Tabla 5-1	Índice Propuesto de Alerta .....	5 - 9
Tabla 5-2	Cantidades de Monitoreo .....	5 - 12
Tabla 6-1	Localidades en cada Tramo de Cuenca en el Área de Estudio.....	6 - 3
Tabla 6-2	Distribución de Lluvia Horaria en Jun Rey en Mayo 19, 1994.....	6 - 15
Tabla 6-3	Lluvia Horaria en Juan Rey en Mayo 30,200220.....	6 - 17
Tabla 6-4	Estaciones de Monitoreo Automáticas Dentro y Alrededor de las Quebradas Objetivo.....	6 - 19
Tabla 6-5	Punto de Monitoreo DPAE (Manual) .....	6 - 20
Tabla 6-6	Uso de la Tierra y Coeficientes de Escorrentía de la Cuenca de la Chiguaza y Santa Librada .....	6 - 27
Tabla 6-7	Uso de la Tierra y Coeficiente de Escorrentía de la Cuenca Estrella Trompeta .....	6 - 28
Tabla 6-8	Calculo de Descarga de la Quebrada Chiguaza .....	6 - 29
Tabla 6-9	Punto Critico en la Quebrada Chiguaza .....	6 - 31
Tabla 6-10	Definición de los Planes a Corto, Mediano y Largo plazo.....	6 - 38
Tabla 6-11	Tres (3) Tipos de Inundaciones en la Quebrada Chiguaza y el Correspondiente Sistema de Alerta Temprana.....	6 - 40
Tabla 6-12	Lista de Estaciones a ser Monitoreadas por DPAE ( Corto Plazo) .....	6 - 43
Tabla 6-13	Concepto Total para la Ubicación de los Puntos de monitoreo de la quebrada Chiguaza .....	6 - 44
Tabla 6-14	Especificación de Lluvia de la Estación Moralba .....	6 - 57
Tabla 6-15	Especificación de la Estación de Lluvia de La Gloria.....	6 - 58
Tabla 6-16	Especificaciones de la Estación de Nivel de Agua de Molinos .....	6 - 59
Tabla 8-1	Ubicación de los Pluviómetros.....	8 - 11

Tabla 9- 1	Lista de Barrios que fueron encuestados por el Equipo de Estudio .....	9 - 6
Tabla 9- 2	Lista de Estaciones de Monitoreo dentro y alrededor del Área de Estudio .....	9 - 8
Tabla 9- 3	Comparación de Los Métodos de Transferencia de la Información .....	9 - 27
Tabla 9- 4	Procedimiento para el Criterio de Alerta .....	9 - 28
Tabla 9- 5	Descripciones Cortas de los Sub-Sistemas.....	9 - 29
Tabla 9- 6	Lista Estaciones Telemétricas a ser Monitoreadas Soacha .....	9 - 30
Tabla 9- 7	Estaciones de Monitoreo Basadas en la Comunidad.....	9 - 30
Tabla 9- 8	Concepto total para las Estaciones de Monitoreo Basadas en la Comunidad en el Río Soacha.....	9 - 32
Tabla 9- 9	Ítem a Monitorear y Frecuencia (Etapa del Proyecto Piloto).....	9 - 33
Tabla 9- 10	Asignación de roles para los Participantes en el Proyecto .....	9 - 35
Tabla 9- 11	Método de Transferencia de la Información .....	9 - 37
Tabla 9- 12	Lluvia de cada 10 minutos en la Estación San Jorge (IDEAM).....	9 - 38
Tabla 9- 13	Criterio de Alerta de Nivel de Agua .....	9 - 39
Tabla 9- 14	Relación entre el Nivel de Agua y la Descarga en el Vertedero y Embalse de Terreros .....	9 - 40
Tabla 9- 15	Programa de Implementación .....	9 - 43
Tabla 9- 16	Especificaciones de los Equipos en SOACHA .....	9 - 46
Tabla 9- 17	Actividades de Monitoreo Propuestas durante el Proyecto Piloto en la Cuenca del Río Soacha .....	9 - 48
Tabla 10-1	Distribución de Encuestas en el Territorio de Soacha.....	10 - 2
Tabla 10-2	Resumen de Resultados de la Encuesta a la Comunidad .....	10 - 2
Tabla 10-3	Monitoreo del Nivel del Agua Limnómetro, Pluviómetro, y Comunicación por Radio.....	10 - 8
Tabla 10-4	Sirenas o Alarmas Existentes en el Área del Proyecto Piloto .....	10 - 11
Tabla 10-5	Resumen del Tiempo Requerido por Barrios: Informando Todos los Problemas de Evacuación, la Preparación, Evacuación y Reunión en Puntos de Encuentro. Taller Junio 27 de 20007.....	10 - 12
Tabla 10-6	Perfil de Infraestructura de las Comunidades Afectadas por Inundaciones en el Río Soacha .....	10 - 13
Tabla 10-7	Emergencia de Inundación Mayo de 2006 Sumario de Información.....	10 - 15
Tabla 10-8	Sumario de Casas Propensas a Inundarse en el Área del Proyecto Piloto .....	10 - 17
Tabla 10-9	Condiciones para Posibles Refugios en el Área del Proyecto.....	10 - 19
Tabla 10-10	Situación de los Puntos de Encuentro .....	10 - 19
Tabla 10-11	Coordinadores y Líderes para el Plan de Evacuación.....	10 - 21
Tabla 11-1	Distribución de Diámetros .....	11 - 7
Tabla 11-2	Condiciones de Caída de las Rocas de Acuerdo con los Ángulos del Talud .....	11 - 9
Tabla 11-3	Comprobación de la Distribución del Gavión.....	11 - 10
Tabla 11-4	Responsabilidad de Ejecución del Proyecto.....	11 - 16
Tabla 11-5	Detalles de los Paquetes a Contratar .....	11 - 16
Tabla 11-6	Condiciones de las Obras Temporales .....	11 - 17
Tabla 11-7	Lista de Contratos de las Obras Temporales.....	11 - 21
Tabla 11-8	Aspectos Socio-Económicos del Divino Niño .....	11 - 24

### **Lista de Figuras**

Figura 1- 1	Área de Estudio .....	1 - 3
Figura 1- 2	Diagrama de Flujo del Trabajo en las Fases de Estudio (Bogotá) .....	1 - 4
Figura 1- 3	Diagrama de Flujo del Trabajo en las Fases de Estudio en (Soacha).....	1 - 5
Figura 1- 4	Organización para el Estudio .....	1 - 6

Figura 2-1	Mapa Topográfico de Colombia y Sección Transversal de los Andes.....	2 - 1
Figura 2-2	Secciones Transversales Topográficas Correspondientes a las Líneas en la Figura.....	2 - 2
Figura 2-3	Clasificación Topográfica en Colombia.....	2 - 3
Figura 2-4	Sedimentos en la Sabana de Bogotá (Sección A) .....	2 - 4
Figura 2-5	Desplazamiento de la ITCZ .....	2 - 5
Figura 2-6	Mapa de ubicación de las estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio.....	2 - 7
Figura 2-7	Distribución Anual de la Precipitación (2002).....	2 - 12
Figura 2-8	Variación de la Precipitación Mensual en 2003.....	2 - 13
Figura 2-9	Precipitación Máxima Diaria en las Estaciones de DPAAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 a 2006.....	2 - 14
Figura 2-10	Precipitación Diaria Máxima en las Estaciones de DPAAE en el lado Occidental del Río Tunjuelo del 2000 al 2006.....	2 - 15
Figura 2-11	Máxima Precipitación Diaria en las Estaciones de DPAAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 al 2006.....	2 - 16
Figura 2-12	Precipitación Horaria Diaria en las Estaciones de DPAAE en el lado Occidental Del Río Tunjuelo desde el 2000 al 2006.....	2 - 16
Figura 2-13	Zonificación del Modelo de Precipitación .....	2 - 17
Figura 2-14	Relación entre La Precipitación Diaria y la precipitación horaria en las estaciones de DPAAE en 2000-2006.....	2 - 18
Figura 2-15	Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la Estación del Tanque Quiba.....	2 - 18
Figura 2-16	Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la Estación Micaela.....	2 - 19
Figura 2-17	Correlación de la Precipitación mensual (2000 - 2006).....	2 - 21
Figura 2-17	Correlación de la Precipitación Diaria (2003) .....	2 - 22
Figura 2-19	Correlación de la Lluvia Mensual en las Estaciones de DPAAE (2000 - 2006) .....	2 - 23
Figura 2-20	Correlación de la Lluvia Diaria en las Estaciones de DPAAE (2003) .....	2 - 24
Figura 3-1	Organigrama de DPAAE .....	3 - 2
Figura 3-2	Numero de Barrios Legalizados en Seis Localidades .....	3 - 7
Figura 3-3	Comunas del Municipio de Soacha.....	3 - 8
Figura 3-4	Inmigrantes a Soacha por año de Llegada.....	3 - 11
Figura 4-1	Frecuencia de los Eventos de Inundación (2001 agosto - 2006 junio.) en las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME .....	4 - 2
Figura 4-2	Frecuencia de Inundación en la Cuenca Objetivo en Bogotá.....	4 - 2
Figura 4-3	Frecuencia de Eventos de Deslizamiento de Tierra (2002 Enero.2006 Julio) en las Localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y Usme.....	4 - 5
Figura 4-4	Estaciones Seleccionadas para el Análisis .....	4 - 7
Figura 4-5	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) ....	4 - 9
Figura 4-6	Antecedente de Lluvia Cuando Ocurrió la Inundación.....	4 - 10
Figura 4-7	Varias Cantidades de Lluvia en la Ocurrencia de Deslizamientos y Valores Promedio en la Estación Juan Rey (EAAB).....	4 - 13
Figura 4-8	Número de los Eventos de Inundación en la Zona Urbana de Soacha.....	4 - 15
Figura 4-9	Número de Eventos de Deslizamiento en los Barrios del Área Urbana de Soacha.....	4 - 15
Figura 4-10	Estaciones Seleccionadas para Análisis .....	4 - 18
Figura 4-11	Comunas en Soacha .....	4 - 19
Figura 4-12	Lluvia Diaria en Eventos de Inundación en Cada Comuna.....	4 - 20

Figura 4-13	Diariamente, 3 Días Lluvia Acumulada Cuando Ocurre El Deslizamiento...	4 - 22
Figura 5-1	Fase en Altos de la Estancia.....	5 - 1
Figura 5-2	Desarrollo de Grietas en el Deslizamiento.....	5 - 2
Figura 5-3	Direcciones de los Puntos de Control Topográfico.....	5 - 3
Figura 5-4	Ubicación de los Levantamientos de Campo.....	5 - 4
Figura 5-5	Mecanismo Supuesto del Levantamiento.....	5 - 4
Figura 5-6	Grietas Superficiales en el Terreno y Bloques en el Deslizamiento.....	5 - 5
Figura 5-7	Ejemplo de Instrumentación a lo Largo del Deslizamiento y en el Área Residencial.....	5 - 7
Figura 5-8	Cuatro Lugares Donde los Bloques Deslizados están Cerca al Área Residencial.....	5 - 8
Figura 5-9	Medición Simple de Grietas en el Terreno.....	5 - 9
Figura 5-10	Cronograma de Tiempo de Monitoreo para 2020.....	5 - 11
Figura 5-11	Ubicación de los Puntos de Elevamiento y Otros Equipos de Monitoreo.....	5 - 12
Figura 5-12	Equipos de Monitoreo para la Casa.....	5 - 13
Figura 6-1	Cuenca del Río Tunjuelo.....	6 - 2
Figura 6-2	Perfil Longitudinal del Río Tunjuelo.....	6 - 3
Figura 6-3	Perfiles Longitudinales de las Quebradas Objetivo en Bogotá.....	6 - 4
Figura 6-4	Perfil Longitudinal de la Quebrada Chinguaza.....	6 - 5
Figura 6-5	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (Chinguaza).....	6 - 5
Figura 6-6	Perfil Longitudinal de la Quebrada Santa Librada.....	6 - 6
Figura 6-7	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (Santa Librada).....	6 - 6
Figura 6-8	Perfil Longitudinal de la Quebrada Yomasa.....	6 - 7
Figura 6-9	Cuenca Subjetiva de la Quebrada (Yomasa).....	6 - 8
Figura 6-10	Perfil Longitudinal de la Quebrada Estrella.....	6 - 9
Figura 6-11	Perfil Longitudinal de la Quebrada Trompeta.....	6 - 9
Figura 6-12	Cuenca de la Quebrada Subjetiva (La Estrella-Trompeta).....	6 - 10
Figura 6-13	Condiciones de la Conexión de las Quebradas La Estrella y Trompeta.....	6 - 11
Figura 6-14	Área afectada en la Inundación Mayo 19, 1994 en la Quebrada Chinguaza....	6 - 13
Figura 6-15	Lluvia Diaria Durante 1 mal 31 en Mayo 1994.....	6 - 14
Figura 6-16	Material de la Presentación de la Inundación de Mayo 2002 por DPAE.....	6 - 15
Figura 6-17	Área afectada por la Inundación de Mayo 2002 Comparada con las Fotos Aéreas.....	6 - 16
Figura 6-18	Nivel de agua observada desde Mayo 23 hasta Junio 6, 2002 en San Benito (EAAB).....	6 - 18
Figura 6-19	Cota de la Inundación de Mayo 2002 en el Río Tunjuelo y la Quebrada Chinguaza.....	6 - 18
Figura 6-20	Curva de Descarga y Nivel de Agua del Río Tunjuelo (San Benito 0+068)..	6 - 19
Figura 6-21	Sistema de Monitoreo Existente por DPAE.....	6 - 20
Figura 6-22	Sistema de Monitoreo Existente dentro y alrededor del Área de Estudio (Bogotá).....	6 - 23
Figura 6-23	Zonas Definidas por las curvas IDF por la EAAB.....	6 - 24
Figura 6-24	Datos de IDF EAAB en el Área de Estudio en Bogotá.....	6 - 24
Figura 6-25	Sub Cuenca de la Quebrada Chinguaza.....	6 - 25
Figura 6-26	Árbol esquemático para el Modelo Hidrológico de la Quebrada Chinguaza....	6 - 26
Figura 6-27	Capacidad del Canal y Descarga Probable de la Quebrada Chinguaza.....	6 - 31
Figura 6-28	Capacidad del Canal y Descarga Probable de la Quebrada Santa Librada....	6 - 32
Figura 6-29	Capacidad del Canal y Descarga Probable de la Quebrada Yomasa.....	6 - 33
Figura 6-30	Capacidad del Canal y Descarga Probable de la Quebrada La Estrella.....	6 - 33
Figura 6-31	Capacidad del Canal y Descarga Probable de la Quebrada Trompeta.....	6 - 34
Figura 6-32	Área de Inundación para un Periodo de Retorno de 25 Años en la Quebrada Chinguaza.....	6 - 35
Figura 6-33	Diagrama de Responsabilidades Acerca del Manejo de Inundaciones	

	en Bogota .....	6 - 37
Figura 6-34	Sistema de Alerta Temprana a ser Considerado en DPAE .....	6 - 39
Figura 6-35	Ubicación del Monitoreo y Área Objetivo .....	6 - 41
Figura 6-36	Necesidad de Monitoreo y Área Objetivo .....	6 - 42
Figura 6-37	Ubicaciones Propuesta para ser Monitoreadas por DPAE (Corto Plazo) .....	6 - 45
Figura 6-38	Sistema de Monitoreo Existente de DPAE .....	6 - 46
Figura 6-39	Ubicaciones Adicionales Propuestas a ser Monitoreadas por la DPAE (Mediano Plazo) .....	6 - 46
Figura 6-40	Sistema de Recolección de Datos (Fase de Entrenamiento de las Personas y Acumulación de Datos) .....	6 - 47
Figura 6-41	Concepto Básico para Determinar el Criterio de Lluvia en la Quebrada Chiguaza .....	6 - 49
Figura 6-42	Relación entre la Lluvia Total y Lluvia Efectiva en el Área urbana en Japón .....	6 - 50
Figura 6-43	Nivel de Agua y Curva de Relación de Descarga en la Estación de Molinos (4+217) (0+060) .....	6 - 51
Figura 6-44	Sección Transversal y Nivel de Desbordamiento de la Sección Crítica (0+982) .....	6 - 52
Figura 6-45	Nivel de Agua y Curva de Descarga (0+982) .....	6 - 53
Figura 6-46	Tiempo de Emisión de la Alerta y la Advertencia .....	6 - 54
Figura 6-47	Cronograma de Implementación para DPAE .....	6 - 56
Figura 6-48	Nivel de Agua Observada en las Estaciones de la Gloria y Molinos .....	6 - 60
Figura 6-49	Lluvia Observada en Moralba en el Tiempo de Agua Alta en La Gloria .....	6 - 61
Figura 8-1	Mapa Guía de las Áreas de Estudio de Deslizamientos en el Municipio de Soacha .....	8 - 1
Figura 8-2	Definición de la Zona Crítica de Talud Empinado .....	8 - 4
Figura 8-3	Zonas Críticas en el Divino Niño .....	8 - 5
Figura 8-4	Zonas Críticas en la Capilla en Altos de Cazucá .....	8 - 5
Figura 8-5	Definición de Zona de Emergencia de Talud Empinado .....	8 - 6
Figura 8-6	Zona de Emergencia en el Divino Niño .....	8 - 6
Figura 8-7	Proceso de Reubicación de las Zonas de Emergencia .....	8 - 9
Figura 8-8	Proceso de Reubicación de las Zonas de Emergencia .....	8 - 10
Figura 8-9	Formato de Registro de Monitoreo de Pluviómetro .....	8 - 12
Figura 8-10	Formato de Registro de Deslizamiento .....	8 - 14
Figura 8-11	Tipo de Deslizamiento .....	8 - 14
Figura 8-12	Precipitación Mensual en Septiembre y Octubre .....	8 - 15
Figura 8-13	Precipitación Mensual de Septiembre en cada punto de Monitoreo .....	8 - 16
Figura 8-14	Precipitación antes de los Desastres de Deslizamientos en Octubre de 2007 .....	8 - 17
Figura 9-1	Perfil del Río Soacha .....	9 - 1
Figura 9-2	Perfil Aguas Abajo del Río Soacha .....	9 - 2
Figura 9-3	Perfil Longitudinal del Río Tibanica .....	9 - 3
Figura 9-4	Cuenca del Río Soacha y el Río Tibanica .....	9 - 4
Figura 9-5	Hoja de Encuesta para Soacha .....	9 - 6
Figura 9-6	Área de Inundación por Inundación en Mayo 11-12 2006 en Soacha .....	9 - 7
Figura 9-7	Estaciones de Monitoreo Principales Dentro y Alrededor del Área de Estudio .....	9 - 10
Figura 9-8	Lluvia Diaria en San Jorge (IDEAM) en 2006 .....	9 - 11
Figura 9-9	Lluvia Diaria San Jorge (IDEAM) en 2006 .....	9 - 12
Figura 9-10	Tiempo de la Inundación en Mayo 11, 2006 en el Río Soacha .....	9 - 13
Figura 9-11	Sección Transversal y Cota de Inundación en Fusunga .....	9 - 14
Figura 9-12	Nivel de Agua y Curva de Descarga en Fusunga .....	9 - 14
Figura 9-13	Sección Transversal y Cota de inundación en la Prisión .....	9 - 15



Figura 9-14	Nivel de Agua y Curva de Descarga en la Prisión .....	9 - 15
Figura 9-15	Sección Transversal y Cota de Inundación en Ladrillera Santa fe.....	9 - 16
Figura 9-16	Nivel de Agua y Curva de Descarga en Ladrillera Santa Fe.....	9 - 16
Figura 9-17	Sección Transversal y Cota de Inundación en Llano Grande .....	9 - 17
Figura 9-18	Nivel de Agua y Curva de Descarga en Llano Grande .....	9 - 17
Figura 9-19	Marca de Inundación Descarga de Pico de Inundación asumida en la Inundación de Mayo 11, 2006.....	9 - 18
Figura 9-20	Pico de Descarga Asumida de Lluvia en la Inundación de Mayo 11, 2006.....	9 - 19
Figura 9-21	Capacidad del Canal del Río Soacha .....	9 - 20
Figura 9-22	Capacidad del Canal del Río Tibanica .....	9 - 21
Figura 9-23	Área de Inundación y Profanidad para Mayo 11, 2006 en el Río Soacha Tibanica.....	9 - 22
Figura 9-24	Opciones para el Futuro Sistema de Monitoreo en Soacha.....	9 - 25
Figura 9-25	Opciones para el Sistema de Monitoreo Futuro en Soacha.....	9 - 26
Figura 9-26	Plantación Total del Sistema (imagen Futura) .....	9 - 29
Figura 9-27	Plan de Monitoreo Total.....	9 - 31
Figura 9-28	Plan de Comunicación (Conceptual).....	9 - 33
Figura 9-29	Resumen de las Actividades por Situación .....	9 - 35
Figura 9-30	Flujo de Información por Fases.....	9 - 36
Figura 9-31	Criterio de Alerta de Inundación para el Río Soacha.....	9 - 39
Figura 9-32	Ubicación del Modelo del Lecho del Río para el Río Soacha.....	9 - 45
Figura 9-33	Ubicaciones de la Instalación de los Equipos Hidrológicos para el Proyecto Piloto en el Río Soacha .....	9 - 46
Figura 9-34	Ubicación para la Instalación de los Parlantes en el Río Soacha .....	9 - 48
Figura 9-35	Diagrama de Transferencia de la Información (Tiempo Normal).....	9 - 49
Figura 9-36	Diagrama de Transferencia de la Información (Tiempo Critico).....	9 - 49
Figura 9-37	Monitoreo de Lluvia por Medio de Pluviómetro Sencillo en la Estación de Bomberos .....	9 - 50
Figura 9-38	Correlación entre San Jorge (IDEAM) y la Estación de Bomberos sobre la Lluvia Diaria.....	9 - 51
Figura 9-39	Resultados del Monitoreo del Lecho del Río para el Río Soacha .....	9 - 51
Figura 9-40	Participación del Simulacro y Escenario de Nivel de Agua y Lluvia .....	9 - 53
Figura 9-41	Acciones Detalladas de Cada Participación Durante el Simulacro .....	9 - 54
Figura 9-42	Diagrama para el Escenario de Simulacro de Transferencia de la Información y Evacuación .....	9 - 55
Figura 11-1	Plano General de las Obras Temporales .....	11 - 3
Figura 11-2	Ubicación del Divino Niño .....	11 - 4
Figura 11-3	Flujo del Diseño de la Pared de Protección.....	11 - 5
Figura 11-4	No. de Rocas Expuestas que Pueden Caer por Bloque .....	11 - 6
Figura 11-5	Análisis de Tamaño y Distribución de Tamaño de las Rocas Caídas .....	11 - 6
Figura 11-6	Perfil del Talud.....	11 - 8
Figura 11-7	Trayectoria de las Rocas Caídas .....	11 - 9
Figura 11-8	Condiciones de la Caída de Rocas .....	11 - 11
Figura 11-9	Forma de la Pared de Gavión .....	11 - 12
Figura 11-10	Ejes de la Pared de Gavión.....	11 - 15
Figura 11-11	Rocas Soportadas por Depósitos y Sedimentos en la Calle No.4 en Divino Niño.....	11 - 14
Figura 11-12	Canal Convencional a la Parte Alta del Talud Divino Niño .....	11 - 15
Figura 11-13	Organización del Proyecto .....	11 - 16
Figura 11-14	Cronograma del Proyecto.....	11 - 20
Figura 11-15	Organización de las Obras Temporales.....	11 - 21

### **Lista de Fotos**

Foto 3-1	Patrón Típico de Expansión Urbana.....	3 - 13
Foto 3-2	Casas Construidas en las bases de una Mina Antigua y que están enfrentando Amenaza de Deslizamiento .....	3 - 13
Foto 3-3	Crecimiento de los barrios sobre las Colinas Rurales.....	3 - 14
Foto 3-4	Protocolo para la Comunidad como Primer Respondiente.....	3 - 19
Foto 6-1	Barrio Altamira Afectado (Izq: después de Mayo 19, 1994 fuente El Tiempo, derecha: Feb. 2007) .....	6 - 13
Foto 6-2	Punto 9 de Monitoreo DPAE “Quebrada Yomasa.....	6 - 21
Foto 6-3	Punto 10 de Monitoreo DPAE “DIANA TURBAY - LOS PUENTES” .....	6 - 21
Foto 6-4	Punto 11 de Monitoreo DPAE “PICOTA” .....	6 - 21
Foto 6-5	Punto 12 de Monitoreo DPAE”PUENTE EL HOYO (Q. Chiguaza) .....	6 - 21
Foto 9-1	Nivel de Inundación de la Sección de Fusunga .....	9 - 13
Foto 9-2	Pluviómetro Sencillo .....	9 - 44
Foto 10-1	Actividad de Monitoreo del lecho del Río.....	10 - 9
Foto 10-2	Sistema de Parlantes existente .....	10 - 10
Foto 10-3	Plan de Evacuación en cada Barrio .....	10 - 14
Foto 10-4	Centro Comunitario .....	10 - 18
Foto 11-1	Personal Local Trabajando Manualmente para las Obras Temporales.....	11 - 35
Foto 11-2	Una Cantidad de Personal Local Trabajando para las Obras Temporales.....	11 - 35

### **List of Abbreviations**

ASE	Exclusive Service Areas (Áreas de Servicio Exclusivo)
AFRODES	Association of Displaced Afro-Colombians (Asociación de Afrocolombianos Desplazados)
CAM	Municipal Committee of mutual Attendance for Prevention and Attention of Disasters (Comité Municipal de Atención Mutua para Prevención y Atención de Desastres)
CAR	Regional Autonomous Corporation (Corporación Autónoma Regional)
CBDM	Community Based Disaster Management (Manejo de Desastres Basado en la Comunidad)
CCTV	Closed-circuit Television (Cicuito Cerrado de Televisión)
CHF	Canadian Hunger Foundation (Fundación Canadiense para el Hambre)
CLE	Emergency Local Committee (Comité Local de Emergencia)
CLOPAD	Local Committee for the Prevention and Attention of Disasters (Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres)
CODENSA	
CODHES	Advisory for Human Rights and Displacement (Consultoría para los derechos humanos y el desplazamiento)
CREPAD	Regional Committee for the Prevention and Attention of Disasters (Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres)
DABS	Administrative Department of Social Welfare (Departamento Administrativo de Bienestar Social)
DANE	National Administrative Department of Statistics (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas)
DAPD	Administrative Department for District Planning (Departamento Administrativo de Planeación Distrital)
DCP	Data Collection Platform (Plataforma Colectora de Datos)
DNPAD	National Office for the Attention of Disasters (Dirección Nacional para la Atención de Desastres)
DPAE	Direction for the Prevention and Attention of Emergency (Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias)
DTM	Digital Terrain Model (Modelo Digital del Terreno)
EAAB-ESP	Company of Water Supply and Sewage Service of Bogotá (Empresa de Acueducto y

	Alcantarillado de Bogotá)
EDAN	Ecumenical Disability Advocates Network (Red de Defensores de la Discapacidad Ecuménica)
EFP (PEF)	Emergency Family Plan (Plan de Emergencia Familiar)
ETB	Company of Telecommunications of Bogotá (Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá)
FOPAE	Fund for Prevention and Attention of Emergencies (Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias)
FTP	File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos)
GDP/PIB	Gross Domestic Product (Producto Interno Bruto)
GDS	Grid Development System (Sistema de Desarrollo de Grilla)
GIS/SIG	Geographic Information System (Sistema de Información Geográfica)
GMS	Geostational Meteorological Satellite (Satélite Meteorológico Geo- estacional)
GNP	National Gross Product (Producto Nacional Bruto)
GOC	Government of Colombia (Gobierno de Colombia)
GOES	Geostationally Operational Environment Satellite (Satélite Geoestacionario de Operación Ambiental)
GOJ	Government of Japan (Gobierno de Japón)
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
GSM	Global Scale Model (Modelo a Escala Global)
GST	Greenwich Standard Time (Hora Estándar Greenwich)
HECRAS	Hydrologic Engineering Center River Analysis System (Centro de Ingeniería Hidrológica Sistema de Análisis de Ríos)
ICA	Colombian Institute of Agriculture (Instituto Colombiano Agropecuario)
ICBF	Colombian Institute for Family Welfare (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar)
ICS/SCI	Incident Command System (Sistema Comando de Incidentes)
ICT	Institute of Territorial Credit (Instituto de Crédito Territorial)
IDB	Inter-american Development Bank (Banco Inter-americano de Desarrollo)
IDEAM	Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales)
IDF	Intensity Duration Frequency (Frecuencia Duración de la Intensidad)
IDU	Institute of Urban Development (Instituto de Desarrollo Urbano)
IGAC	Geography Institute "Agustin Codazzi" (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)
INGEOMINAS	Institute of Investigation and Geo-scientific, Mining-Environmental and Nuclear Information (Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear)
INM	National Institute of Meteorology (Instituto Nacional de Meteorología)
IOM/OIM	International Organization for Migration (Organisation Internationale pour les Migrations)
ITCZ	Inter-tropical Confluence Zone (Zona de Convergencia Intertropical)
JAC	Assembly of Community Actions (Junta de Acción Comunal)
JAL	Local Administrative Assembly (Junta Administradora Local)
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
JMA	Japan Meteorological Agency (Agencia Meteorológica del Japón)
MAT	Multi-annual Average (Promedio Multi -Anual)
MAT	Multi-annual Average Temperatura (Temperatura Promedio Multi-anual)
MATPEL	Dangerous Material (Materiales Peligrosos)
MAVDT	Ministry of Environment, House and Land Development (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)
MEWS	Monitoring and Early Warning System (Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana)
MHz	megahertz
MM5	Mesoscale Model 5 (Modelo a Meso Escala 5)
MSM	Meso Scale Model (Modelo a Meso Escala)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración del Espacio y Aeronáutica Nacional)
NGOs	Non-Governmental Organization (Organización No-Gubernamental)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Atmosférica y Oceanica Nacional)
NWP	Numerical Weather Prediction (Predicción Numérica del Clima)

OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios)
OFDA	Foreign Disaster Attendance (Oficina de Relaciones Exteriores de los EE.UU. de Asistencia para Desastres)
ONG	Non Government Organization (Organización No Governamental)
OPAD	Office for the Prevention and Attention of Emergency and Disasters of Cundinamarca (Oficina para la Prevención de Desastres y Emergencias de Cundinamarca)
P.M.U.	Unified Control Post (Puesto de Control Unificado)
PAHO/OPS	Pan-American Health Organization/Worldwide Health Organization (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud)
POT	Territorial Ordering Plan (Plan de Ordenamiento Territorial)
PRIMAT	First Response to Incidents with Dangerous Materials (Primera Respuesta en Incidentes con Materiales Peligrosos)
RTU	Remote Terminal Unit (Unidad Terminal Remota)
SDA	District Secretary of Environment (Secretaria Distrital Ambiental)
SEGOBDIS	District Secretariat of Government (Secretaria de Gobierno Distrital)
SIRE	Information System for Risk Management and Attention of Emergency (Sistema de Información para el Manejo y Atención de Emergencias)
SISBEN	Selection System of Beneficiaries for Social Programs (Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales)
SMLM	Monthly minimum legal salary (Salario Mínimo Legal Mensual)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission (Misión Topográfica Radar Shuttle)
SYNOP	Surface synoptic observations (Observaciones Sinópticas de la Superficie)
UBN	Unsatisfied Basic Necessities (Necesidades Básicas Insatisfechas)
UESP	Executive Unit of Public Services (Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos)
UHF	Ultra High Frequency (Frecuencia Ultra Alta)
UN	United Nations (Naciones Unidas)
UNDP/PNUD	United Nations Development Programme (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)
UNHCR/ACNUR	United Nations High Commissioner for Refugees (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados)
UNICEF	United Nations Children´s Fund (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia)
UNIFEM	United Nations Development Fund for Women (Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer)
UNV/VNU	United Nations Volunteers (Voluntarios de las Naciones Unidas)
UPS(SAI)	Uninterruptible Power Supply (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)
UPZ	Unit of Zone Planning (Unidad de Planeamiento Zonal)
URL	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recurso)
USA/EUA	United States of America (Estados Unidos de América)
USD	United States Dollar (Dólar de Estados Unidos)
USGS	United States Geological Survey (Levantamiento Geológico de Estados Unidos)
WMO	World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial)
ZMPA	Environmental Management and Reservation Zone (Zonas de Manejo y Preservación Ambiental)

**PARTE 1**  
**GENERAL**

## CAPÍTULO 1 GENERAL

### 1.1 General

En respuesta a la petición del Gobierno de la República de Colombia ( de aquí en adelante referido como: "Gobierno de Colombia" o "GOC"), el Gobierno de Japón estuvo de acuerdo en llevar a cabo el Estudio acerca de Monitoreo y Alerta Temprana para Deslizamientos e Inundaciones en las Áreas seleccionadas del Distrito Capital de Bogotá y el Municipio de Soacha en la República de Colombia( de aquí en adelante referido como "El Estudio") de acuerdo con las leyes pertinentes y reglamentaciones vigentes en Japón.

Por consiguiente, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (de aquí en adelante referida como "JICA"), la agencia oficial responsable por la implementación de los programas de cooperación técnica del Gobierno de Japón, asumirá el Estudio, en cooperación estrecha con las autoridades concernientes de la República de Colombia.

El reporte final contiene todos los resultados del Estudio.

### 1.2 Antecedentes del Estudio

La ciudad de Bogotá y sus alrededores son llamados el Área Metropolitana de la República de Colombia. Está cubre un área vasta de 1,949 Km<sup>2</sup> con una población de 6.99 millones en el año 2000. El estudio acerca de prevención de desastres en el Área Metropolitana de Bogotá en la República de Colombia (estudio del Plan Maestro), que fue llevado a cabo por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Marzo 2002, tuvo como objetivo esta área. El área de estudio esta localizada en la parte sur del área metropolitana. El área total del estudio es de alrededor 84km<sup>2</sup>, lo cual es el 4% del área del Plan Maestro.

El área de Estudio contiene una cantidad de áreas propensas a deslizamiento en términos de topografía y geología donde las áreas que yacen –bajas han sufrido de inundación en el Río Tunjuelo. Además de tales condiciones naturales, la población de la ciudad de Bogotá y Soacha se ha incrementado muy rápidamente en los años 90 debido a la migración a esas ciudades de refugiados nacionales del país. Debido al incremento rápido de la población, las áreas de deslizamiento de los taludes y las áreas propensas a inundación en la cuenca del río Tunjuelo, que se suponen están protegidas, se han desarrollado extensivamente, dando como resultado una alta vulnerabilidad en términos de desastres naturales tales como deslizamientos e inundaciones. En respuesta a esta situación, las organizaciones relacionadas con la prevención de desastres en Bogotá y su área circundante han implementado medidas de prevención de desastres tales como el monitoreo en áreas mayores de deslizamiento, proyectos de control de inundaciones para el Río Tunjuelo y sistema de monitoreo de inundación. Sin embargo, la implementación de medidas estructurales para el área entera incluyendo los afluentes requerirá un tiempo largo. Para enfocarse en salvar vidas, al sistema de monitoreo y alerta temprana se le ha dado prioridad.

Bajo estas circunstancias, el Gobierno de Colombia pidió al Gobierno de Japón implementar un estudio acerca del sistema de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos e inundaciones.

Este estudio hará uso de los datos existentes y los resultados valiosos obtenidos por la parte colombiana, y también formular un plan maestro acerca del plan del sistema de monitoreo y alerta temprana para deslizamientos e inundaciones para las áreas en las cuales las medidas de prevención de desastres aún no se han terminado. Más adelante, el o los proyecto(s) piloto para las áreas seleccionadas deberán ser implementados por las autoridades gubernamentales también como las comunidades en el curso del Estudio para mejorar la capacidad preparatoria en frente a los desastres.

### 1.3 Objetivos del Estudio

Los objetivos del estudio que están estipulados dentro del Alcance del Estudio son:

- Preparar un Plan para el sistema de monitoreo y alerta temprana en la cuenca media del Río Tunjuelo y la cuenca del Río Soacha, para deslizamientos e inundaciones.
- Establecer, operar y mantener un sistema de monitoreo y alerta temprana para las áreas seleccionadas como proyectos piloto contando con la iniciativa de la gente de la comunidad tanto como sea posible.
- Transferir las tecnologías y conocimientos a las personas colombianas involucradas en el Estudio.

De acuerdo con el Alcance del Trabajo, el Reporte Inicial fue preparado en el periodo de trabajo preparatorio en Japón (Junio, 2006). Cuando el Equipo de Estudio se movilizó a Bogotá a finales de Junio de 2006, el Estudio planeó hacer algunos ítems del estudio en relación con aspectos de comunidades tanto para DPAE como Soacha. Durante la discusión del Reporte Inicial, DPAE requirió fuertemente al Equipo de Estudio dejar al DPAE los aspectos de manejo de la comunidad, tales como talleres comunitarios, encuestas comunitarias, etc. El Equipo de Estudio comprendió el requerimiento y decidió concentrarse en Soacha, en relación con los aspectos comunitarios.

### 1.4 Área de Estudio

El área de estudio cubre parte del Distrito Capital de Bogotá y el Municipio de Soacha como se muestra en la Tabla 1-1 Con respecto al desastre por inundación y deslizamiento, el Estudio cubre seis (6) cuencas de ríos y tres (3) áreas específicas como se muestra en la Figura 1-1. El término “desastre por inundación” cubre el desastre causado por inundación, e inundación súbita que contiene sedimentos como flujo de escombros”. El término “desastre por deslizamiento” cubre “desastre causado por movimiento de masa tal como deslizamiento lento, falla de talud empinado y caída de rocas”

Tabla 1-1 Características Básicas del Área de Estudio

Ciudad	Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Inundaciones			Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Deslizamientos
	Ríos y Quebradas	Área de Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del río o quebrada principal (Km.)	
Ciudad de Bogotá	Quebrada Chiguaza	18.9	7.0	Altos de La Estancia (100 ha)
	Quebrada Santa Librada	5.5	5.0	
	Quebrada Yomasa	15.4	5.0	
	Quebrada La Estrella-El Infierno (Quebrada Trompeta )	8.3	1.5	
Municipio de Soacha	Río Soacha	44.3	13.0	Altos de Cazucá y El Divino Niño (total 230 ha)
	Río Tibanica	19.2	6.0	
No Total.	6 ríos			3 áreas

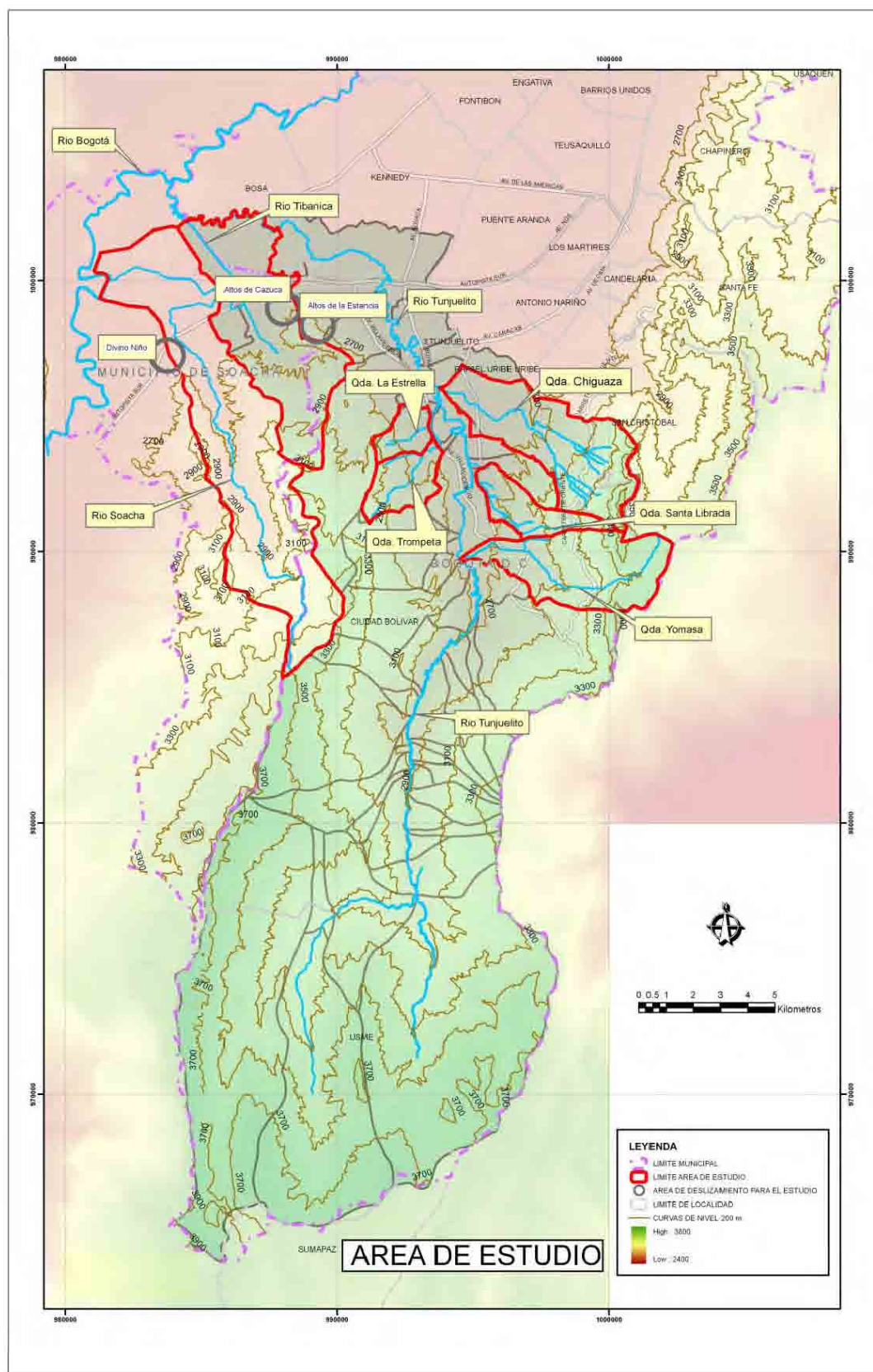


Figura 1-1 Área de Estudio



## 1.5 Programa del Estudio

El estudio se realizó en tres (3) Fases: Estudio Básico (Fase I), Formulación del Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana (Fase II), y la implementación del o los proyecto(s) piloto (Fase III), por un periodo de 22 meses comenzando desde Junio 2006 y finalizando en Marzo de 2008. El Flujo de trabajo de la aproximación general de este estudio se muestra en la Figura 1-2 y la Figura 1-3.

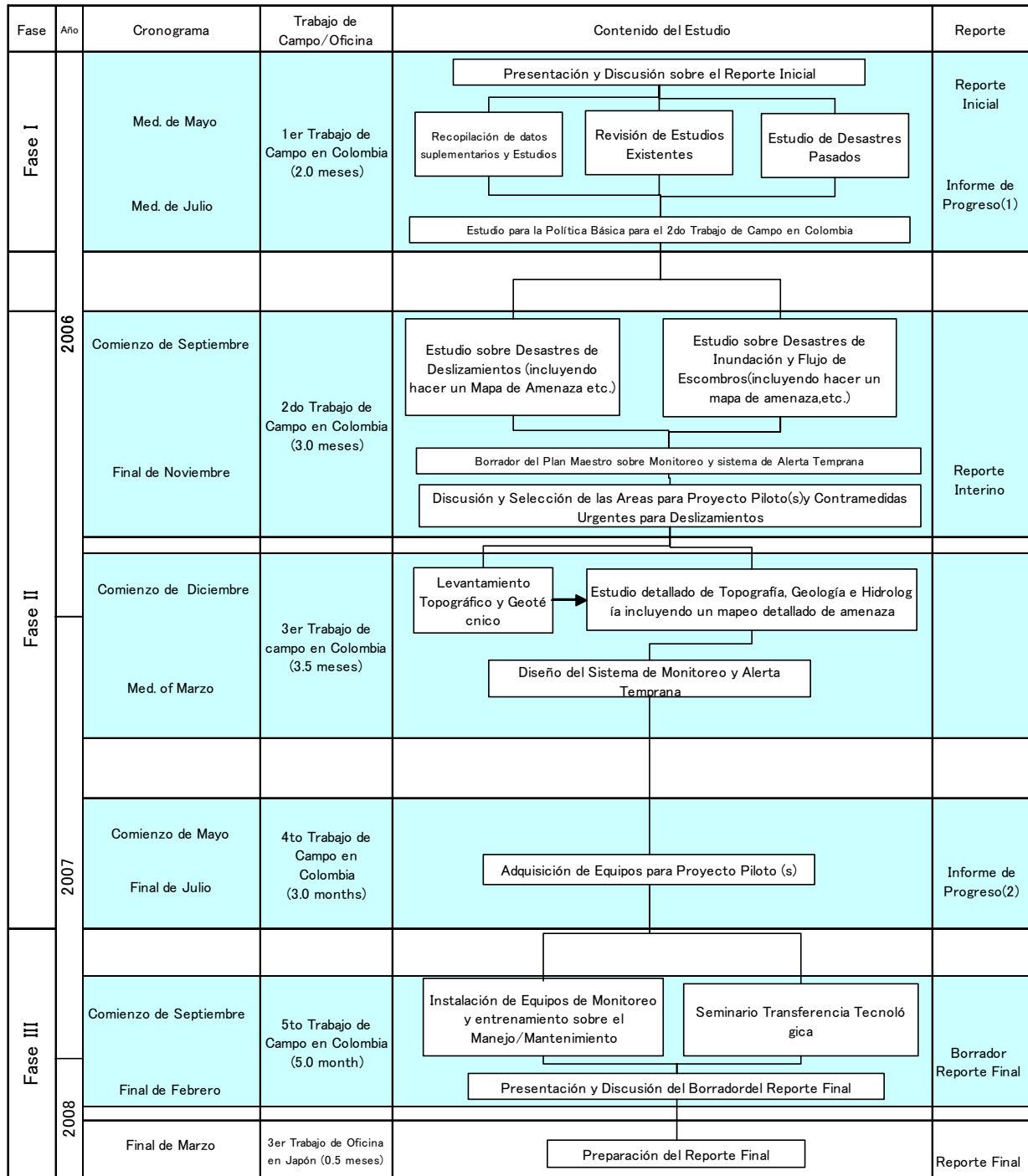


Figura 1-2 Diagrama de Flujo del Trabajo en las Fases de Estudio (Bogotá)

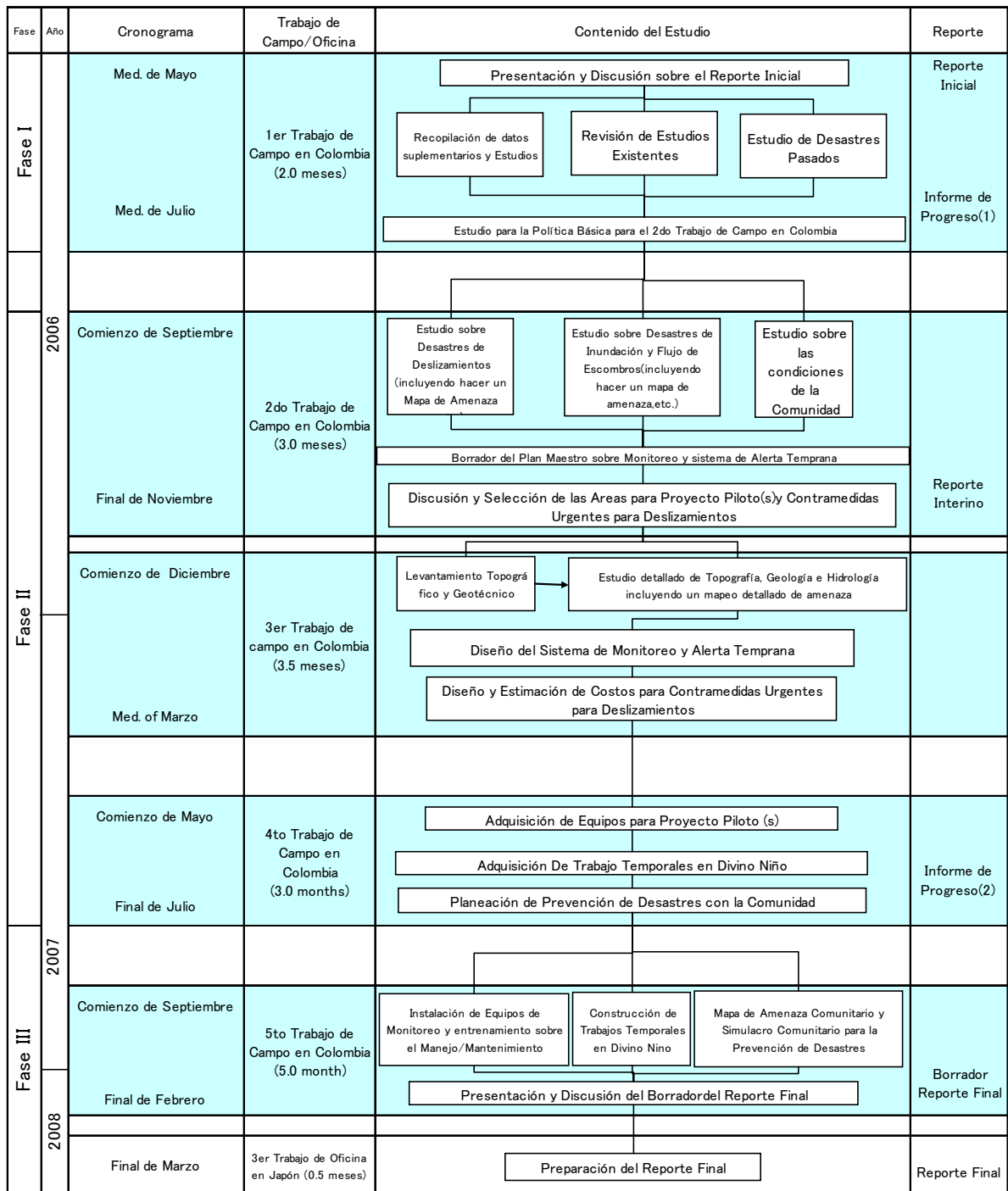


Figura 1-3 Diagrama de Flujo del Trabajo en las Fases de Estudio en (Soacha)

## 1.6 Organización del Estudio

### 1.6.1 Organización del Estudio

El Estudio se realizó por la cercana cooperación entre DPAE, la ciudad de Soacha y el Equipo de Estudio con el apoyo de la Gobernación de Cundinamarca (OPAD) y JICA Colombia (Figura 1-4). JICA Tokio envió el Equipo de Monitoreo para el Estudio en Noviembre de 2006 y Noviembre de 2007. Los miembros del Equipo de Monitoreo sostuvieron discusiones con DPAE y la ciudad de Soacha así como con el Equipo de Estudio y proporcionaron asesoría técnica a JICA.

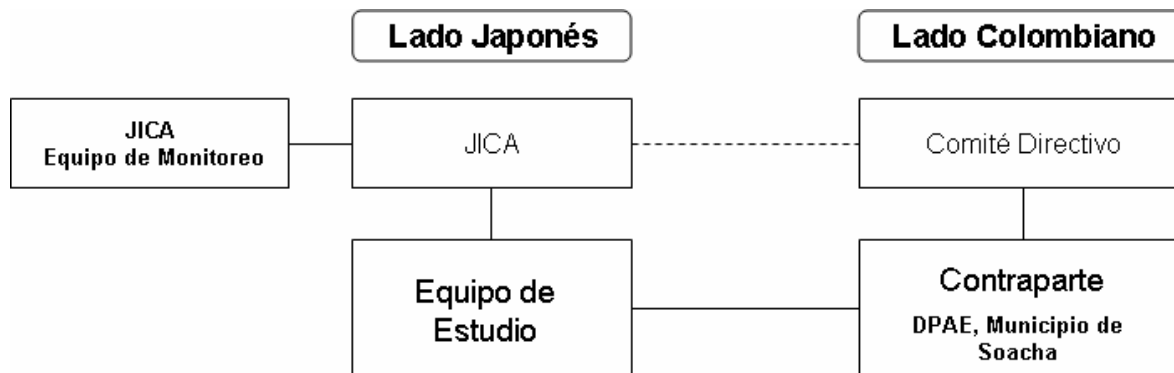


Figura 1-4 Organización para el Estudio

### 1.6.2 Contraparte

El estudio se realizó a través de la coordinación cercana entre el Equipo de Estudio y la contraparte del lado Colombiano. El último personal de la contraparte para el Estudio fue designado por el DPAE y el Municipio de Soacha como se muestra en la Tabla 1-2 y Tabla 1-3.

Tabla 1-2 Lista de la Contraparte de DPAE

Nombre	Posición	Área
Guillermo Ávila	Coordinador General de la contraparte de DPAE	
Doris Suaza	Coordinador General Diputado de la contraparte DPAE	
Carolina Rogelis	Coordinación acerca de la Investigación y Desarrollo de estudios y conceptos grupales.	Inundación
Jorge Rosas	Coordinación acerca de la Investigación y Desarrollo de estudios y conceptos grupales	Inundación
Diana Arévalo	Estudios y Concepto de Grupo. Investigación y Coordinación de Desarrollo	Deslizamiento
Lucy Bohórquez	Gestión de Coordinación territorial de las áreas rurales y grupos de áreas de taludes.	Deslizamiento
Paola Sánchez	Experto acerca de la participación Comunitaria	Participación Comunitaria
Ligia Cañón	Gestión de Coordinación territorial de las áreas rurales y grupos de áreas de taludes.	Participación Comunitaria
Neida Alvarado	Coordinación acerca de la Investigación y Desarrollo de estudios y conceptos grupales	Geografía y Análisis Geológico
Piedad Camargo	Coordinación acerca de la Investigación y Desarrollo de estudios y conceptos grupales	Geografía y Análisis Geológico
Diana González	Relaciones Nacionales e Internacionales	Logística

Tabla 1-3 Lista de la Contraparte del Municipio de Soacha

Nombre	Posición	Área
José Ernesto Martínez	Alcalde del Municipio	Alcalde del Municipio
Jesús Ochoa Sánchez	Alcalde Anterior del Municipio	Alcalde del Municipio
José Ernesto Morales Morales	Anterior Secretario de Gobierno	Administrativo
Ligia Goyeneche	Secretaria de Gobierno	Administrativo
Iván D. Calderón Ulloa	Coordinador General de la contraparte	Experto Administrativo en leyes
Ángela Piedad Alfonso Cruz	Abogada	Asesoría Legal
Olga Yaneth Infante Ramírez	Anterior Secretaria de Planeación	Inundaciones
Ismael Molina	Secretario de Planeación	Inundaciones, deslizamientos
Manuel Puentes	Anterior Secretario de Infraestructura	Inundaciones, Deslizamientos
Pastor Humberto Borda	Secretario de Infraestructura	Inundaciones, Deslizamientos
Sandra Milena Vázquez Mancera	Ingeniera Civil	Inundación, Deslizamiento
Oscar Danilo Gómez Veloza	Secretario de Hacienda y Tesorería	Comunidades
Maria Eugenia Casabuenas	Ingeniera Civil	Deslizamientos
Ramón Augusto Mendoza López	Anterior Secretario de Planeación	Inundaciones
Sandra Bacca	Anterior Ingeniera Catastral	Análisis Geográfico
Oscar Fernando Charry	Ingeniero Catastral	Análisis Geográfico
Rodrigo Cumbe	Ingeniero Civil	Inundaciones
Jorge E Barragán	Geólogo	Deslizamientos
Sonia Manentes	Trabajadora Social	Participación Comunitaria
Nelson Cifuentes	Ingeniero Civil	Deslizamientos

## 1.7 Composición del Reporte

Este reporte presenta todos los resultados de los estudios técnicos realizados. Este reporte consiste de lo siguiente;

- Resumen
- Reporte Principal
- Reporte de Soporte
- y Libro de Datos

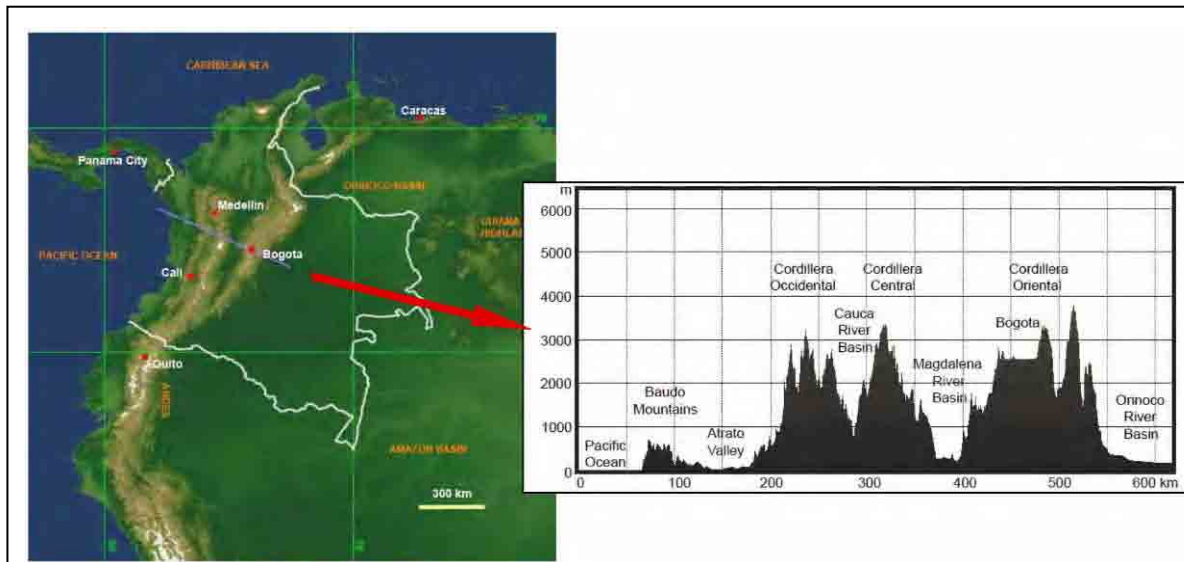
## CAPÍTULO 2 CONDICIONES NATURALES

### 2.1 Topografía y Geología

#### 2.1.1 Topografía de Colombia

El área territorial de Colombia es 1,138,910 km<sup>2</sup>, extendiéndose entre la latitud 4.2 grados sur y 12.4 grados norte, y entre la longitud 66.9 grados oeste y 78.8 grados oeste. Colombia da cara al Océano Pacífico al oeste y al Mar Caribe al norte, y está limitado al noroeste por Panamá, al este por Venezuela y Brasil y al suroeste por Perú y Ecuador.

La parte norte de los Andes en Colombia gira en un arco de noreste a suroeste. El arco consiste de tres cordilleras mayores conocidas como Cordillera Occidental, Cordillera Central y Cordillera Oriental. Entre ellas existen zonas planas y valles, ver Figura 2-1, en los cuales se encuentran las partes más densamente pobladas del país. Además de las cordilleras principales, se encuentre una cordillera costera hacia la costa pacífica de Colombia, la Serranía de Baudó. Geológicamente, la Serranía del Baudó representa una extensión del Istmo de Panamá. Estas montañas se encuentran separadas de la Cordillera Occidental por el valle del Río Atrato, en donde se localiza Quibdó.



(base data : NASA SRTM-30 and SRTM-3)

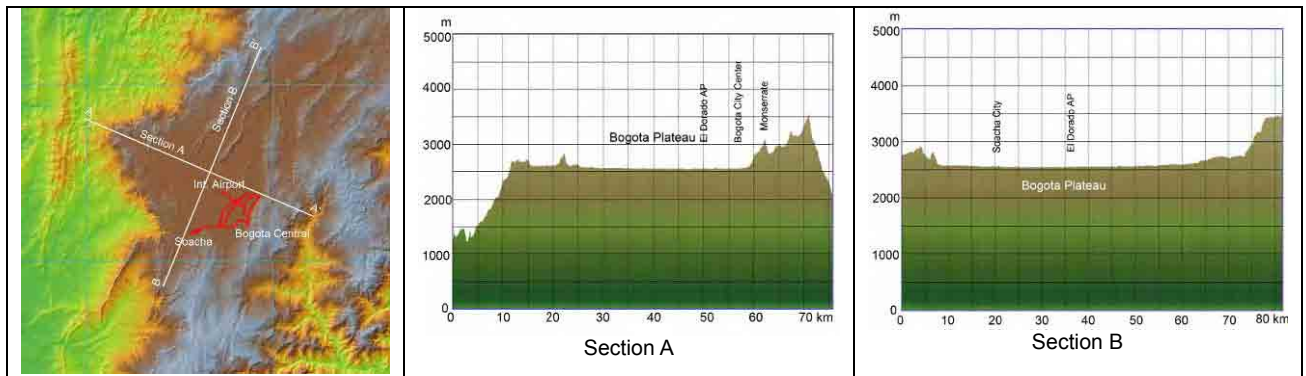
Figura 2-1 Mapa Topográfico de Colombia y Sección Transversal de los Andes

Los ríos que desembocan en el Pacífico son cortos y de poco volumen debido a las lluvias en los costados occidentales de las montañas. Las corrientes que se encuentran al este, son largas y están alimentadas en gran abundancia por el las lluvias transportadas por los vientos, las cuales producen altos niveles de precipitación en las proximidades de las montañas. Esas corrientes montañosas son la fuente de los mayores sistemas de los tres grandes ríos en Sur América: El Amazonas, el cual fluye a través de Perú y Brasil; el Orinoco de Colombia y Venezuela; y el Paraná-Paraguay-Uruguay, el cual desemboca en el Río de la Plata, un gran sistema estuarino a lo largo de la costa Atlántica entre Uruguay y Argentina.

Bogotá está localizada a una altura de 2640m sobre una sabana bordeada de montañas de la Cordillera Oriental de los Andes.

### 2.1.2 Topografía de Bogotá y Alrededores

Bogotá se localiza en una superficie plana llamada Sabana de Bogota, la cual se encuentra a una altura promedio de 2,560 m sobre el nivel del mar, y la altura de las montañas que le rodean alcanzan 3,000 m y más; hacia el lado occidental de la Cordillera Oriental, como se muestra en la Figura 2-2. La Sabana de Bogotá se extiende cerca de 40 km del noroeste al sureste y 60 km de noreste al suroeste como se muestra en la Figura 2-2. El crecimiento de Bogotá en la sabana está limitada por los cerros al oriente y al occidente por el Río Bogotá.

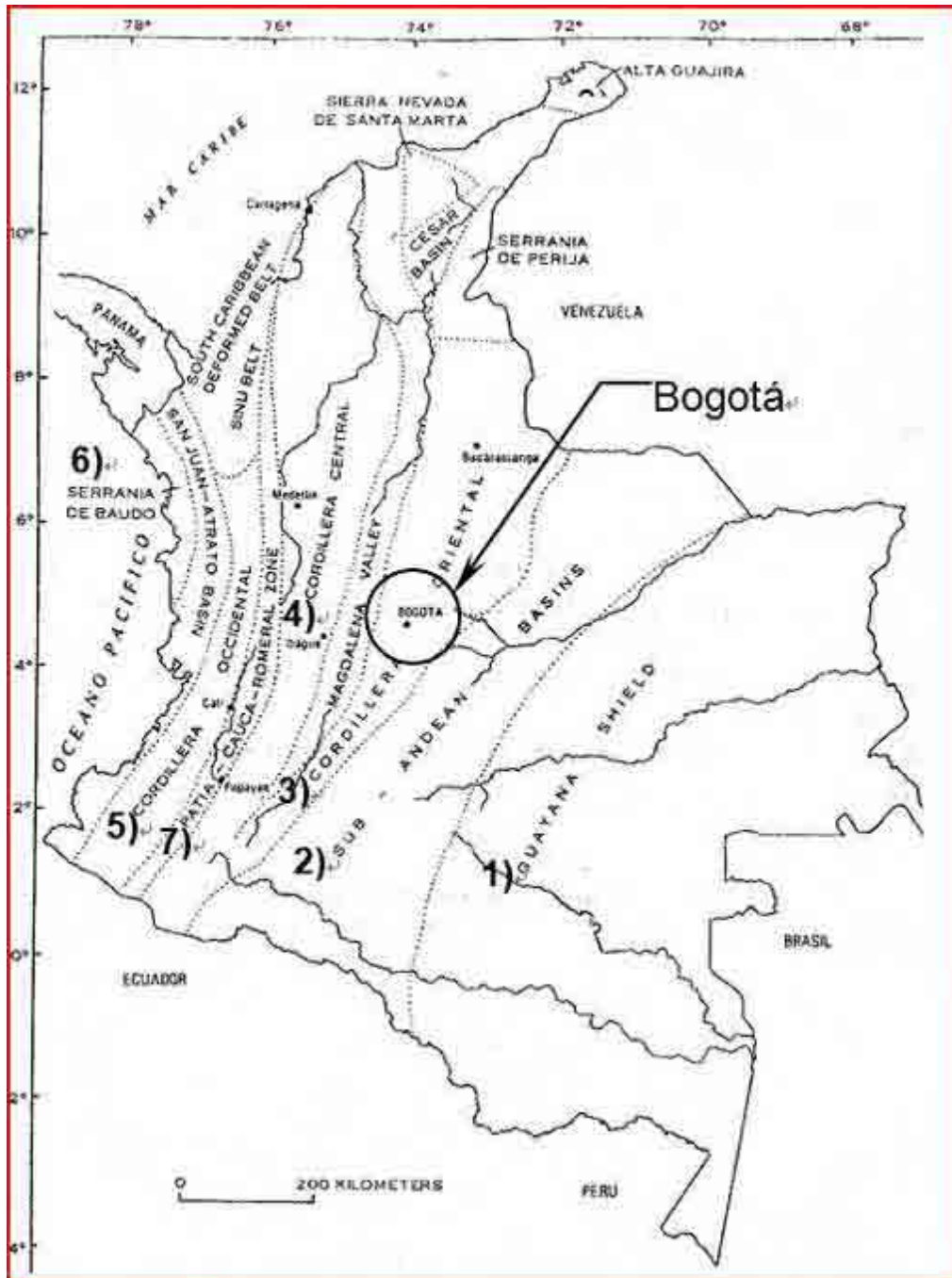


(base data: NASA SRTM-3)

Figura 2-2 Secciones Transversales Topográficas correspondientes a las Líneas en la Figura

### 2.1.3 Geología de Colombia

Colombia se clasifica generalmente en dos áreas de medidas geológicas, Orogenia y Escudo. La parte sureste de Colombia es plana y parte de un área de Escudo muy antiguo y con elementos estructurales principalmente estable en el continente. Este comprende un complejo de rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico (edad de 570 millones de años). En su mayoría, el escudo está cubierto por rocas sedimentarias, principalmente de edad Paleozoica (570 a 225 millones de años). La parte noroeste de Colombia es un área Orogénica active de plegamientos, fallas y levantamientos de la corteza terrestre que hacen parte de los Andes, además de estar acompañado de actividad sísmica y volcánica. El área Orogénica en Colombia está en el extremo norte de los Andes, formada por la colisión al este de la placa de Nazca con una tasa de movimiento de 70 mm / año. En Colombia se diferencian nueve áreas armonizadas con la clasificación topográfica, y las áreas corresponden con las características geológicas como se muestra en la Figura 2-3.



(Fuente: USGS-INGEOMINAS, 1984)

Figura 2-3 Clasificación Topográfica en Colombia

El Área de Escudo

- 1) Escudo Guyana
- 2) Cuencas Sub-Andinas

El Área Orogénica

- 3) Cordillera Oriental, Serranía de Perijá
- 4) Cordillera Central
- 5) Cordillera Occidental
- 6) Serranía de Baudó
- 7) Patía-Cauca-Romeral
- 8) Montaña y cuenca sedimentaria en la Península de la Guajira.
- 9) Cuenca interna entre las montañas

## 2.1.4 Geología de Bogotá y Alrededores

La Geología del área muestra ambientes distributivos de areniscas, limolitas y arcillas del Cretáceo al Terciario en el área montañosa. Sedimentos Cuaternarios de origen lacustre se distribuyen en la Sabana de Bogotá, sin embargo, las áreas montañosas al este y sur de la Sabana de Bogotá están compuestas principalmente de depósitos sedimentarios del Cretáceo o Terciario, principalmente compuestos de areniscas o limolitas. El grosor de los sedimentos Cuaternarios en la Sabana de Bogotá es de 500m como se muestra en la Figura 2-4.

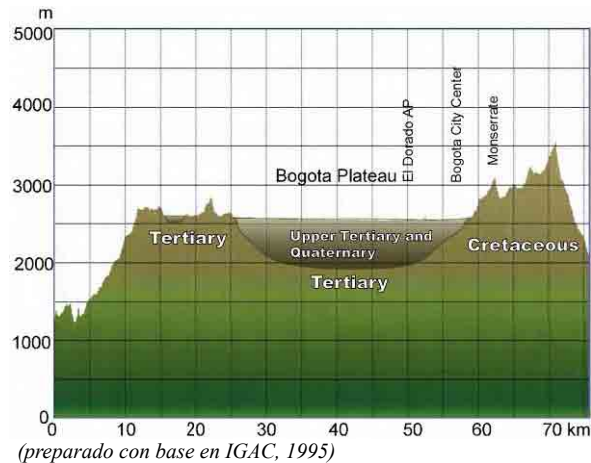


Figura 2-4 Sedimentos en la Sabana de Bogotá (Sección A)

### Condición del Área de Estudio

**Deslizamientos en Bogotá:** Los deslizamientos en Bogotá se distribuyen generalmente en taludes abruptos a la parte este de Bogotá. Muchos deslizamientos se localizan a lo largo de la Falla de Bogotá la cual corre a lo largo de los cerros orientales de la Sabana de Bogotá.

**Deslizamientos en Soacha:** Allí hay gran cantidad de canteras, de las cuales se extrae materiales de construcción como arena y rocas y material para fabricación de ladrillos, principalmente a lo largo del Río Soacha. Muchas de las canteras han sido abandonadas y se generaron asentamientos residenciales sub-normales en estas canteras abandonadas. La mayoría de los desastres de deslizamientos han ocurrido a lo largo de estos taludes abruptos, sin recuperación geomorfológica en estas canteras abandonadas.

**Ríos:** El área total de las cuencas de ríos en Bogotá y Soacha es de 41.8 km<sup>2</sup> consistente de la Q. Chiguaza (18.7 km<sup>2</sup>), Q. Santa Librada (15.4 km<sup>2</sup>), Q. Yomasa (5.5 km<sup>2</sup>), Q. La Estrella-El Trompeta (2.2 km<sup>2</sup>) y es de 40 km<sup>2</sup> que consiste del Río Soacha (30 km<sup>2</sup>), Río Tibanica (10 km<sup>2</sup>), respectivamente.

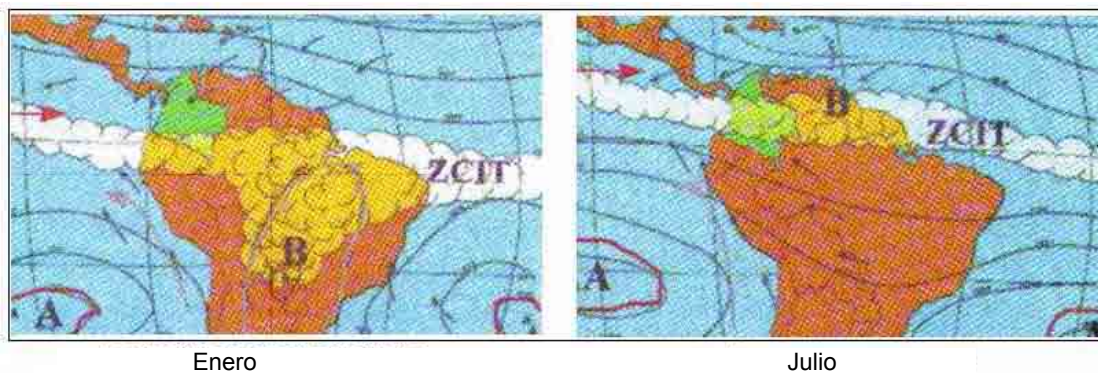


## 2.2 Meteorología e Hidrología

### 2.2.1 Descripción General de Cundinamarca incluyendo el Área de Estudio<sup>1,2</sup>

Colombia esta localizada en la zona ecuatorial y presenta una relación inversa entre el cubrimiento de las nubes y el brillo del sol, registrando una alta nubosidad con lluvias fuertes. El Clima es afectado por el relieve, cuyo efecto más importante es el condicionamiento de la temperatura. En la cordillera occidental que influye a Cundinamarca, la variación de la temperatura es de 0.63°C cada 100 metros en el flanco occidental (Sabana de Bogotá y los cerros orientales de Bogotá); esta variación se conoce en general como "pisos Térmicos". De acuerdo con esto, la Sabana de Bogotá corresponde al piso térmico frío entre los 2000-3000m de altura (sobre el nivel del mar) y su temperatura oscila entre 12-18°C.

En Colombia, los valores de precipitación varían debido a la interacción entre la zona ecuatorial y la Cordillera de los Andes. Colombia esta incluida en la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ), 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. El Desplazamiento de la ITCZ se muestra en la Figura 2-5.



(Fuente: "Fig.25, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

Figura 2- 5 Desplazamiento de la ITCZ

El desplazamiento de la ITCZ genera dos (2) tipos de fluctuaciones de lluvia temporales, registrando en Cundinamarca un modelo bimodal, es decir: Dos(s) períodos húmedos o de lluvia alternados con dos (2) períodos secos. La variedad del relieve es condicionante para el régimen de precipitación, debido a que sirve como un obstáculo para las corrientes de aire y esto origina volúmenes de lluvia altos cuando los vientos colindan con la cordillera, y las masas de aire ascienden y se condensan. El ascenso forzado de las masas de aire debido al relieve, producen una lluvia de tipo orogénico que es característica de la Zona Andina. En algunos sectores se producen algunas sequías temporales al interior del área, causadas por masas de aire que ascienden por barlovento y descienden por sotavento, entibiándose y secándose (Fenómeno de Fohen).

Los valles Interandinos, tales como las cordilleras sobre los 2,000 metros, presentan diferentes cantidades de lluvia anuales ( $\approx$  1,500 - 3,000 mm./año) con un régimen bimodal de dos (2) períodos secos alternados con dos (2) períodos de lluvia fuerte.

En general, la humedad relativa varía de alta a baja a través del año. En el valle del Magdalena medio incluyendo Cundinamarca, la humedad relativa contrasta con los valores abajo de 60% durante los primeros meses del año y desde Julio a Septiembre con valores de cerca al 80% en otro período. Por

<sup>1</sup> IGAC, 2002, Atlas de Colombia

<sup>2</sup> IDEAM, 2000, Proyecto red de alertas hidrometeorológicas para inundaciones y fenómenos de remoción en masa

otro lado, la humedad relativa en la sabana de Bogotá es casi constante de 76-85% a lo largo del año. El ejemplo de la humedad mensual en la estación de San Jorge localizada en Soacha se muestra en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Humedad Mensual en San Jorge (GJA) Estación (IDEAM)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
SAN JORGE (GJA) (IDEAM)	81	81	82	84	83	82	82	82	82	83	84	82	82

(Fuente: "Tabla 2, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

La temperatura promedio en Bogotá (Temperatura promedio *Multi-Annual Average MAT*) se registra en la Tabla 2-2 y la temperatura mensual en la estación de San Jorge se muestra en la Tabla 2-3.

Tabla 2-2 Temperatura promedio Multi-Anual en Bogotá

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
MAT (°C)	12.8	13.3	13.0	13.0	13.4	12.8	12.6	12.9	13.0	12.8	12.8	12.8	12.9

Tabla 2-3 Temperatura Mensual en la Estación de San Jorge (GJA) (IDEAM)

Estación		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
SAN JORGE (GJA) (IDEAM)	Promedio	11.5	11.6	11.8	11.9	11.9	11.6	11.1	11.3	11.5	11.5	11.7	11.6	11.6
	Máximo	20.8	20.6	20.2	19.4	20.2	19.4	19.4	19.0	20.0	19.4	19.6	20.0	20.8
	Mínimo	0.5	0.2	0.2	2.0	0.7	0.5	0.0	3.8	0.5	0.7	3.2	1.0	0.0
	Promedio Máximo	16.5	16.7	16.6	16.0	16.2	15.6	15.0	15.4	15.8	16.0	16.0	16.2	16.0
	Promedio Mínimo	6.3	6.9	7.3	7.7	7.5	7.3	7.2	7.1	6.9	7.1	7.2	6.8	7.1

(Fuente: "Tabla 3, ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE BOGOTÁ Y CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO", FOPAE - IDEAM, 2006)

Los valores de los vientos históricos promedio registran 8-10.7 m/s con dirección NE-SO y 10.8-13.8 m/s con dirección E-O. El período de calma del viento es el 21% del año.

## 2.2.2 Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio

Pocas estaciones hidrológicas y meteorológicas existen o existieron dentro y alrededor del Área de Estudio, que son / fueron monitoreadas por DPAE, EAAB, CAR, IDEAM y otras organizaciones. Algunas de las estaciones son telemétricas, pero la mayoría de las estaciones son convencionales. La Figura 2-6 muestra el mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas manejadas por el DPAE, EAAB, CAR y el IDEAM dentro y alrededor del Área de Estudio, y la Tabla 2-4 muestra la lista y condiciones de las estaciones.

Los datos Meteorológicos e hidrológicos para el Estudio recopilados de las mismas estaciones se muestran en la Tabla 2-4. La lista de datos recopilados se muestra en la Tabla 2-5 hasta Tabla 2-8.

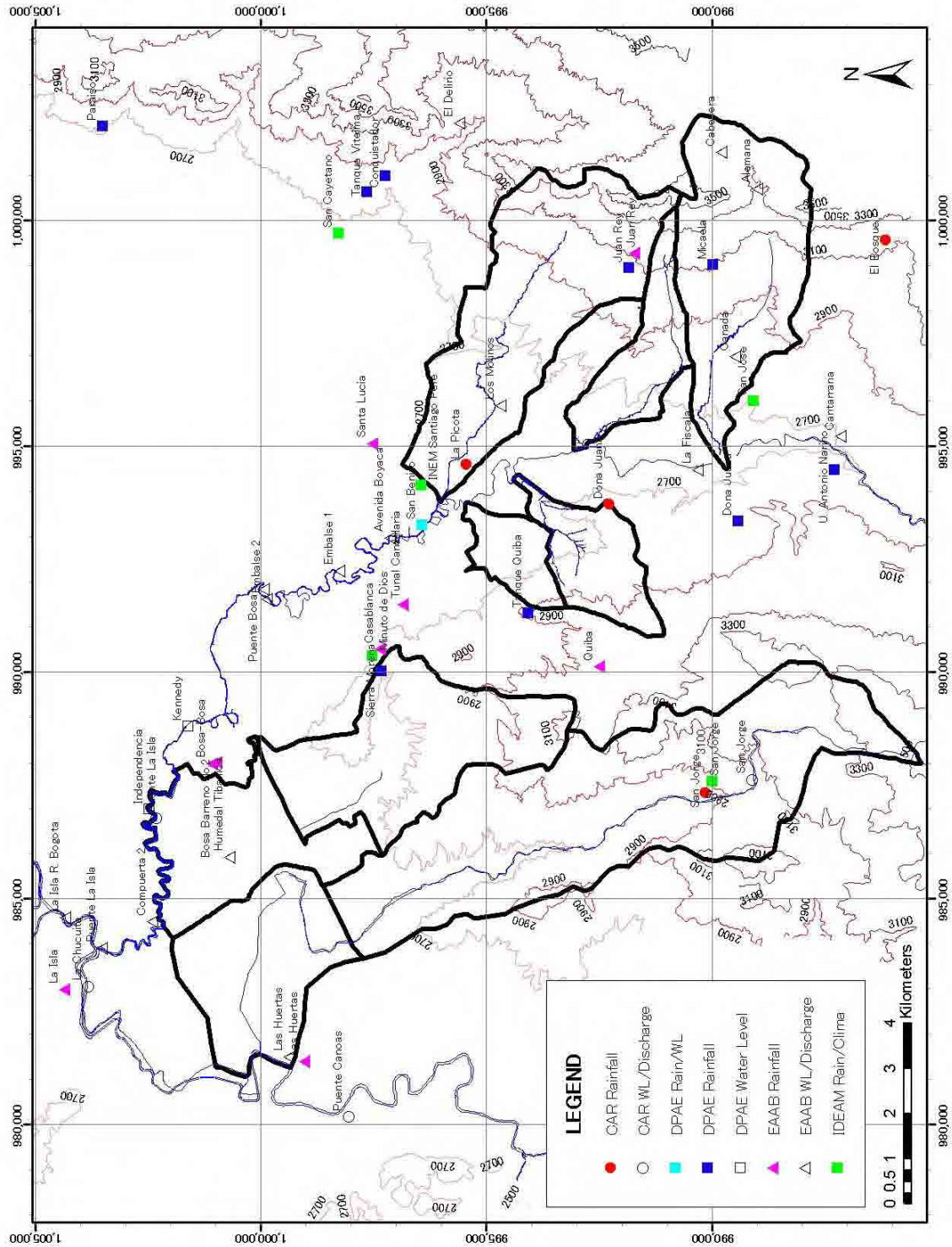


Figura 2- 6 Mapa de Ubicación de las Estaciones Meteorológicas/Hidrologicas dentro y Alrededor del Área de Estudio

Tabla 2-4 Lista de las Estaciones Meteorológicas/Hidrologicas dentro y Alrededor del Área de Estudio

ENTITY	CODE 1	CODE 2	TIPO	NAME	SUBCUENCA	DEPTO.	MUNICIPI	COORD	Elevation	INST DATE	SUSP DATE	Status in Oct. 2006	Telemeter	TYPE	Present Situation/Remarks
DPAE	L-000		PG	San Benito	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043351N740817W	2590	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rain/WL	
DPAE	L-001		PG	Sierra Morena	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043430N741014W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE	L-002		PG	Tanque Quiba (Quiba-Mirador)	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043233N740921W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE	L-003		PG	Compuetador (Escuela de Logística)	San Cristobal	BOGO	BOGOTTA	043428N740453W	2780	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE	L-004		PG	Juan Rey	Q. Chiguaza	BOGO	BOGOTTA	043108N740520W	3160	200010	No Function		Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE	L-005		PG	Tanque Vitelina	San Cristobal	BOGO	BOGOTTA	043431N740418W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE	L-006		PG	Micaela	Q. Yomasa	BOGO	BOGOTTA	043021N740511W	2900	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE	L-007		PG	Dona Juana	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043002N740815W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE	L-008		PG	Paraso II	Rosales	BOGO	BOGOTTA	043742N740331W	2820	200010	No Function		Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE	L-009		PG	U. Antonio Nariño (Nariño USME)	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	042854N740331W	2820	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE	L-010		LG	Kemedy	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043650N741053W	2577	200303			Telemeter (Radio)	DPAE Water Level	
DPAE	L-011		LG	Independencia	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043719N741154W	2576	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Water Level	
EAAAB	P-042	2120037	PG	Santa Lucia	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043410N740701W	2618	195607				EAAAB Rainfall	
EAAAD	P-051	2120154	PG	Dosa Darcano No.2	Tunjuelo	DOGO	DOGOTTA	043646N741104W	2678					EAAAD Rainfall	
EAAAD	P-051	2120154	PG	Dosa Dora	Dosa	DOGO	DOGOTTA	043638N74123W	2640	195705	195812			EAAAD Rainfall	
EAAAB	T-081	2120204	TG	Juan Rey	Q. Chiguaza	BOGO	BOGOTTA	0431N7405W	2985	199008				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-092	2120205	PG	Quiba	Bogota	BOGO	BOGOTTA	0432N74110W	3000	199001				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-092	2120211	PG	Lae Huertas	Bogota	CUND	SOACHA	0432N7414W	2572	196811			Telemeter (GSM)	EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-083	2120205	PG	La Lisa	Bogota	BOGO	BOGOTTA	0438N7413W	2537	196510				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-045	2120055	PM	Tunal Camelaria	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0434N7409W	2599	195704				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-031	2120197	PM	Casahuate	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0434N7410W	2645	197605				EAAAB Rainfall	
EAAAB	L-192		L	Puente La Isla	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA							EAAAB Rainfall	
EAAAB	L-036	2120701	LG	Puente Bosa	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0436N7412W	2550	192807			Telemeter (GSM)	EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-005	2120806	LG	Las Huertas	Bogota	CUND	SOACHA	0432N7414W	2572	196811			Telemeter (GSM)	EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-004	2020802	LG	La Isla R. Eogeta	Bogota	BOGO	BOGOTTA	0438N7413W	2537	196510			Telemeter (GSM)	EAAAB W/Discharge	One of the main station in EAAAB.
EAAAB	L-026	2120751	LM	El Delirio	San Cristobal	BOGO	BOGOTTA	0433N7404W	2890	192701				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-033	2120751	LM	Cantarena	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0430N7407W	2643	195508				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-058	2120858	LM	La Firula	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0430N7408W	2460	198811				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-070	2120904	LM	Enfidec 1	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0435N7409W	2586	199009				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-071	2120905	LM	Enfidec 2	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0435N7409W	2583	199009				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-034	2120941	LM	Inmedal Tibanica (Compuesta 1)	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0437N7413W	2600	198603				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-035	2120944	LM	Compueta 2	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0437N7437W	2600	198701		No Function		EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-039	2120944	LM	Alemana	Q. Yomasa	BOGO	BOGOTTA	0428N740453W	2880	196212				EAAAB W/Discharge	It was stolen march 2000
EAAAB	L-111	2120954	LM	Los Molinos	Q. Chiguaza	BOGO	BOGOTTA	0433N7407W	2800	199001				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-038	2120957	LM	Cadecera	Q. Yomasa	BOGO	BOGOTTA	0430N7404W	3360	198307				EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-094		LM	Canala	Q. Yomasa	BOGO	BOGOTTA							EAAAB W/Discharge	
EAAAB	L-060	2120834	LM	Avenida Boyaca	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0434N7409W	2630	198811				EAAAB W/Discharge	1 year ago, some equipment was stolen, since then the station has been operated as "LM".
CAR	2120630	CP	Dona Juana	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0430N7410W	2700	198903					CAR Rainfall	
CAR	2120685	PG	El Bosque	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	042820N740453W	2880	196212					CAR Rainfall	One of the main station in CAR
CAR	2120154	PG	La Finca	Q. Chiguaza	BOGO	BOGOTTA	0434N7408W	2580	198006					CAR Rainfall	
CAR	2120172	PG	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0431N7412W	2890	196004					CAR Rainfall	
CAR	2120755	LM	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0430N7411W	2952	196004					CAR W/Discharge	
CAR	2120771	LM	Puente La Isla	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0437N7412W	2569	196402	196712	No Function			CAR W/Discharge	
CAR	2120772	LM	La Chicuta	Dogota	DOGO	DOGOTTA	0438N7414W	2538	196402	196612	No Function			CAR W/Discharge	It was replaced by Las Huertas (EAAAB)
CAR	2120825	CO	Puente Camus	Bugula	CUND	SOACHA	0431N7415W	2700	195809					CAR W/Discharge	
IDEAM	2120664	CO	San Jose	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0430N7407W	2500	200111					IDEAM Rain/China	
IDEAM	2120665	CO	San Cayetano	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0433N7405W	3100	200111					IDEAM Rain/China	
IDEAM	2120666	CO	INEN Santiago Pere	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	0434N7408W	2565	200111					IDEAM Rain/China	
IDEAM	2120572	CO	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0431N7412W	2900	196004					IDEAM Rain/China	
IDEAM		CO	Minuto de Dios (Sierra Morcna)	Tunjuelo	BOGO	BOGOTTA	043436N741003W						Telemeter (GOES)	IDEAM Rain/China	







## 2.2.3 Características de la Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio

### (1) Precipitación Anual

La Distribución Anual de Precipitación en el 2003 se muestra en la Figura 2-7. La cantidad de precipitación anual en el Área de Estudio varía por área desde 470 mm hasta 1040 mm en el 2003. Su distribución espacial tiene una tendencia similar, la cantidad de precipitación es alta en la cordillera oriental en Bogotá y en el área montañosa al sur en Soacha, y es baja en la zona baja a lo largo del Río Tunjuelo y cerca de la confluencia del Río Tunjuelo y el Río Bogotá.

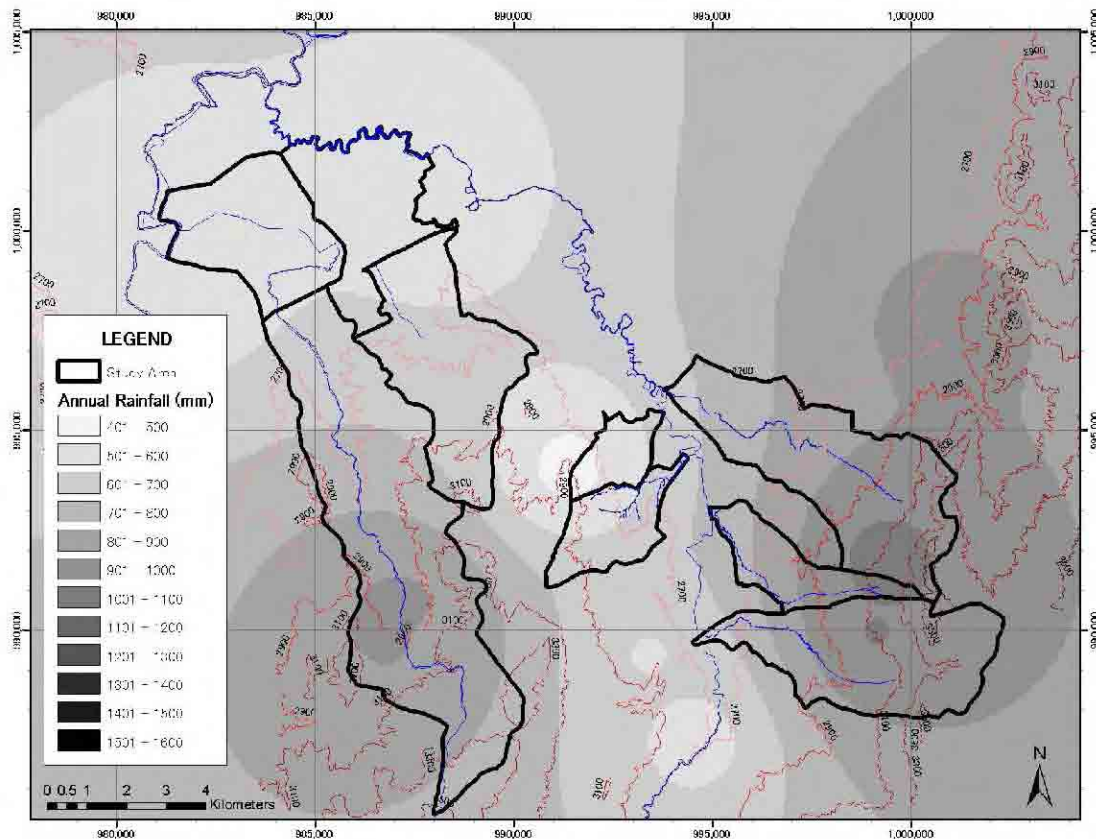


Figura 2-7 Distribución Anual de la Precipitación (2002)

### (2) Precipitación Mensual

La variación de la precipitación mensual en varias estaciones en el Área de Estudio se muestra en la Figura 2-8. Como se describe en “(1) La Descripción General de Cundinamarca incluyendo el Área de Estudio” en este capítulo, hay dos (2) periodos lluviosos desde Marzo a Mayo y desde Septiembre hasta Noviembre en el Área de Estudio. Como por las características del Área de Estudio, la cantidad de precipitación es comparativamente alta en el área montañosa del este en Bogotá y el área montañosa del sur en Soacha a lo largo del año, y especialmente la cantidad de precipitación en Julio también es alta en estas áreas aparte de las dos (2) estaciones lluviosas como se tipifica en la estación Micaela localizada en el área montañosa del este y el sur dentro del Área de Estudio. Esta tendencia se ve también en otros años como en el 2002, 2004 y 2005.



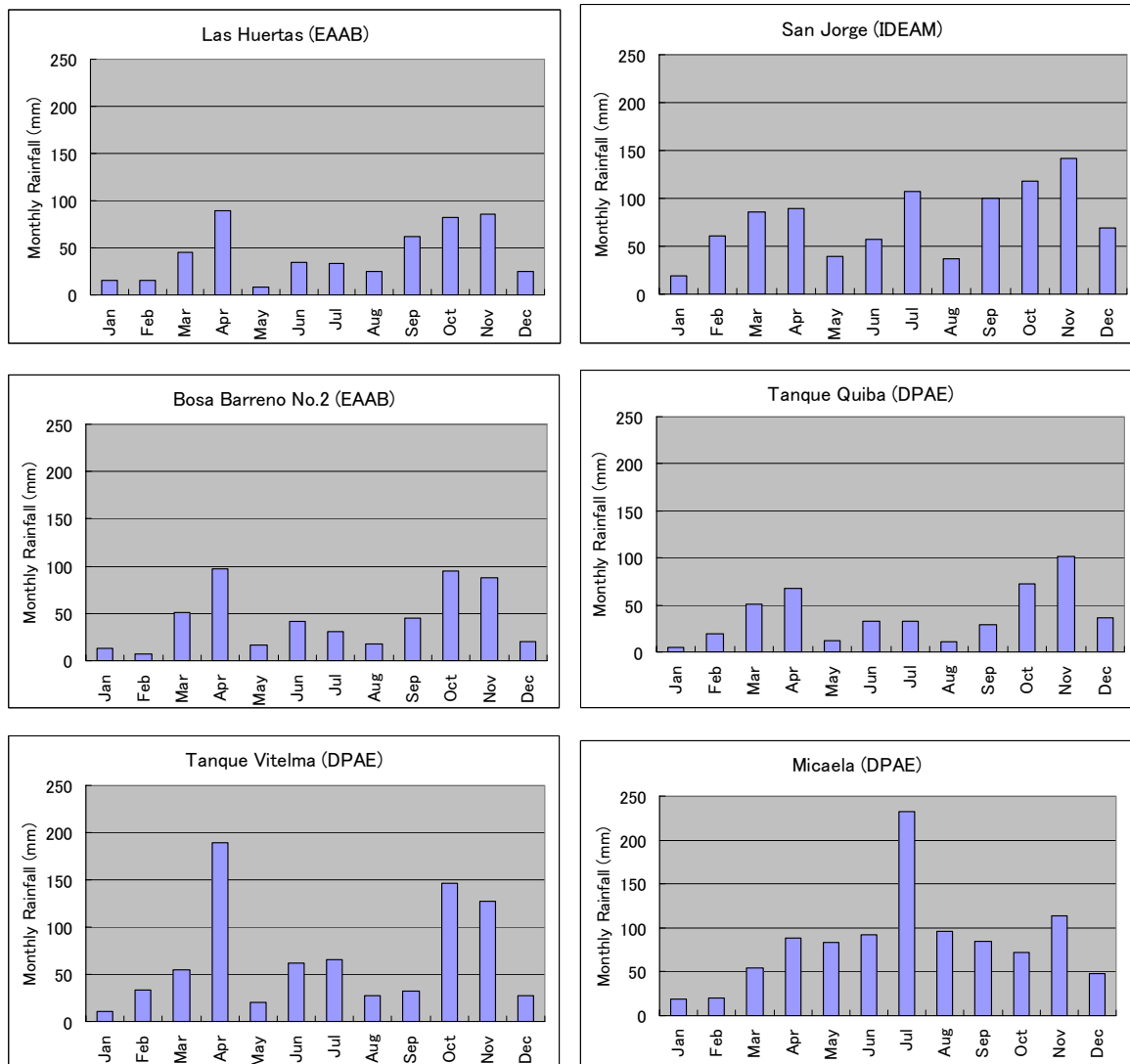


Figura 2-8 Variación de la Precipitación Mensual en 2003

(3) Número de Días Lluviosos en el Mes

La Tabla 2-9 muestra el número de días lluviosos por mes en el 2003, cuando la cantidad de lluvia registró más de 0.1 mm en las mismas estaciones, como se muestra en la Figura 2-8. Un alto número de días lluviosos se registraron en Abril, Julio, Octubre y Noviembre en todas las estaciones. La variación mensual entre las estaciones es casi similar excepto en la estación Micaela. El número más alto de días lluviosos es de los 29 días se registró en Mayo en la estación Micaela.

Tabla 2-9 Número de Días Lluviosos en 2003

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Las Huertas (EAAB)	1	6	14	16	6	11	19	13	13	19	20	9	147
San Jorge (IDEAM)	1	8	11	16	11	13	13	10	8	17	15	5	128
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	1	8	13	14	7	12	15	11	14	19	21	7	142
Tanque Quiba (DPAE)	1	11	13	17	11	12	15	9	8	18	19	8	142
Tanque Vitelma (DPAE)	3	12	14	21	19	20	23	20	18	24	27	13	214
Micaela (DPAE)	2	11	15	21	29	21	26	24	21	21	20	15	226

(4) Precipitación Diaria

La Figura 2-9 y Figura 2-10 muestran la precipitación diaria máxima mensual en las estaciones de DPAE desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006. La Figura 2-9 muestra los valores del lado oriental del

Río Tunjuelo, y la Figura 2-10 muestra los valores del lado occidental. Como una tendencia general, la precipitación diaria es mayor en el lado oriental que en el lado occidental. En el lado oriental, la precipitación diaria es alta en Junio y Julio también como en la estación lluviosa, aunque la precipitación diaria en el lado occidental tiende a ser alta en la estación lluviosa. El máximo valor de 54.2 mm., se registró en Mayo 3, 2005 en el tanque de la estación Vitelma localizado en la parte oriental.

La Tabla 2-10 muestra la cantidad de precipitación diaria con varios periodos de retorno en 5(cinco) estaciones. Esta fue analizada por el método de Gumbel usando los datos recolectados en este Estudio

Tabla 2-10 Precipitación Diaria Probable

Estación	Periodo de Retorno (año)					
	3	5	10	25	50	100
Las Huertas (EAAB)	29.19	32.03	35.60	40.12	43.47	46.79
San Jorge (IDEAM)	35.38	38.74	42.96	48.30	52.26	56.19
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	33.56	37.23	41.83	47.65	51.97	56.25
Juan Rey (EAAB)	47.74	52.98	59.56	67.88	74.06	80.18
La Picota (CAR)	35.91	40.33	45.89	52.91	58.11	63.28

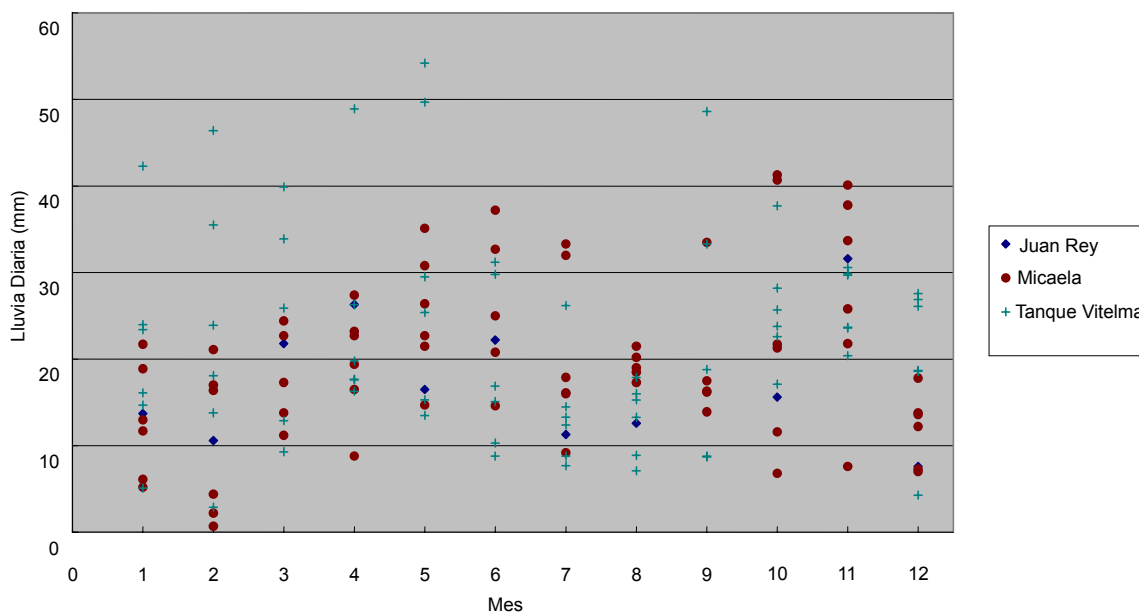


Figura 2-9 Precipitación Máxima Diaria en las estaciones de DPAE en el lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 a 2006

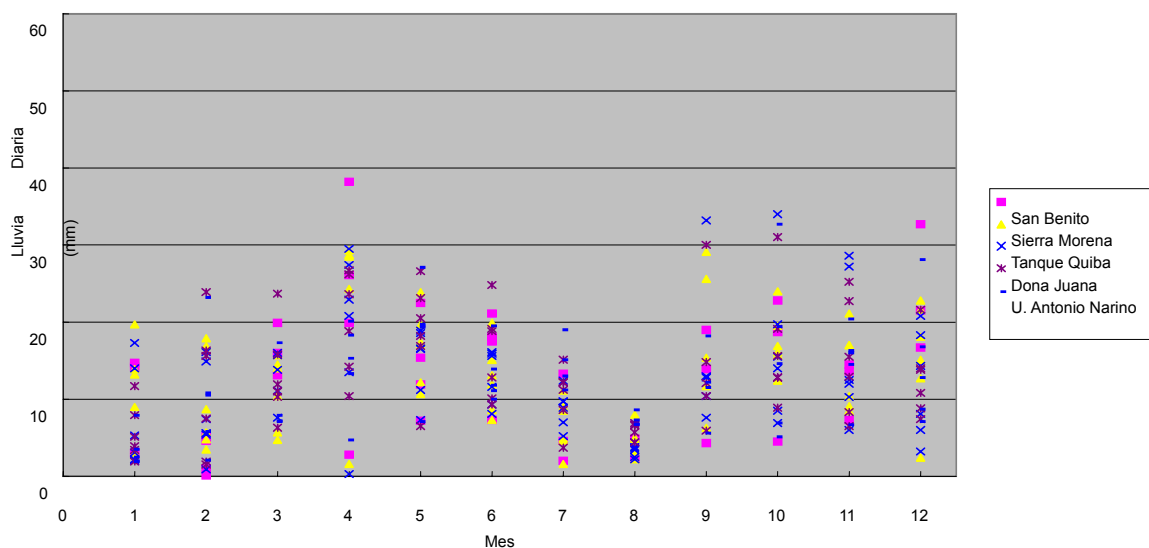


Figura 2-10 Precipitación Diaria Máxima en las Estaciones de DPAE en el Lado Occidental del Río Tunjuelo del 2000 al 2006

#### (5) Precipitación Horaria

La Figura 2-11 y la Figura 2-12 muestran la máxima precipitación horaria en las estaciones de DPAE desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006. La Figura 2-11 muestra los valores del lado oriental del Río Tunjuelo, y La Figura 2-12 muestra los valores del lado occidental. La precipitación horaria es más alta en el lado oriental que en el lado occidental como en el caso de la precipitación diaria. En ambos costados, el valor máximo de la precipitación horaria diaria es pesado en la estación lluviosa. La precipitación horaria del lado oriental en Junio y Julio es comparativamente baja a diferencia de la tendencia de la precipitación diaria. Esto muestra que la intensidad de la precipitación del lado oriental en Junio y Julio no es fuerte mientras que la duración de la precipitación es larga. El máximo valor de 42.1mm se registró en Septiembre 25, 2005 en la estación Tanque Vitelma.

La Figura 2-13 muestra la zonificación del patrón de precipitación por la EAAB, 1995, con el Área de Estudio. Casi toda el Área de Estudio está incluida en la zona de Z4, Z5 y Z7. El patrón de Precipitación varía por zona. Las intensidades de precipitación en varios períodos de retorno en cada zona por el EAAB, 1995 se muestran en la Tabla 2-11.

La Figura 2-14 muestra la relación entre precipitación diaria y horaria en las estaciones de DPAE entre 2000-2006. El máximo valor de precipitación diaria de cada mes desde el 2000 hasta 2006, y la lluvia horaria también es el valor máximo valor de precipitación horaria de cada mes desde 2000 al 2006. De la figura, el porcentaje de la cantidad de precipitación horaria a la cantidad de precipitación horaria es de cerca 40-60%, lo cual significa que la lluvia fuerte termina en corto tiempo. Las Figura 2-15 y Figura 2-16 muestran la distribución en 1:00-24:00 en el Tanque Quiba y la estación de Micaela, respectivamente. Estos 10 ejemplos en cada figura son los 10 ejemplos superiores (en cada figura) de la cantidad de precipitación diaria alta desde Octubre 2000 hasta Agosto 2006 en la estación de Tanque Quiba, y desde Octubre de 2000 hasta Julio 2006 en la estación de Micaela. En el Tanque de la estación Quiba, la distribución de la precipitación se puede clasificar en dos (2) modelos. Uno es una curva comparativamente moderada tal como 2002/4/25 y 2003/4/12 y 2002, y otra es una curva muy pendiente tal como 2005/9/25 y 2006/4/30, en la cual la precipitación horaria más alta casi equivale a la cantidad de precipitación diaria. En la estación Micaela, la distribución puede clasificarse también en dos (2) modelos. Uno es una curva muy moderada tal como 2001/11/12 y 2002/6/22, y la otra es una curva comparativamente empinada tal como 2003/9/27 y 2005/10/23

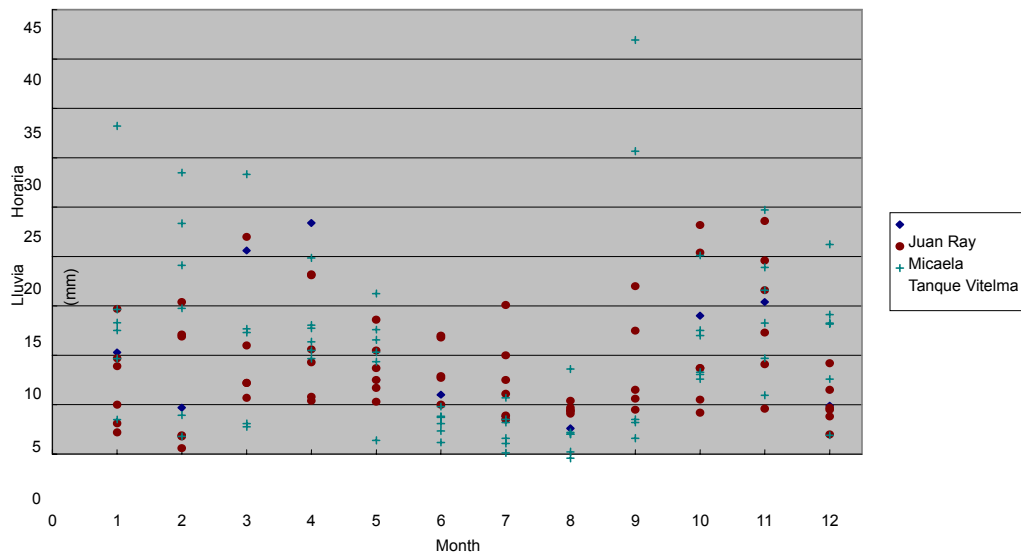


Figura 2-11 Máxima Precipitación Diaria en las Estaciones de DPAE en el Lado Oriental del Río Tunjuelo desde 2000 al 2006

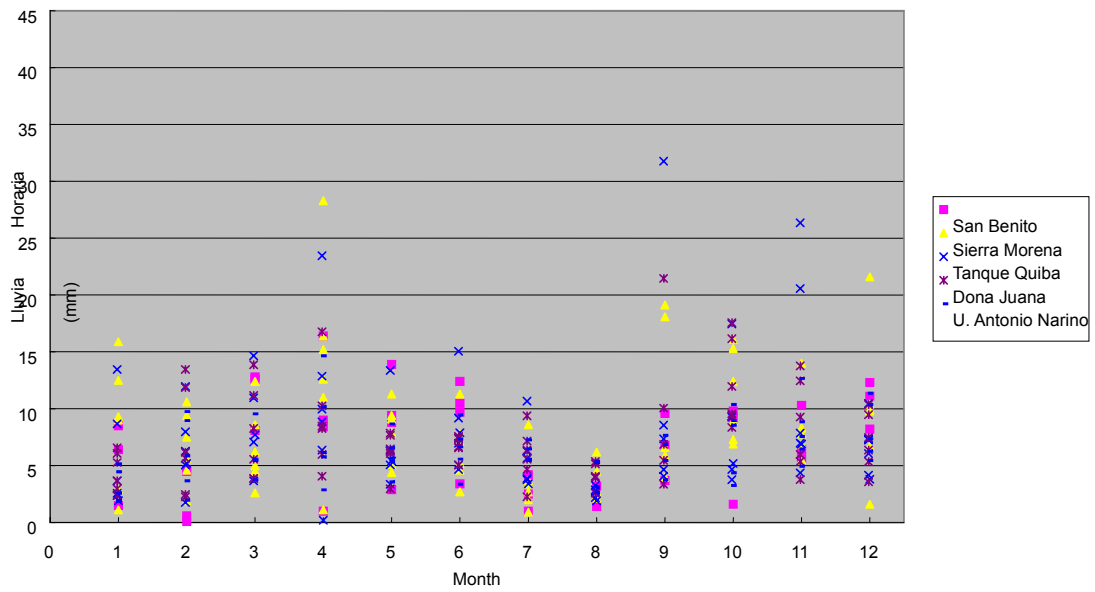
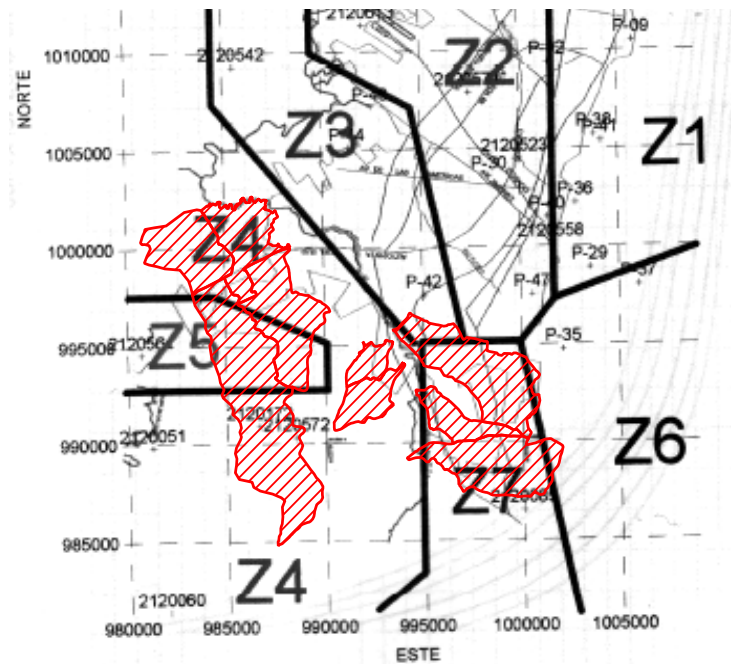


Figura 2-12 Precipitación Horaria Diaria en las Estaciones de DPAE en el Lado Occidental del Río Tunjuelo desde el 2000 al 2006



(Fuente: "ESTUDIO PARA EL ANALISIS Y CARACTERIZACION DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTA", EAAB, Noviembre 1995)

Figura 2-13 Zonificación del Modelo de Precipitación

Tabla 2-11 Intensidad de la Precipitación en cada Zona

Zona 4 (Z4)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	48.72	57.42	68.38	82.21	92.49	102.67
30	34.47	39.91	46.74	55.40	61.82	68.19
60	22.09	25.34	29.43	34.59	38.43	42.23
120	12.68	14.55	16.95	19.92	22.15	24.35
360	4.85	5.50	6.37	7.47	8.27	9.06
Zona 5 (Z5)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	39.30	44.10	50.10	57.70	63.40	69.00
30	27.80	31.60	36.30	42.30	46.70	51.10
60	17.50	19.90	23.00	27.00	29.90	32.80
120	10.10	11.80	13.80	16.40	18.30	20.20
360	3.70	4.30	5.10	6.00	6.80	7.50
Zona 7 (Z7)						
Duración (min.)	3 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
15	42.35	53.25	66.90	84.15	96.95	109.65
30	28.60	34.45	41.85	51.15	58.10	64.95
60	17.40	20.10	23.50	27.75	30.95	34.05
120	11.25	13.45	16.30	19.80	22.40	25.00
360	5.35	6.55	8.00	9.95	11.35	12.75

(Fuente: "ESTUDIO PARA EL ANALISIS Y CARACTERIZACION DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTA", EAAB, Noviembre 1995)

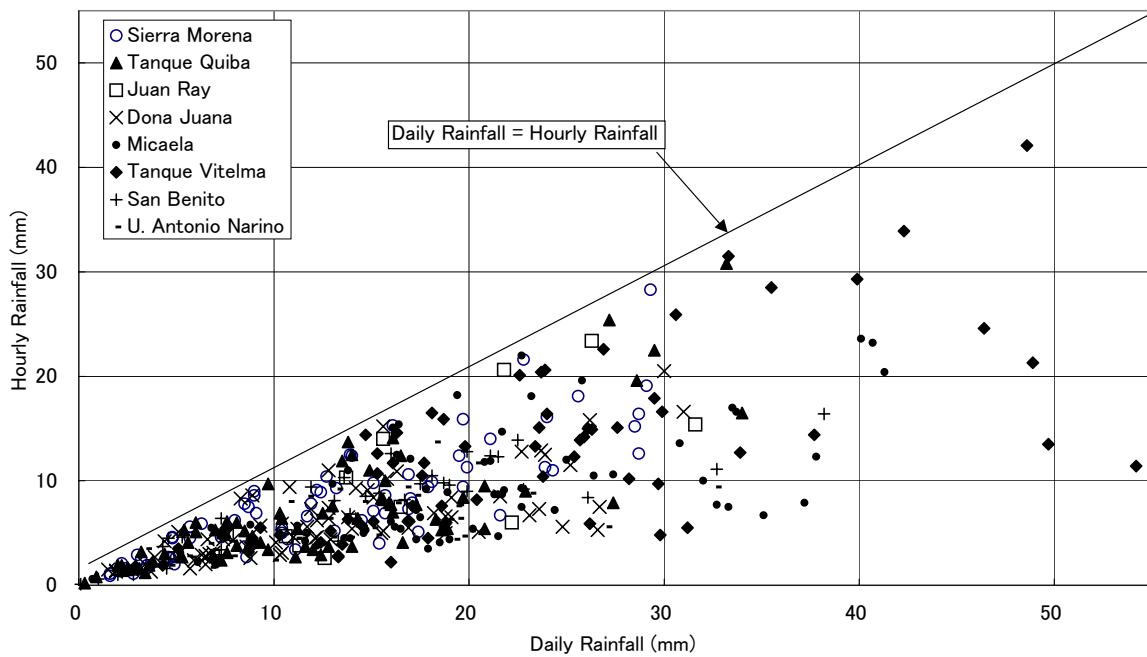


Figura 2-14 Relación entre La Precipitación Diaria y la Precipitación Horaria en las Estaciones de DPAE en 2000-2006

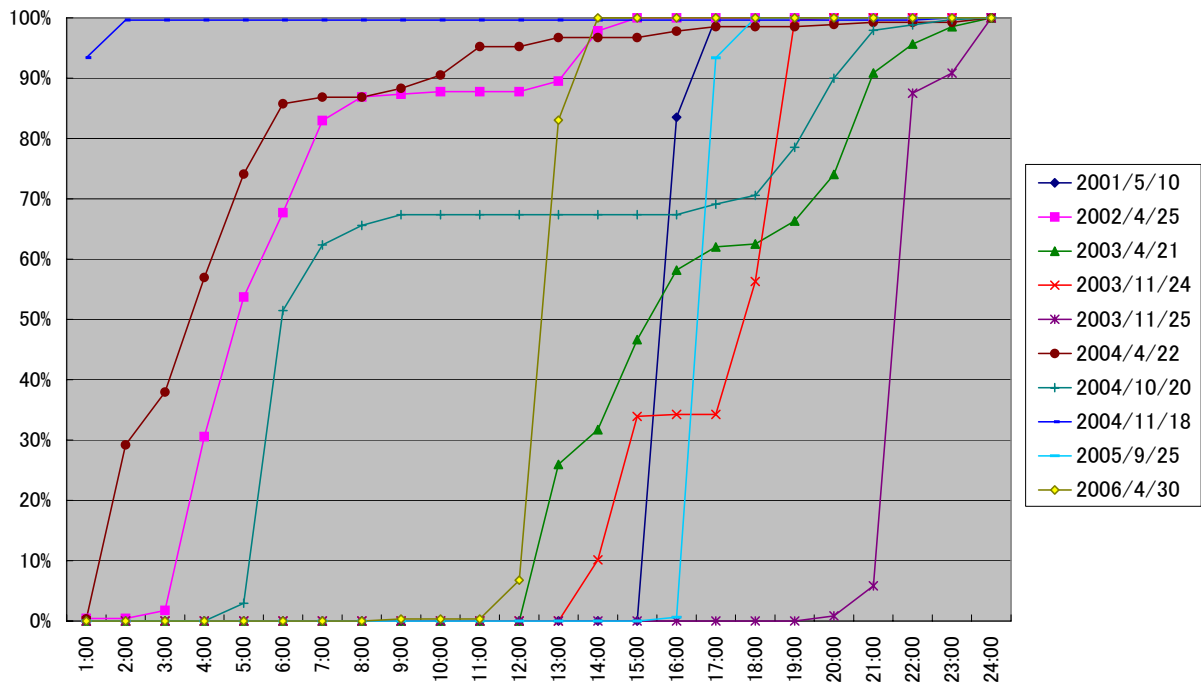


Figura 2-15 Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la Estación del Tanque Quiba

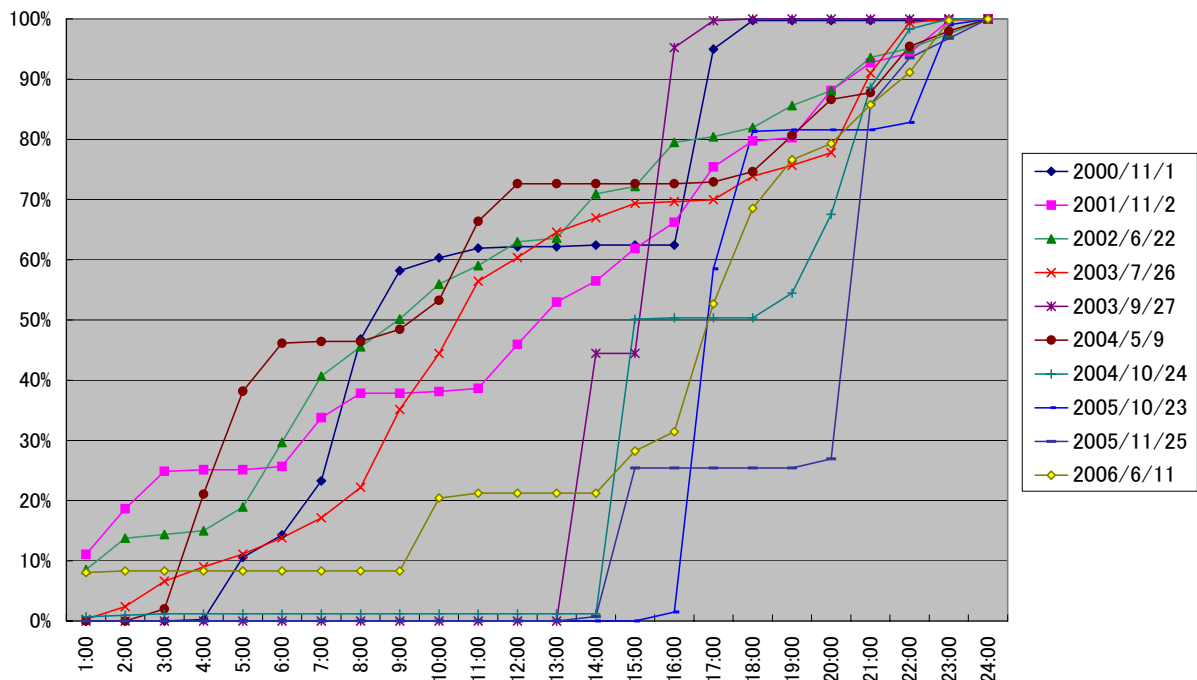


Figura 2-16 Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la Estación Micaela

## 2.2.4 Correlación de las Estaciones de Precipitación

### (1) Correlación de las Estaciones de Precipitación dentro y Alrededor del Área de Estudio.

Para examinar la correlación de las estaciones y el modelo de precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio, la correlación de coeficiente de cada estación se calcula usando los datos de precipitación mensual desde el 2000 hasta 2006 y los datos de precipitación diaria en 2003. Se puede decir que si la relación de coeficiente es alta entre las dos (2) estaciones, el modelo de precipitación es similar en el área relevante las Figura 2-17 y Figura 2-18 muestran los resultados del cálculo de correlación de la precipitación mensual y la precipitación diaria dentro y alrededor del Área de Estudio, respectivamente. Los valores de las líneas entre las estaciones designan el valor cuadrado del coeficiente de correlación de cada estación.

La correlación de las estaciones, particularmente de precipitación diaria, se resume a continuación:

- La correlación es alta en cada estación localizada en áreas de tierra baja como las ubicadas a lo largo del Río Tunjuelo y el área norte de Soacha
- La correlación es comparativamente alta en las estaciones de Juan Rey, Micaela, Doña Juana (DPAE) y la Universidad de Antonio Nariño, las cuales están localizadas en la parte sur del Área de Estudio.
- La correlación es comparativamente alta en las estaciones de Tanque Vitelma, San Benito y La Picota, las cuales están localizadas en la parte norte del Área de Estudio.
- Correlación comparativamente baja en la dirección este-oeste

### (2) Correlación de las Estaciones de Precipitación de DPAE

Las Figura 2-19 y Figura 2-20 muestran el resultado del cálculo de correlación de los datos mensuales de precipitación desde 2000 al 2006 y los datos de precipitación diaria en 2003 solo para las estaciones de precipitación en DPAE. Sin embargo, los datos de la estación de Juan Rey del EAAB son usados

para análisis en vez de la estación de Juan Rey de DPAE debido a que el período operado de Juan Rey de DPAE es muy corto. Los caracteres numéricos en las figuras designan el valor cuadrado del coeficiente de correlación de cada estación.

La correlación de las estaciones de precipitación de DPAE particularmente de precipitación diaria, se resume a continuación:

- La correlación es extremadamente alta en las estaciones localizadas a lo largo del Río Tunjuelo in la dirección norte – sur.
- La correlación es alta o comparativamente alta en las estaciones localizadas en el lado occidental del Río Tunjuelo
- La correlación es comparativamente alta en la dirección este-oeste excepto en Sierra Morena - Tanque Quiba, Tanque Quiba - Juan Rey, y Tanque Quiba - Estación Micaela.



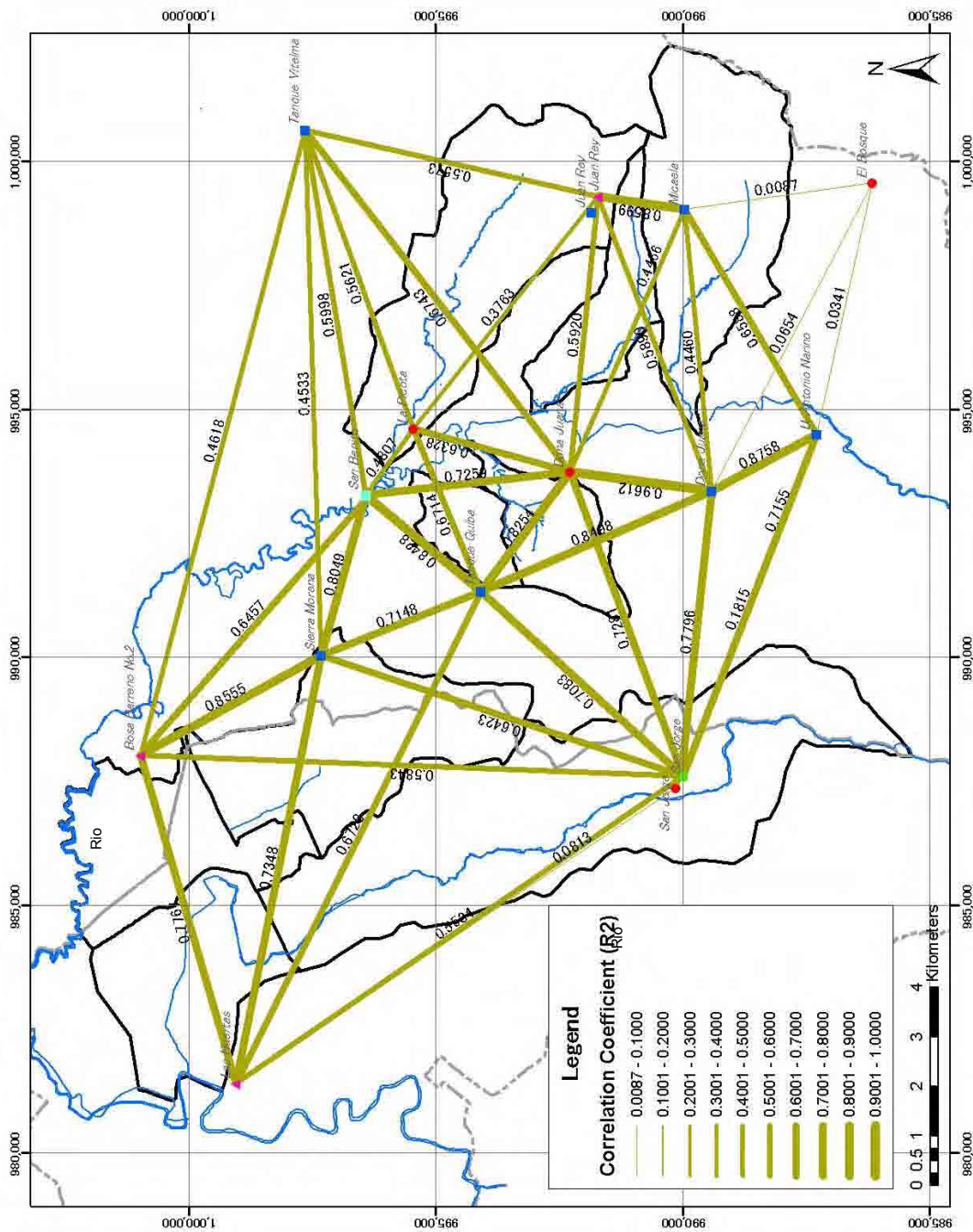


Figura 2-17 Correlación de la Precipitación Mensual (2000 - 2006)

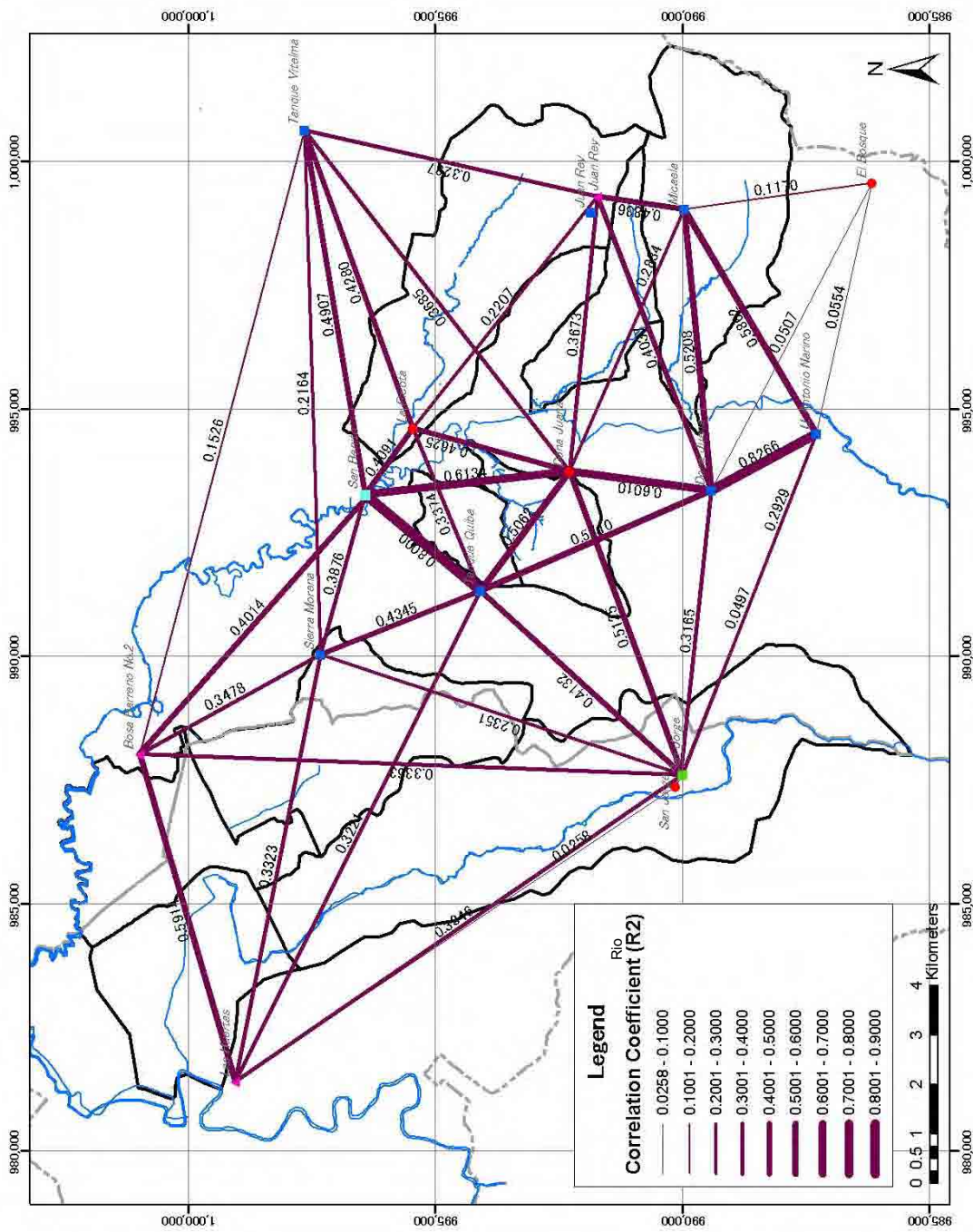


Figura 2-18 Correlación de la Precipitación Diaria (2003)

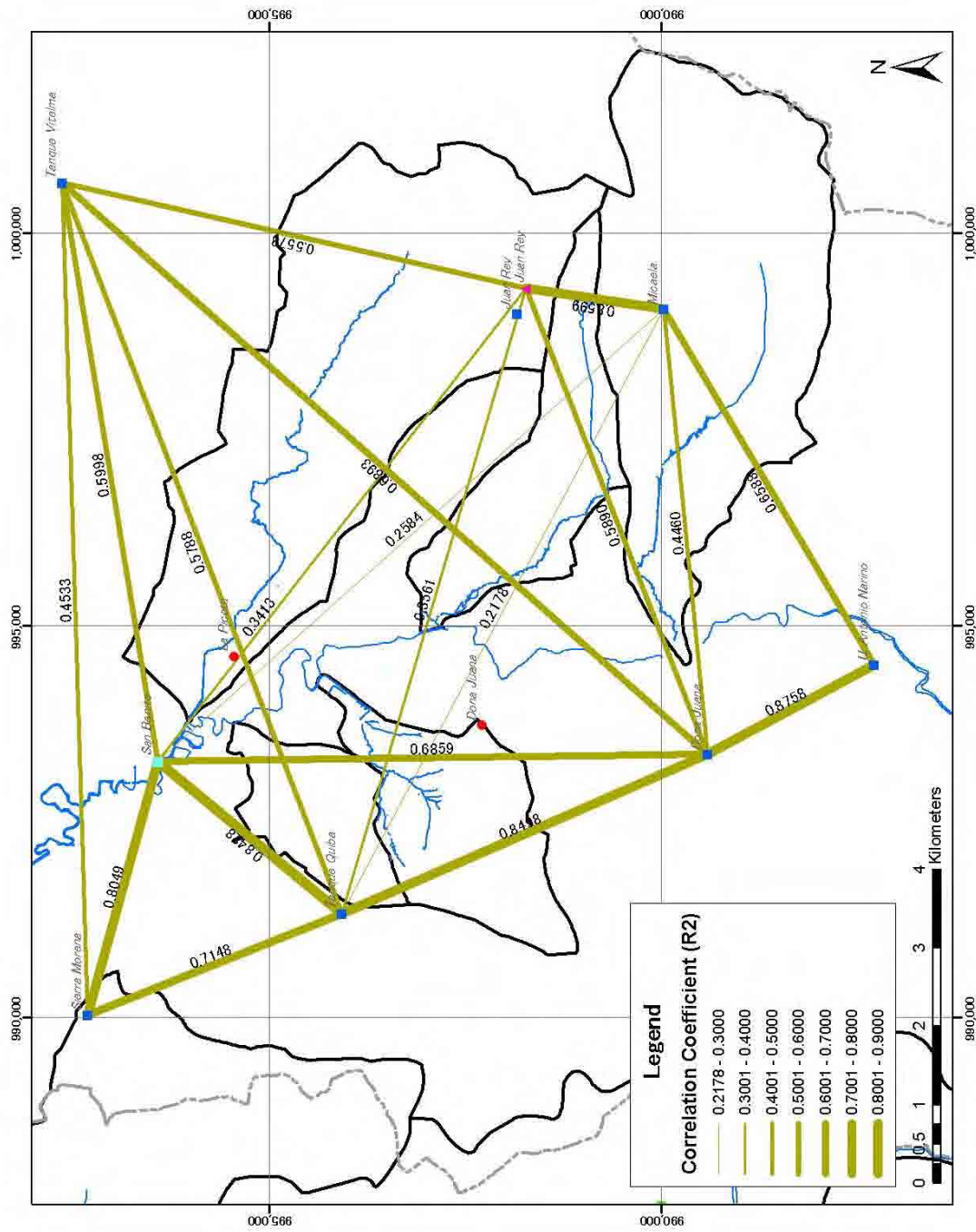


Figura 2-19 Correlación de la Lluvia Mensual en las Estaciones de DPAE (2000 - 2006)

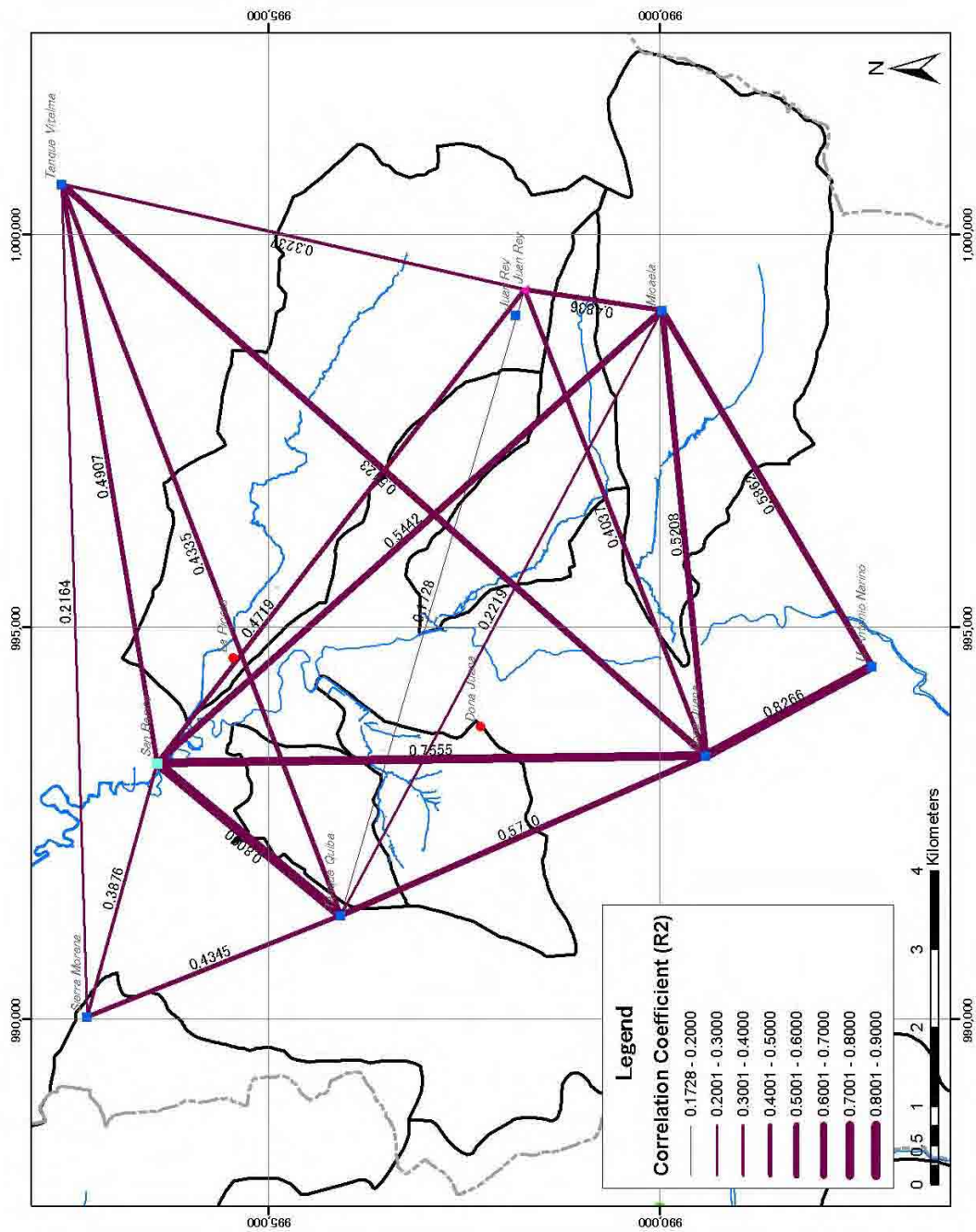


Figura 2-20 Correlación de la Lluvia Diaria en las Estaciones de DPAA (2003)