

**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 1 RESUMEN**

MARZO 2008

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

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

G E
J R
08-042

**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 1 RESUMEN**

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

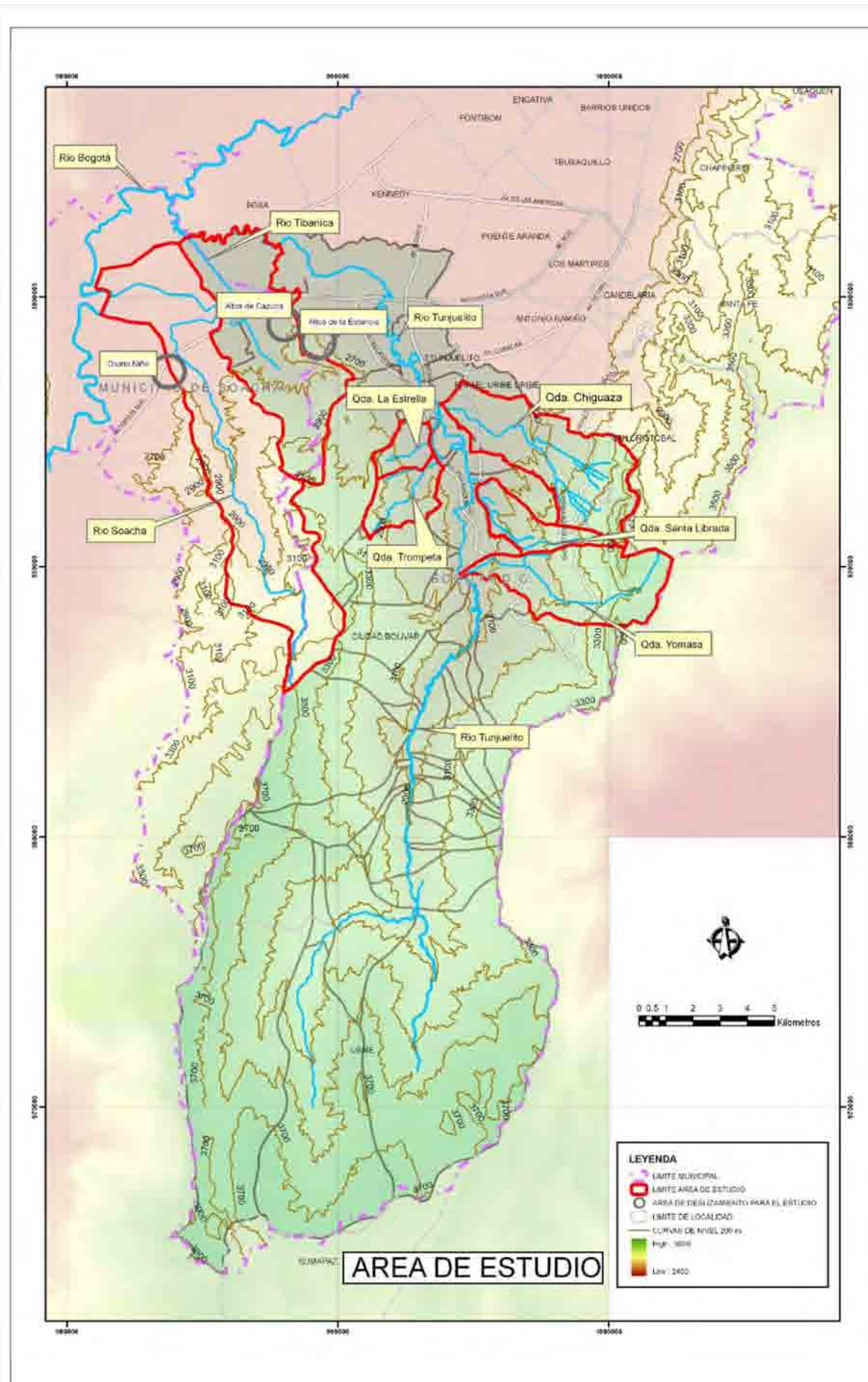
Español

Volumen 1 : Resumen

Volumen 2 : Reporte Principal

Volumen 3 : Reporte de Soporte

Volumen 4 : Libros de Datos 1, 2 y 3



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 I, 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.

- Inclinómetros en el sótano de la casa
- Distanciómetro Láser para monitorear la distancia entre la casa y el levantamiento.
- El colector que conecta los inclinómetro en la casa.
- 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 km². 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 periodo de retorno de 10 años. La descarga para el periodo 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 hidro-meteorológicas 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 fé, 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 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 lagunas 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 5,100m² (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.

TABLA DE CONTENIDO

Prefacio	
Carta Remisoria	
Composición del Informe Final	
Área de Estudio	
Bosquejo	

TABLA DE CONTENIDO

PARTE 1 GENERAL

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	1-1
1.1 Antecedentes y Objetivos del Estudio	1-1
1.2 Área de Estudio	1-1
1.3 Programa del Estudio	1-3
1.4 Organización del Estudio	1-3
1.5 Composición del Reporte	1-4
CAPITULO 2 CONDICIONES NATURALES	2-1
2.1 Topografía y Geología	2-1
2.2 Meteorología e Hidrología	2-2

PARTE 2 SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA EN BOGOTÁ

CAPITULO 3 CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS DE BOGOTÁ	3-1
3.1 Sistema Administrativo	3-1
3.2 Condición Socio-Económica: Bogotá	3-1
3.3 Condiciones Socio-Económicas: Área de Estudio	3-2
3.4 Uso de la Tierra y Planeación Urbana	3-2
3.5 Participación Ciudadana	3-3
CAPITULO 4 PRECIPITACIÓN Y DESASTRES - BOGOTÁ	4-1
4.1 Características Generales de los Desastres y Selección de Eventos de Desastres para Análisis	4-1
4.2 Análisis de la Relación entre Precipitación y Eventos de Desastres Seleccionados	4-2
CAPITULO 5 DESLIZAMIENTOS	5-1
5.1 Contorno del Deslizamiento	5-1
5.2 Estudios Existentes	5-2
5.3 Resultados de los Levantamientos	5-3
5.4 Mapa de Amenaza	5-5
5.5 Plan de Monitoreo	5-5
5.6 Proyecto Piloto	5-9
CAPITULO 6 INUNDACIÓN	6-1
6.1 En el Área de Estudio	6-1
6.2 Inundaciones Pasadas	6-2
6.3 Sistema de Monitoreo Existente	6-4
6.4 Análisis de Inundación y Mapeo	6-5
6.5 Monitoreo y Plan de Alerta Temprana	6-7
6.6 Programa de Implementación	6-13
6.7 Proyecto Piloto	6-15

CAPITULO 7 RECOMENDACIONES PARA BOGOTA	7-1
7.1 Común	7-1
7.2 Deslizamientos	7-1
7.3 Inundación	7-2

PARTE 3 SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA EN SOACHA

CAPITULO 8 SOACHA CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS	8-1
8.1 Sistema Administrativo	8-1
8.2 Condición Socio-Económica	8-1
8.3 Planeación Urbana	8-2
8.4 Participación Ciudadana	8-3
8.5 Aspectos Institucionales acerca del Manejo de Desastres	8-3
CAPITULO 9 SOACHA: PRECIPITACIÓN Y DESASTRES	9-1
9.1 Eventos de Desastre para los Análisis en Soacha	9-1
9.2 Análisis de la Relación entre las Condiciones Hidrológicas y Eventos de Desastres Seleccionados	9-1
CAPITULO 10 DESLIZAMIENTOS	10-1
10.1 Esquema de Deslizamiento	10-1
10.2 Estudios Existentes	10-2
10.3 Mapas de Deslizamiento	10-3
10.4 Medidas para las Zonas Críticas	10-6
10.5 Proyecto Piloto	10-9
CAPITULO 11 INUNDACIÓN	11-1
11.1 Los Ríos y el Área de Estudio	11-1
11.2 Inundaciones Pasadas	11-1
11.3 Sistema de Monitoreo Existente	11-2
11.4 Análisis de Inundación y Mapeo	11-3
11.5 Plan de Monitoreo y Alerta Temprana	11-6
11.6 Proyecto Piloto	11-17
CAPITULO 12 ACTIVIDAD COMUNITARIA DE PREVENCIÓN DE DESASTRES	12-1
12.1 Estudios de Comunidad Existentes en Soacha	12-1
12.2 Encuesta Comunitaria y Discusiones sobre Grupos Focales de Discusión	12-1
12.3 Actividades de Manejo de Desastres Basado en la Comunidad (CBDM)	12-3
12.4 Plan CBDM	12-4
12.5 CBDM Manual	12-10
CAPITULO 13 TRABAJOS TEMPORALES	13-1
13.1 Antecedentes	13-1
13.2 Plan y Diseño de las Obras Temporales	13-3
13.3 Implementación de las Obras Temporales	13-5
13.4 Plan de Construcción	13-6
13.5 Implementación de Las Obras Temporales	13-7
13.6 Consideraciones Sociales y Ambientales	13-14
CAPITULO 14 RECOMENDACIONES PARA SOACHA	14-1
14.1 En Común	14-1
14.2 Deslizamientos	14-1
14.3 Inundaciones	14-3
14.4 Actividades Comunitarias par la Prevención de Desastres	14-4
14.5 Obras Temporales	14-4

Anexo

Lista de Tablas

Tabla 1-1	Características básicas del Área de Estudio	1-3
Tabla 2-1	Lista de las Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del área de Estudio	2-4
Tabla 2-2	Precipitación diaria probable	2-6
Tabla 2-3	Intensidad de Precipitación en cada zona	2-7
Tabla 3-1	Bogotá, Terrenos Rurales, Urbanos, Protegidos y en Expansión (hectáreas, 2002).....	3-2
Tabla 4-1	Precipitación diaria en el día en que ocurrieron deslizamientos.....	4-2
Tabla 4-2	Resumen de la Relación entre Precipitación y Deslizamientos.....	4-3
Tabla 4-3	Resumen de la Relación entre Máximo Anual de Precipitación Diaria y Eventos de Inundación	4-4
Tabla 4-4	Resumen de la Relación entre Precipitación Diaria y Eventos de Inundación.....	4-5
Tabla 5-1	Índice de Alerta Propuesto.....	5-8
Tabla 5-2	Extensión del Monitoreo	5-10
Tabla 5-3	Monitoreo de la Casa por el inclinómetro, distanciómetro láser y levantamiento de nivel.....	5-13
Tabla 6-1	Intensidad, Duración y Frecuencia de la Lluvia (Zona 7)	6-2
Tabla 6-2	Punto Crítico en la Quebrada Chiguaza	6-6
Tabla 6-3	Definición de los Planes a Corto, Mediano y Largo Plazo.....	6-9
Tabla 6-4	Lista de Estaciones a ser monitoreadas por DPAE (Corto plazo).....	6-10
Tabla 6-5	Punto de Monitoreo, Equipo y Frecuencia del Monitoreo	6-11
Tabla 6-6	Implementación del plan para DPAE	6-14
Tabla 9-1	Resumen de la relación entre deslizamientos y precipitación.	9-1
Tabla 9-2	Resumen de la Relación entre Eventos de Inundación y Precipitación Diaria.....	9-2
Tabla 9-3	Resumen de la Relación entre los Eventos de Inundación y Precipitación Diaria	9-2
Tabla 10-1	Clasificación del Inventario de Levantamiento	10-3
Tabla 11-1	Lista de las Estaciones de Monitoreo dentro y alrededor del Área de Estudio	11-2
Tabla 11-2	Breve descripción de los sub.-sistemas	11-7
Tabla 11-3	Concepto Global de estación de monitoreo de la Comunidad en el Río Soacha	11-10
Tabla 11-4	Ítem de monitoreo y frecuencia (Etapa Proyecto Piloto)	11-13
Tabla 11-5	Función de los entes Participantes.....	11-13
Tabla 11-6	Alarma de nivel de agua.....	11-15
Tabla 11-7	Programa de Implementación para Soacha	11-16
Tabla 11-8	Especificación de los equipos en SOACHA.....	11-17
Tabla 13-1	Responsabilidad sobre la Ejecución del Proyecto	13-5
Tabla 13-2	Detalles de los Paquetes a Contratar	13-5
Tabla 13-3	Condiciones de las Obras Temporales.....	13-6
Tabla 13-4	Contratos realizados	13-7

Lista de Figuras

Figura 1-1	Área de Estudio	1-2
Figura 1-2	Programa del Estudio	1-3
Figura 1-3	Organización para el Estudio.....	1-4
Figura 2-1	Las secciones transversales topográficas corresponden a las líneas en la figura. (Base datos: NASA SRTM-3).....	2-1
Figura 2-2	Sedimentos en la Sabana de Bogotá (Sección A).....	2-2
Figura 2-3	Mapa de ubicación de las estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio	2-3
Figura 2-4	Distribución Anual de la Precipitación (2002)	2-5
Figura 2-5	Variación de la Precipitación Mensual en 2003.....	2-6

Figura 2-6	Zonificación del Modelo de Precipitación	2-7
Figura 2-7	Relación entre Precipitación Diaria y Horaria en las estaciones de la DPAE en 2000-2006	2-8
Figura 2-8	Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación Micaela.....	2-8
Figura 2-9	Correlación de la Precipitación Diaria (2003).....	2-10
Figura 2-10	Correlación de la Lluvia Diaria en las estaciones de DPAE (2003)	2-11
Figura 3-1	Número de barrios legalizados en seis localidades	3-3
Figura 4-1	Frecuencia de eventos de deslizamientos (2002 ENE. - 2006 Jul) en las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME.....	4-1
Figura 4-2	Frecuencia de Eventos de Inundación (2001 Ago. - 2006 Jun.) En las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME.....	4-2
Figura 4-3	Varias cantidades de lluvia en la ocurrencia de deslizamientos y valores promedio en la Estación Juan Rey (EAAB).....	4-3
Figura 4-4	Relación entre Eventos de inundación en la Cuenca Chiguaza y la precipitación diaria en las Estaciones de Juan Rey (EAAB) y La Picota (CAR).....	4-5
Figura 5-1	Fases en Altos de La Estancia	5-1
Figura 5-2	Desarrollo de las grietas en el Deslizamiento.....	5-2
Figura 5-3	Direcciones de los Puntos de Control Topográfico	5-3
Figura 5-4	Localización de Levantamiento de Puntos.....	5-4
Figura 5-5	Mecanismo Supuesto del levantamiento	5-5
Figura 5-6	Ejemplo de Instrumentación a lo largo del Deslizamiento y el Área Residencial	5-7
Figura 5-7	Cuatro Lugares Donde los Bloques de Deslizamiento están Cerca al Área Residencial	5-7
Figura 5-8	Ubicación de los Puntos de Levantamiento y Otros Equipos de Monitoreo	5-11
Figura 5-9	Equipos de Monitoreo para la Casa.....	5-13
Figura 6-1	Perfiles longitudinales de las quebradas objetivo en Bogotá	6-1
Figura 6-2	Área afectada en Mayo 19 de 1994 Inundación en la quebrada Chiguaza	6-3
Figura 6-3	Cota de la Inundación de Mayo 2002 en el Río Tunjuelo y la Quebrada Chiguaza.....	6-4
Figura 6-4	Sistema de Monitoreo existente en DPAE.....	6-5
Figura 6-5	Capacidad del Canal y Probable Descarga de la Quebrada Chiguaza.....	6-6
Figura 6-6	Bosquejo del Plan de Alerta Temprana y Monitoreo.....	6-8
Figura 6-7	Ubicación del área de Monitoreo y Área Objeto.....	6-11
Figura 6-8	Lugares propuestos adicionalmente para ser monitoreados por DPAE (a mediano plazo)	6-12
Figura 9-1	Diaria, 3 días y lluvia acumulada cuando ocurrieron los deslizamientos.....	9-1
Figura 10-1	Mapa Guía de las Áreas de Estudio de Deslizamiento en el Municipio de Soacha	10-1
Figura 10-2	Definición de la Zona Crítica de Talud Empinado	10-4
Figura 10-3	Zona Críticas en el Divino Niño	10-4
Figura 10-4	Zonas Críticas en la Capilla en Altos de Cazucá	10-5
Figura 10-5	Definición de la Zona de Emergencia del Talud Empinado	10-5
Figura 10-6	Zona de Emergencia en El Divino Niño	10-6
Figura 10-7	Proceso de Reubicación de las Zonas de Emergencia	10-9
Figura 10-8	Precipitación mensual en Septiembre y Octubre.	10-11
Figura 10-9	Precipitación Mensual de Septiembre en cada uno de los Puntos de Monitoreo.....	10-12
Figura 10-10	Precipitación de Octubre 13 hasta 15 en 2007.....	10-13
Figura 10-11	Precipitación antes del Desastre por Deslizamiento en Octubre de 2007.....	10-13
Figura 11-1	Perfiles Longitudinales de las Cuencas Objetivo en Soacha	11-1

Figura 11-2	Área Inundada y profundidad en Mayo 11, 2006 en el Río Soacha y el Río Tibanica	11-2
Figura 11-3	Principales Estaciones de Monitoreo Dentro y Alrededor del Área de Estudio	11-3
Figura 11-4	Precipitación Diaria en San Jorge (IDEAM) en 2006	11-4
Figura 11-5	Hora de la inundación en Mayo 11, 2006 en el río Soacha.	11-5
Figura 11-6	La Capacidad del Canal del Río Soacha.....	11-6
Figura 11-7	Sistema de Planeación Global (Imagen futura)	11-7
Figura 11-8	Bosquejo del Plan de Alerta Temprana y Monitoreo para Soacha.....	11-8
Figura 11-9	Plan de Monitoreo Global.....	11-12
Figura 11-10	Concepto de criterio de Alarma para el río Soacha.....	11-14
Figura 11-11	Diagrama de Transferencia de Información (Izq.: Tiempo Normal, Der: Tiempo Crítico)	11-19
Figura 11-12	Diagrama para el escenario del entrenamiento sobre transferencia de información y evacuación.....	11-20
Figure 12-1	Actividad de la Comunidad para la Preparación del Mapa de Prevención de Desastres por la Comunidad.....	12-8
Figure 12-2	Mapa de Prevención de Desastres por la Comunidad.....	12-9
Figure 12-3	Ejemplo del Mapa de Prevención de Desastres por la Comunidad	12-10
Figura 13-1	Plan General de las Obras Temporales	13-2
Figura 13-2	Ubicación del Divino Niño	13-3
Figura 13-3	Cronograma del Proyecto	13-7
Figura 13-4	Organización Ejecutiva para los Trabajos Temporales	13-8
Figura 13-5	Método de Construcción.....	13-9
Figura 13-6	Vista General de los Trabajos Temporales.....	13-10
Figura 13-7	Eje Temporal del Muro.....	13-11
Figura 13-8	Muro de Protección Adicional	13-12

Lista de Fotos

Foto 13-1	Personal local trabajando manualmente para las Obras Temporales.....	13-16
Foto 13-2	Una cantidad de personal local trabajando para las Obras Temporales.....	13-16

Lista de Abreviaciones

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(Circuito 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 Ecuémica)
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	Geostatinaly Operatinal 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 Gubernamental)
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 Minimo 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 (Dolár 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

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y Objetivos del Estudio

La ciudad de Bogotá y su área circundante es llamada Área Metropolitana de Bogotá de la República de Colombia. Cubren un área vasta de 1,949 Km² con una población de 6.99 millones en el año 2000. El área para este Estudio esta localizada en la parte sur del área Metropolitana. El área total para el Estudio es de alrededor 84km², lo cual es el 4% del área Metropolitana.

El área de Estudio incluye gran cantidad de áreas propensas a deslizamiento en términos de topografía y geología donde las áreas bajas han sufrido inundaciones del Río Tunjuelo. Además de tales condiciones naturales, la población de la ciudad de Bogotá y Soacha se incrementó muy rápidamente en los años 90 debido a la migración a esas ciudades de refugiados del resto del país. Debido a un 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 extensamente, 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 las principales áreas de deslizamientos, proyectos de control de inundaciones para el Río Tunjuelo y un sistema de monitoreo de inundación. Sin embargo, la implementación de medidas estructurales para el área entera incluyendo los afluentes requerirá un largo plazo. Con la prioridad de salvar vidas, se les ha dado prioridad al monitoreo y al sistema de alerta temprana.

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

Este estudio hizo uso de los datos existentes y los resultados valiosos obtenidos por la parte colombiana, y también formuló un plan acerca 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 en el curso del Estudio, para una mejor preparación frente a los desastres por parte de las autoridades gubernamentales lo mismo que de las comunidades.

Los objetivos del estudio estipulados en el Alcance del Trabajo son los siguientes:

- 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 el 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 al personal colombiano involucrado en el Estudio.

1.2 Área de Estudio

El área de estudio cubre parte del Distrito Capital de Bogotá y el Municipio de Soacha como se muestra en la Figura 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 Figure 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 empujado y caída de rocas”.

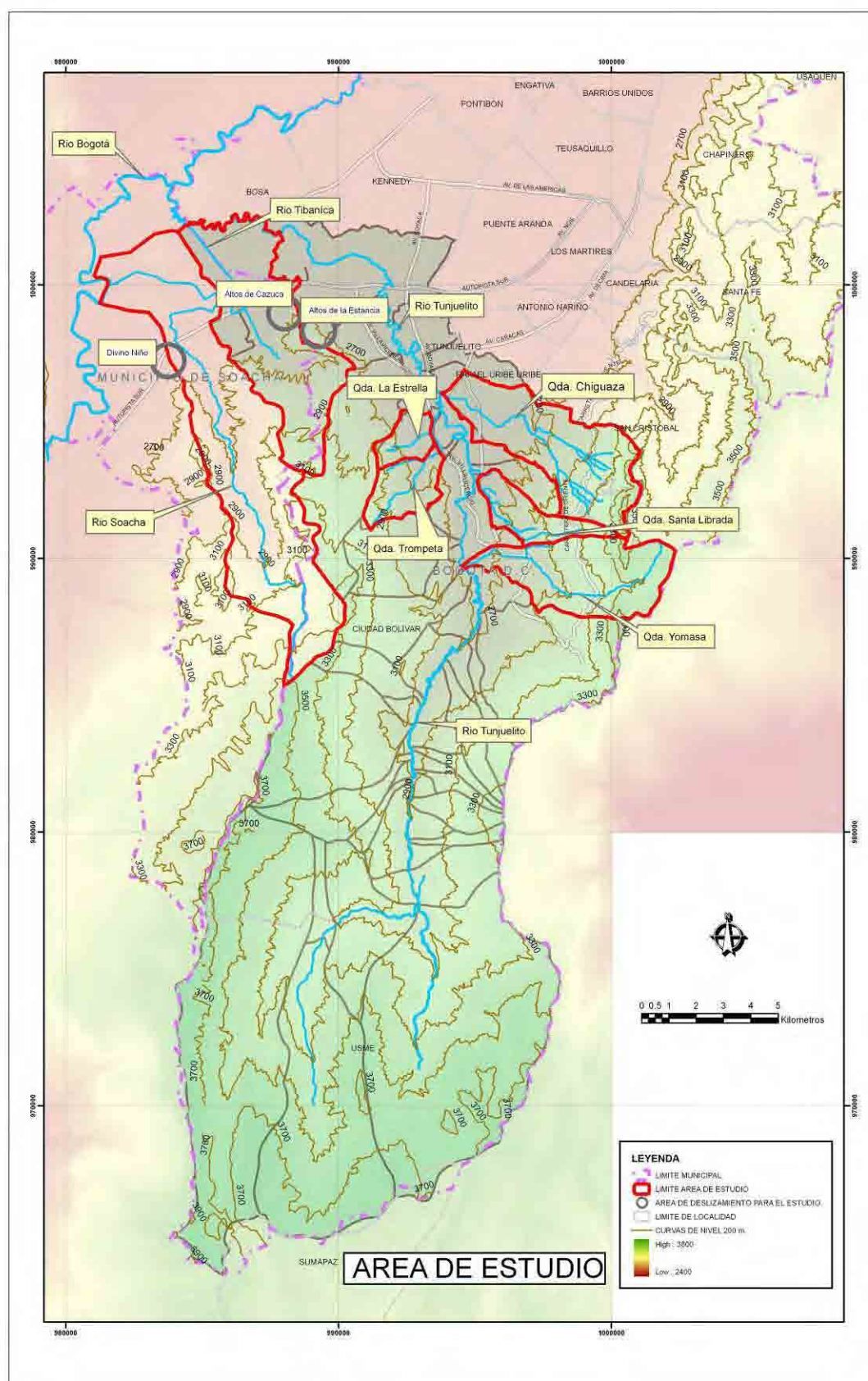


Figura 1-1 Área de Estudio

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 ²)	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/quebradas			3 áreas

1.3 Programa del Estudio

El estudio fue asumido en tres (3) Fases: Estudio Básico (Fase I), Formulación del Plan 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.

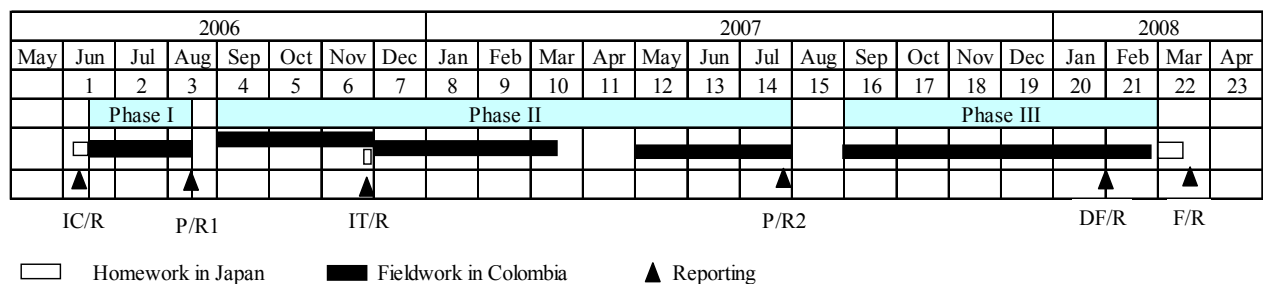


Figura 1-2 Programa del Estudio

1.4 Organización del Estudio

El Estudio fue asumido en cooperación directa entre DPAE, y el Municipio de Soacha y el Equipo de Estudio con el apoyo de la Gobernación de Cundinamarca (OPAD) y JICA Colombia.

La oficina central de JICA envió el Equipo de Monitoreo relacionado con el Estudio en Noviembre de 2006 y Noviembre de 2007. Los miembros del Equipo de Monitoreo sostuvieron una discusión con DPAE y la ciudad de Soacha así como con el Equipo de Estudio y proporcionaron asesoría técnica a JICA.

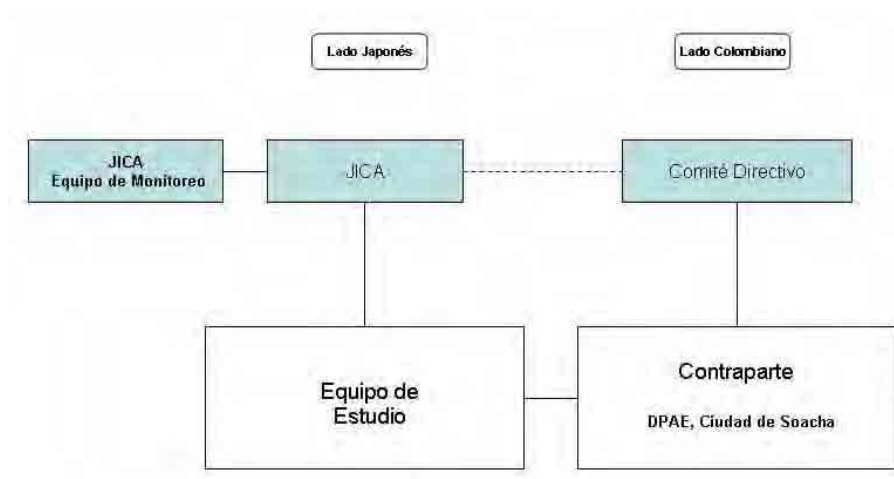


Figura 1-3 Organización para el Estudio

1.5 Composición del Reporte

Este reporte presenta todos los resultados de los estudios técnicos logrados durante el período de estudio. El Reporte consiste de lo siguiente:

Resumen, Reporte Principal, Reporte de Soporte y Libro de Datos.

CAPITULO 2 CONDICIONES NATURALES

2.1 Topografía y Geología

Bogotá está localizada sobre una meseta plana llamada meseta de Bogotá o Sabana de Bogotá, que se encuentra aproximadamente 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 o más; hacia el lado occidental de la Cordillera Oriental. 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 2-1. La ciudad está localizada en el área limitada por las cordilleras circundantes en el este y por el Río Bogotá en el occidente.

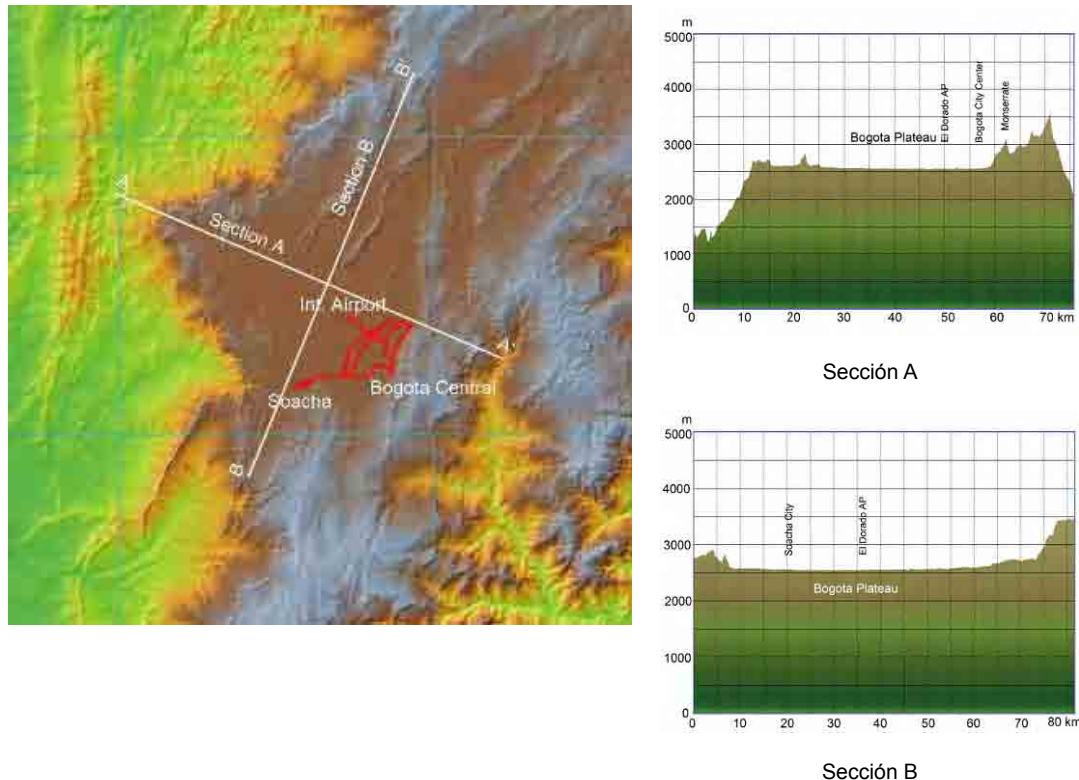
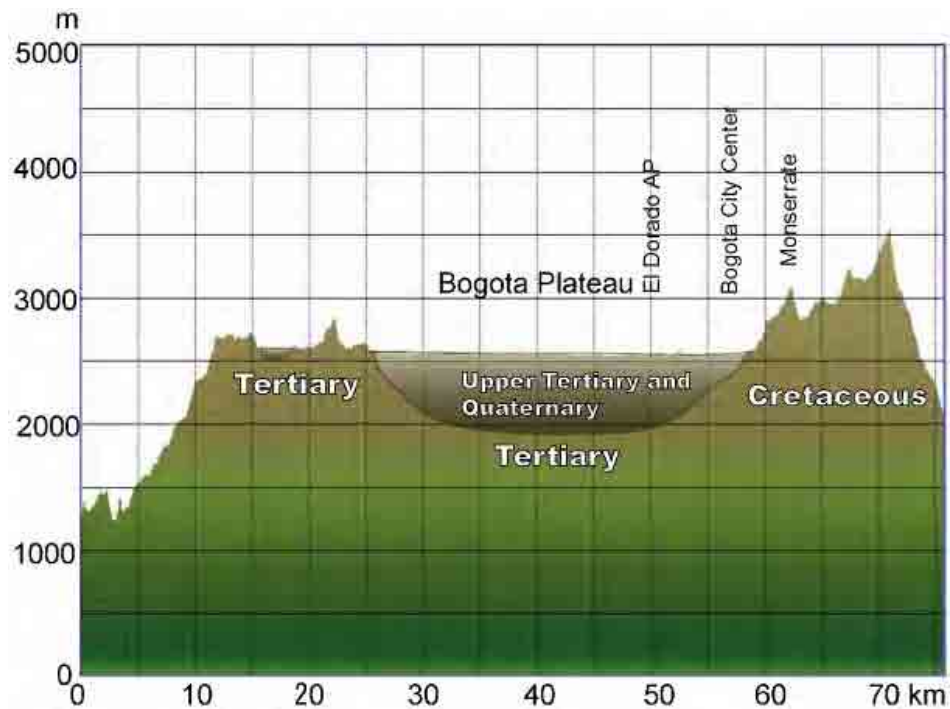


Figura 2-1 Las secciones transversales topográficas corresponden a las líneas en la figura.
(Base datos: NASA SRTM-3)

La Geología en el área y su ambiente está compuesto de areniscas, limonitas y arcillas del Cretáceo al Terciario en el área montañosa. Sedimentos Cuaternarios de origen lacustre se distribuyen en la meseta de Bogotá, mientras que el área de las montañas al este y sur de la Meseta de Bogotá están compuestas principalmente de rocas sedimentarias del Cretáceo o Terciario. Que son principalmente areniscas o limonitas. El grosor de los sedimentos Cuaternarios en la Meseta de Bogotá es de 500m como se muestra en la Figura 2-2.



(Preparado con base en IGAC, 1995)

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

2.2 Meteorología e Hidrología

2.2.1 Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas dentro y alrededor del Área de Estudio

Pocas estaciones meteorológicas hidrológicas se encontraron hoy en día, o existieron dentro y alrededor del Área de Estudio, que son/fueron manejadas y monitoreadas por DPAAE, EAAB, CAR, IDEAM y otras organizaciones. Algunas de las estaciones son telemétricas, pero la mayoría son convencionales. La Figura 2-3 muestra el mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas manejadas por el DPAAE, EAAB, CAR y el IDEAM dentro y alrededor del Área de Estudio, y la muestra la lista y las condiciones de las estaciones.

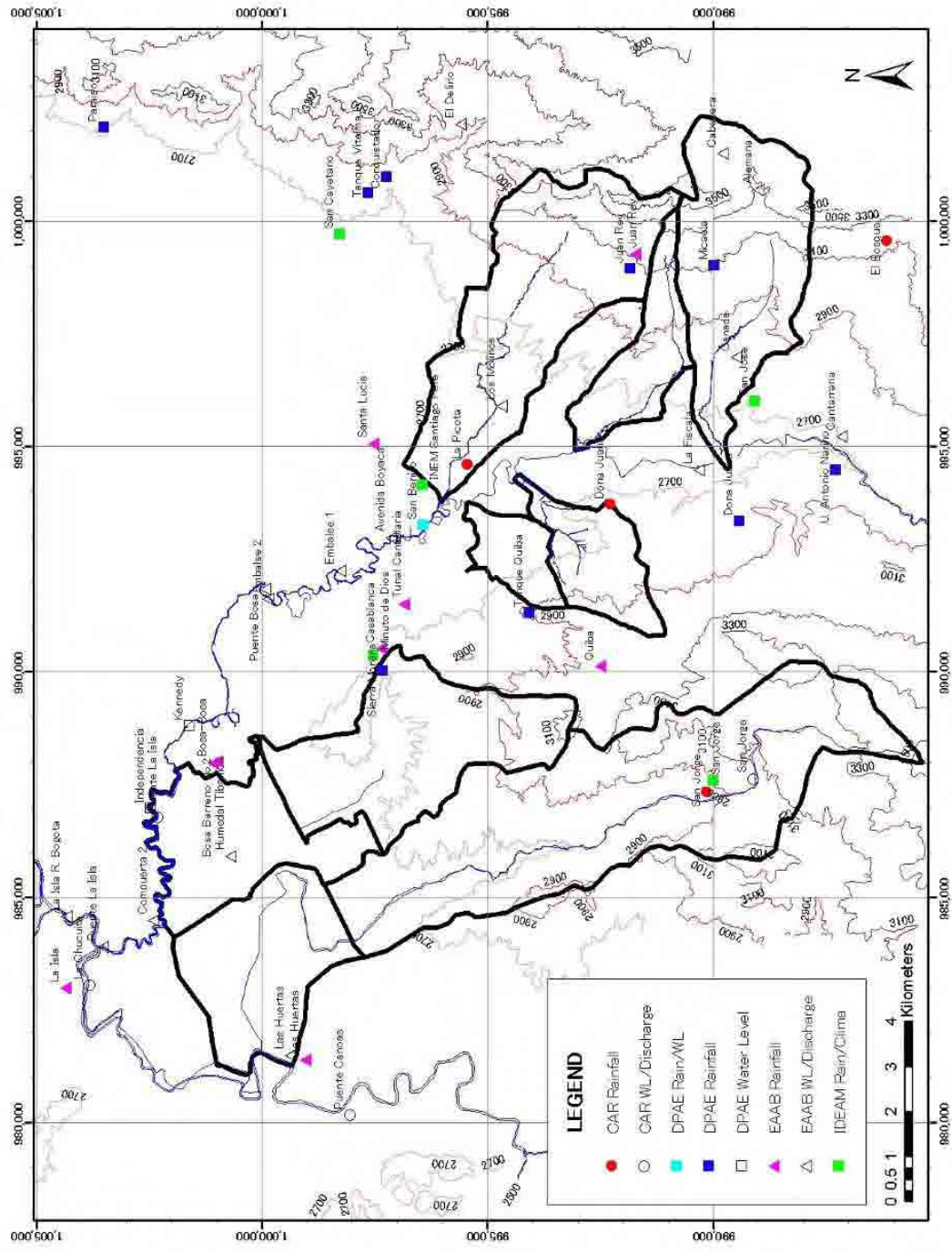


Tabla 2-1

Lista de las Estaciones Meteorológicas/Hidrológicas 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			PG/LG	San Benito	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043351N740817W	2590	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rain/WL	
DPAE			PG	Sierra Morena	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043430N741014W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Tanque Quibia (Quibia-Mirador)	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043233N740921W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Conquistador											
DPAE			PG	(Escuela de Logística)	San Cristóbal	BOGO	BOGOTA	043428N740435W	2780	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	Juan Rey	Q. Chigüaza	BOGO	BOGOTA	043108N740520W	3160	200010		No Function	Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	Tanque Viehna	San Cristóbal	BOGO	BOGOTA	043431N740415W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Micela											
DPAE			PG	(Santa María Micela)	Q. Yonasa	BOGO	BOGOTA	043021N740511W	2900	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Dona Juana	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043002N740815W	3078	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	
DPAE			PG	Parasio II	Rosales	BOGO	BOGOTA	043742N740331W	2820	200010		No Function	Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			PG	U. Antonio Nariño (Nariño USME)											
DPAE			LG	Kennedy	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	042854N740331W	2820	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Rainfall	Out of study area
DPAE			LG	Independencia	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043650N741053W	2577	200303			Telemeter (Radio)	DPAE Water Level	
EAAAB	P-042	2120057	PG	Santa Lucía	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043719N741154W	2576	200010			Telemeter (Radio)	DPAE Water Level	
EAAAB	P-051	2120154	PG	Bosa Barrero No. 2	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043410N740701W	2618	196007				EAAAB Rainfall	
EAAAB	PS-91	2120154	PG	Bosa-Bosa	Bosa	BOGO	BOGOTA	043646N741106W	2578	-				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-081	2120204	PG	Juan Rey	Q. Chigüaza	BOGO	BOGOTA	043627N7412W	2640	195705	195812			EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-090	2120205	PG	Quibia	Bogota	BOGO	BOGOTA	0431N74055W	2955	199008				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-092	2120211	PG	Las Huertas	Bogota	BOGO	BOGOTA	0432N7410W	3000	199001				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-083	2120209	PG	La Isla	Tunpuello	CUND	SOACHA	0435N7414W	2572	196811			Telemeter (GSM)	EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-045	2120059	PM	Tunal Candelaria	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0438N7413W	2537	196510				EAAAB Rainfall	
EAAAB	P-031	2120197	PM	Casablanca	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0434N74099W	2599	195704				EAAAB Rainfall	
EAAAB	L-192		L	Puente La Isla	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0434N7410W	2665	197605				EAAAB Rainfall	
EAAAB	L-036	2120701	LG	Puente Bosa	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	-	-	-				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-039	2120806	LG	Las Huertas	Bogota	CUND	SOACHA	0436N7412W	2550	192607			Telemeter (GSM)	EAAAB WL/Discharge	One of the main station in EAAAB.
EAAAB	L-004	2020802	LG	La Isla R. Bogota	Bogota	BOGO	BOGOTA	0435N7414W	2572	196811			Telemeter (GSM)	EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-026	2120705	LM	El Delino	San Cristóbal	BOGO	BOGOTA	0438N7413W	2537	196510			Telemeter (GSM)	EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-033	2120750	LM	Canarara	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0433N7404W	2890	192701				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-058	2120838	LM	La Fiscalía	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0430N7407W	2643	195508				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-070	2120904	LM	Embalce 1	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0430N74083W	2460	198811				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-071	2120905	LM	Embalce 2	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0435N74099W	2586	199009				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-034	2120943	LM	Humedal Tibanica (Compueta 1)	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0435N74099W	2583	199009				EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-035	2120944	LM	Compueta 2	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0437N7413W	2600	198603		No Function		EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-039	2120945	LM	Alemana	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0437N7437W	2600	198701		No Function		EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-111	2120956	LM	Los Molinos	Q. Yonasa	BOGO	BOGOTA	0429N7404W	3300	198501		No Function		EAAAB WL/Discharge	It was stolen march 2000
EAAAB	L-038	2120957	LM	Cabequera	Q. Chigüaza	BOGO	BOGOTA	0433N7407W	2800	199001		No Function		EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-094		LM	Canada	Q. Yonasa	BOGO	BOGOTA	0430N7404W	3360	198507		No Function		EAAAB WL/Discharge	
EAAAB	L-060		LM	Avenida Boyaca	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	-	-	-				EAAAB WL/Discharge	1 year ago, some equipment was stolen, since then the station has been operated as "LM".
CAR			CP	Dona Juana	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0434N7409W	2630	198811				EAAAB WL/Discharge	
CAR			PG	El Bosque	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0430N7410W	2700	198903				CAR Rainfall	One of the main station in CAR.
CAR			PG	La Picota	Q. Chigüaza	BOGO	BOGOTA	042820N740458W	2880	196212				CAR Rainfall	
CAR			PG	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0434N74083W	2580	198006				CAR Rainfall	
CAR			PG	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0431N7412W	2890	196004				CAR Rainfall	
CAR			LM	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0430N7411W	2952	196004				CAR WL/Discharge	
CAR			LM	Puente La Isla	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0437N7412W	2569	196402	196712	No Function		CAR WL/Discharge	
CAR			LM	La Chucuta	Bogota	BOGO	BOGOTA	0438N7414W	2538	196402	196612	No Function		CAR WL/Discharge	
CAR			LM	Puente Canasas	Bogota	CUND	SOACHA	0431N7415W	2550	195809				CAR WL/Discharge	It was replaced by Las Huertas (EAAAB).
IDEAM			CO	San Jose	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0430N7407W	2700	200111				IDEAM Rain/China	
IDEAM			CO	San Cayetano	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0435N7405W	3100	200111				IDEAM Rain/China	
IDEAM			CO	INEM Santiago Pere	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	0434N74083W	2565	200111				IDEAM Rain/China	
IDEAM			CO	San Jorge	Soacha	CUND	SOACHA	0431N7412W	2900	196004				IDEAM Rain/China	
IDEAM			CO	Minuto de Dios (Sierra Morena)	Tunpuello	BOGO	BOGOTA	043436N741003W	-	-			Telemeter (GOES)	IDEAM Rain/China	

2.2.2 Características de la Precipitación dentro y alrededor del Área de Estudio

(1) Precipitación anual

La Distribución anual de precipitación en el área en el 2008 se muestra en la Figura 2-4. 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, para la cual 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.

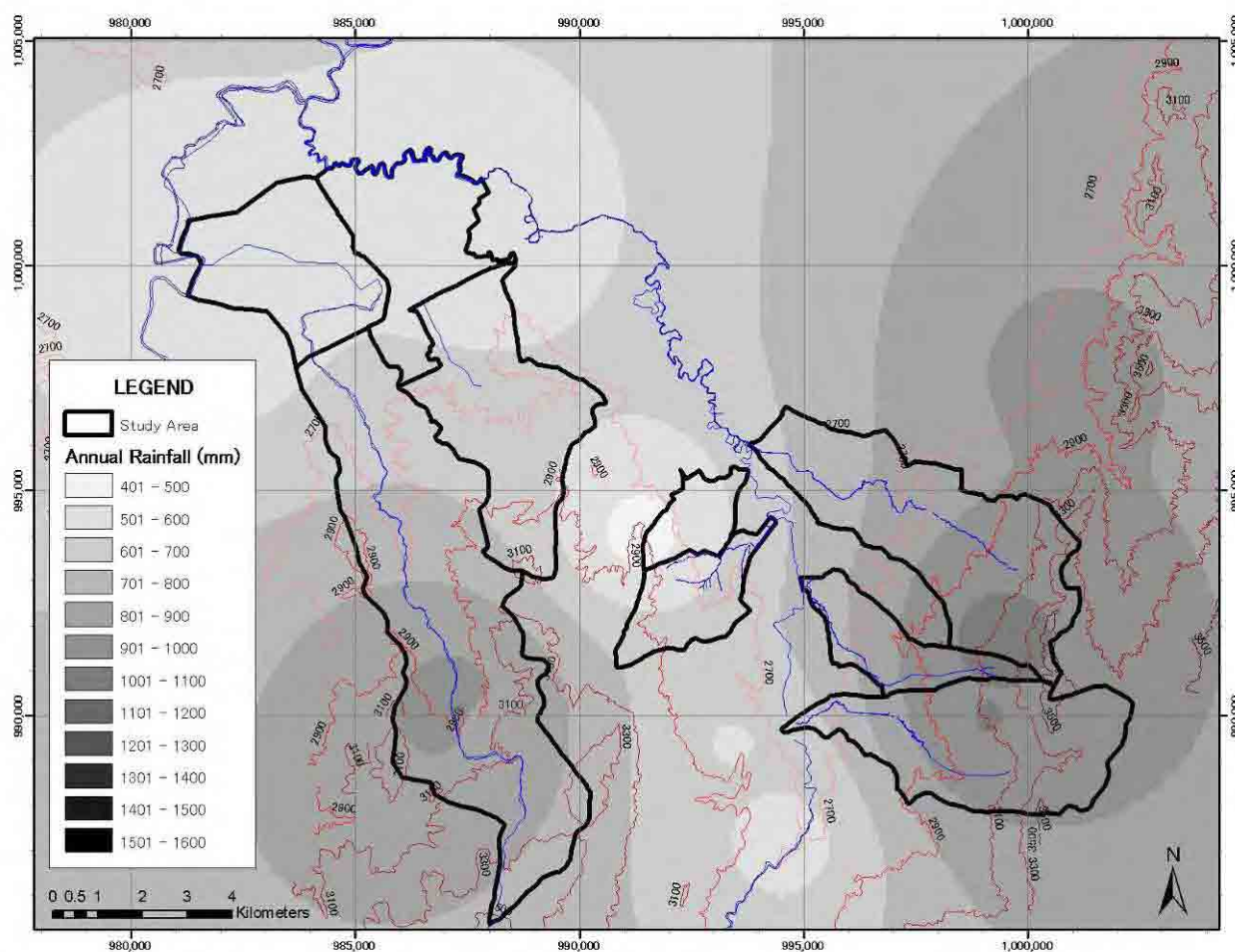


Figura 2-4 Distribución Anual de la Precipitación (2002)

(2) Precipitación mensual

La variación de la precipitación mensual en 2003 en el Área de Estudio es mostrada en la Figura 2-5. Hay dos (2) períodos lluviosos desde Marzo a Mayo y desde Septiembre hasta Noviembre en el Área de Estudio. Como para 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 registradas por la estación Micaela localizada en el área montañosa del este y del sur dentro del Área de Estudio. Esta tendencia se ve también en otros años como en el 2002, 2004 y 2005.

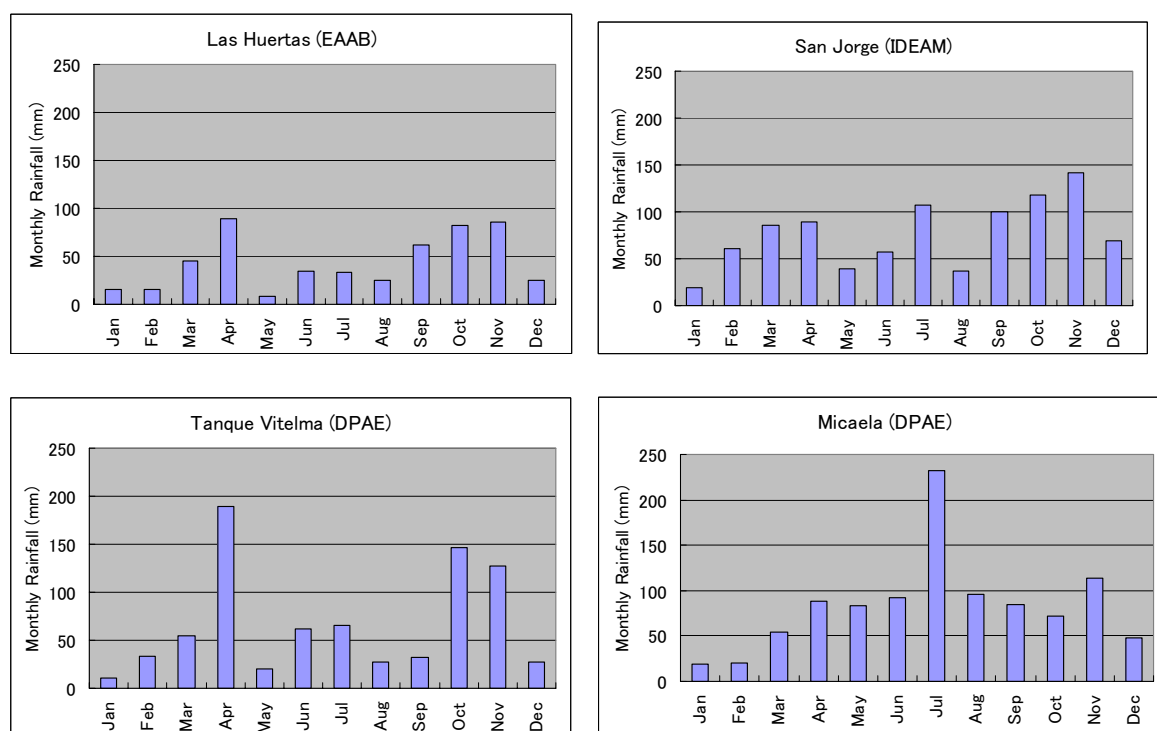


Figura 2-5 Variación de la Precipitación Mensual en 2003

(4) Precipitación diaria

La Tabla 2-2 muestra la cantidad de precipitación diaria probable con varios períodos de retorno en cinco (5) estaciones. Esta fue analizada a través del método Gumbel usando los datos recolectados en este Estudio.

Tabla 2-2 Precipitación diaria probable

Estación	Período de Retorno (año)					
	3	5	10	25	50	100
Las Huertas (EAAB)	29.2	32.0	35.6	40.1	43.5	46.8
San Jorge (IDEAM)	35.4	38.7	43.0	48.3	52.3	56.2
Bosa Barreno No.2 (EAAB)	33.6	37.2	41.8	47.7	52.0	56.3
Juan Rey (EAAB)	47.7	53.0	59.6	67.9	74.1	80.2
La Picota (CAR)	35.9	40.3	45.9	52.9	58.1	63.3

(5) Precipitación Horaria

La Figura 2-6 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 2-3.

La Figura 2-7 muestra la relación entre precipitación diaria y horaria en las estaciones de DPAE entre 2000-2006. La precipitación diaria tiene un valor máximo para cada mes desde el 2000 hasta 2006 y la precipitación horaria tiene también el valor máximo para cada mes desde 2000 al 2006. De la figura, podemos ver que el porcentaje de la cantidad de precipitación horaria a la cantidad de precipitación diaria es de cerca al 40-60%, lo cual significa que la lluvia fuerte termina en corto tiempo. La Figura

2-8 muestra una distribución de lluvia en un día para la estación de Micaela. Estos 10 ejemplos en cada figura son los 10 ejemplos de mayor cantidad de precipitación diaria desde Octubre 2000 hasta Julio 2006 en la estación Micaela. En la estación Micaela, la distribución de la lluvia puede incluir también dos (2) patrones. Uno es una curva muy moderada de 2001/11/12 y 2002/6/22, y el otro es una curva comparativamente empinada de 2003/9/27 y 2005/10/23.

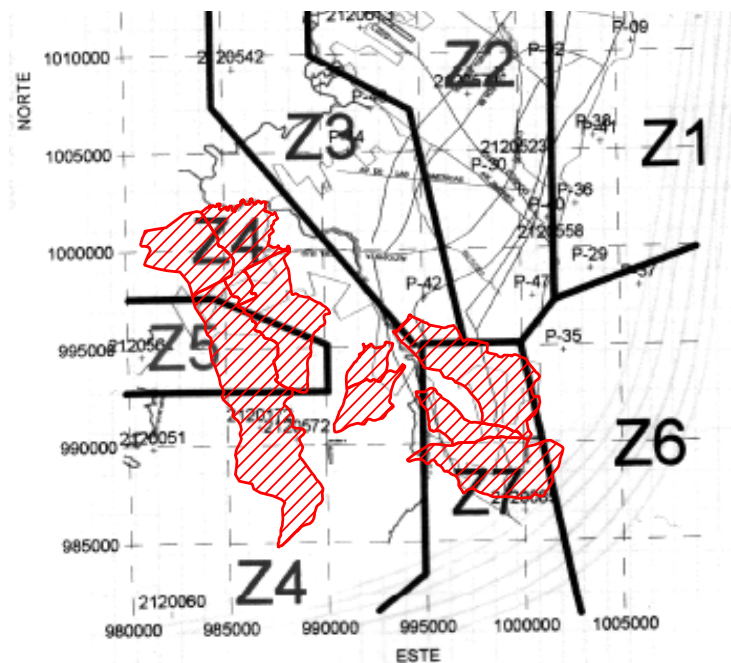


Figura 2-6 Zonificación del Modelo de Precipitación

Fuente: “ESTUDIO PARA EL ANALISIS Y CARACTERIZACION DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTA”, EAAB, Noviembre 1995

Tabla 2-3 Intensidad de 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

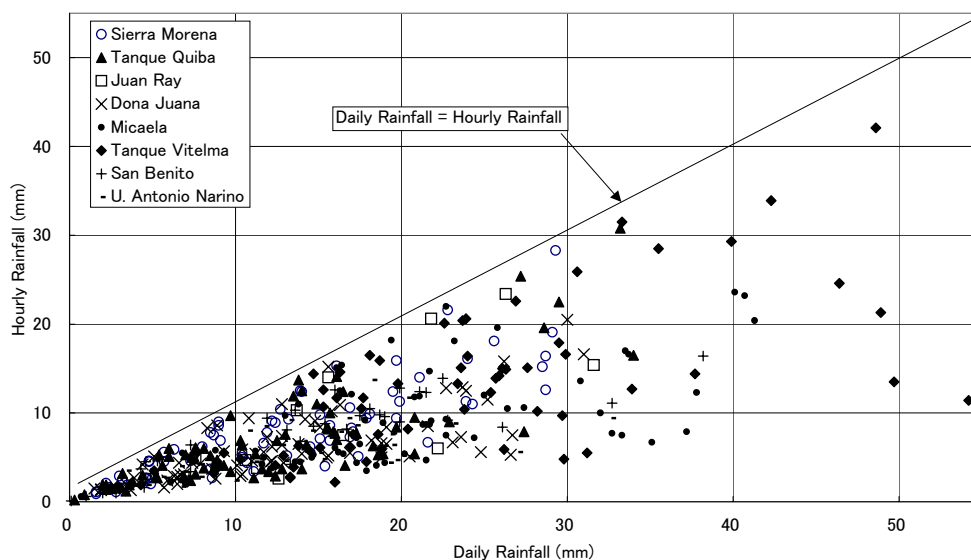


Figura 2-7 Relación entre Precipitación Diaria y Horaria en las estaciones de la DPAE en 2000-2006

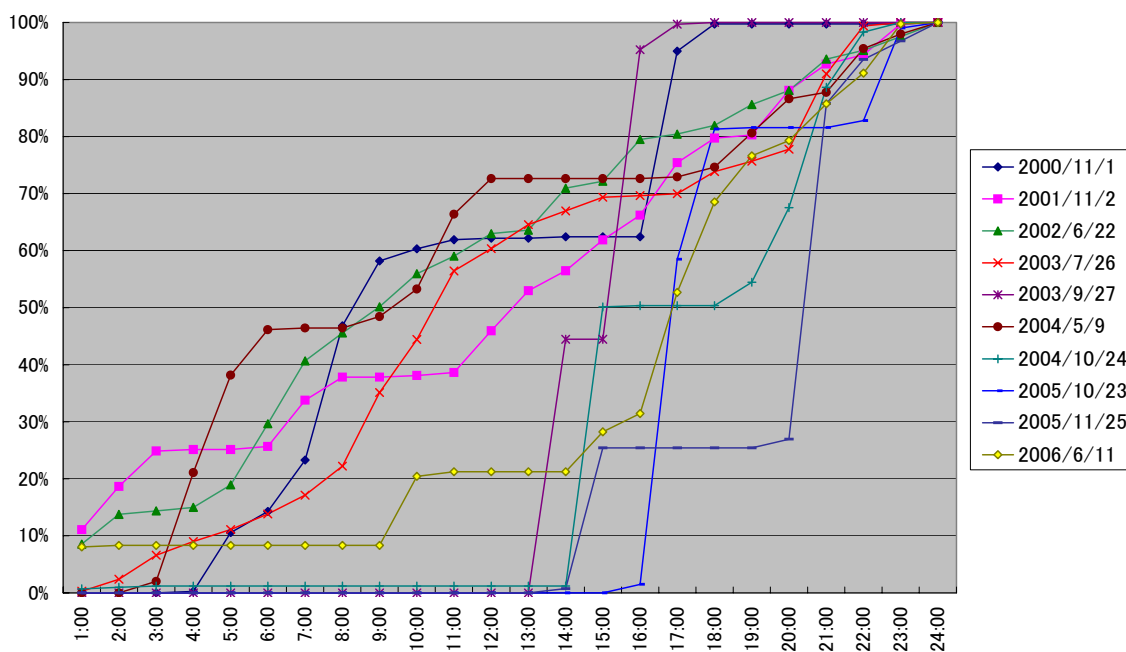


Figura 2-8 Distribución de la Precipitación de 1:00-24:00 en la estación Micaela

2.2.3 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 correlación del coeficiente es alta entre dos (2) estaciones, el patrón de precipitación es similar en el área relevante. La Figura 2-9 muestra los resultados del cálculo de correlación de la precipitación diaria dentro y alrededor del Área de Estudio. 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 Antonio Nariño, localizadas en la parte sureste del Área de Estudio.
- La correlación es comparativamente alta en las estaciones de Tanque Vitelma, San Benito y La Picota, localizadas en la parte noreste del Área de Estudio.
- La correlación es comparativamente baja en la dirección este-oeste.

(2) Correlación de Estaciones de Precipitación de DPAE

La Figura 2-10 muestra el resultado del cálculo de correlación de los datos de precipitación diaria en 2003 sólo en las estaciones de DPAE. Sin embargo, los datos de la estación de Juan Rey de la EAAB son usados para análisis en cambio de los de la estación de Juan Rey de DPAE debido a que el período de operación 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 en 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

PARTE 2 SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA EN BOGOTÁ

CAPITULO 3 CONDICIONES SOCIO-ECONÓMICAS DE BOGOTÁ

3.1 Sistema Administrativo

Bogotá es la capital de la República de Colombia lo mismo que del Departamento de Cundinamarca, y también actúa como el centro de la economía y actividad cultural del país. La ciudad tiene una extensión territorial de 177.598 hectáreas, con una población de más de 7 millones¹.

Bogotá está dividida en cuatro sectores administrativos²: llamados Sector Central, Descentralizado, Localidades y Régimen Especial.

De acuerdo a la legislación de la ciudad, el cinco (5) por ciento del presupuesto anual de la ciudad está destinado a la inversión en manejo de desastres y actividades afines. FOPAE (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias) es el cuerpo autorizado para implementar este presupuesto y fue instituido como establecimiento público perteneciente al Sector Descentralizado.

DPAE (Dirección de Prevención y Atención de Emergencias) es responsable de la planeación e implementación de las actividades de manejo de desastres dentro del área de la ciudad como representante legal de FOPAE.

DPAE tiene cinco sub.-direcciones llamadas Sub.- dirección de Gestión Territorial, Gestión Sectorial, Emergencias, Investigación y Desarrollo, y Apoyo Institucional y varias unidades bajo las sub.-direcciones para implementar las actividades con más de 100 empleados.

3.2 Condición Socio-Económica: Bogotá

3.2.1 Población y Expansión Urbana

Bogotá está experimentando un incremento de la población continuo desde el primer censo en 1775 con cerca de dieciséis mil habitantes, hasta 6.8 millones en 2005 y alberga el 16.42% de la población nacional. Con un continuo crecimiento de la población, el área urbana de la ciudad está también expandiéndose continuamente, mientras que el área de la ciudad tenía 900 hectáreas en el año 1900, hoy tiene 30,000 hectáreas³.

Bajo condiciones inestables por su sustento, los inmigrantes se han establecido en áreas al margen de la ciudad especialmente la parte sur occidental de la ciudad y han desarrollado y expandido asentamientos sin planeación con baja calidad de edificación, carencia de infraestructura pública, integración de transporte y servicios públicos. En consecuencia, tomo lugar la expansión, hacia el sur, de áreas urbanas no planificadas, con una alta densidad de población.

3.2.2 Economía General

La economía en Bogotá está creciendo constantemente con un Producto Interno Bruto, PIB para 2005 de USD 22,204 millones.

En 1999, Colombia afrontó una crisis económica y el país aún se encuentra en una condición económica inestable con altas tasas de desempleo. De acuerdo con la encuesta llevada a cabo por el DANE en 2003, aproximadamente 3 millones de residentes en Bogotá estaban trabajando con una tasa de desempleo del 14.67% que es significativamente alta comparada con la tasa nacional de 12.3%.

1: Tomado de DANE http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/inf_geo/Pob20062007.xls

2: Fuente (organigrama general del distrito.) http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/frame_detalle.php?h_id=468

3: Alvarez G. Ana Maria. Prácticas Urbanas Bogotá. 40th ISOCARP Congreso 2004. <http://www>

3.3 Condiciones Socio-Económicas: Área de Estudio

3.3.1 Condiciones Socio-económicas

El Estudio concierne seis localidades: Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Usme, Ciudad Bolívar, Bosa y Tunjuelito. Sus actividades económicas están relacionadas con el comercio, restaurantes, y hoteles seguidos de los servicios domésticos. También, la industria manufacturera que concentra mano de obra no calificada lo que reporta ingresos de alrededor de cuatrocientos ochenta mil pesos.

Debido a este bajo ingreso, las familias son incapaces de cubrir sus necesidades básicas. La carencia de trabajos permanentes y estables incrementan las tasas de pobreza forzando a las personas a un consumo pobre de comida, ropa y recreación.

El Estrato representa el índice de áreas urbanas residenciales y está clasificado en seis niveles, desde el estrato 1 (el más bajo) hasta el estrato 6 (el más alto). Aproximadamente el 30% de los habitantes del área de estudio están clasificados en el estrato 1 quienes devengan menos del salario mínimo (aproximadamente \$175 USD mensuales) y el 70% tienen un ingreso mensual promedio entre \$175 y \$525 USD (Estrato 2).

La EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá), suministra, en un porcentaje relativamente alto (más del 90%) de cobertura, el agua y servicios de alcantarillado. El Área de Estudio está cubierta por servicios de manejo de basuras de tres compañías privadas a través de concesiones con el gobierno de la ciudad, sin embargo, en algunas áreas se encuentran problemas en el suministro de servicios debido a limitantes físicas en el sitio.

Adicionalmente, algunas Localidades relacionadas con el Área de Estudio tales como Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Bosa, y Tunjuelito carecen de capacidad suficiente como localidades para suplir las necesidades de la comunidad para educación, servicios públicos e infraestructura debido al crecimiento rápido de la población.

3.3.2 Amenazas de Desastre

En la ciudad de Bogotá, las áreas de amenaza por deslizamiento se pueden encontrar en Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Santa Fe, Usme, Chapinero, Usaquén y Suba. Un total 825 manzanas se encontraban en amenaza alta en estas seis Localidades, frente a 2,720 manzanas en amenaza baja.

Las localidades de Usme, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, Bosa y Ciudad Bolívar tienen áreas de amenaza de desastres por inundación. Cerca de 100 ha están localizadas áreas de amenaza alta de inundación.

3.4 Uso de la Tierra y Planeación Urbana

En el año 2000, Bogotá estableció el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que conceptualmente integra lo mejor de la diversidad y los usos de la tierra en ciudades en expansión.

De acuerdo con el POT, los terrenos de la ciudad han sido clasificados en terrenos Urbanos, Rurales, Protegidos y en Expansión como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-1 Bogotá, Terrenos Rurales, Urbanos, Protegidos y en Expansión (hectáreas, 2002)

Terrenos rurales			Terrenos Urbanos			Terrenos en Expansión			BOGOTA
Rural	Protegido	Total	Urbano	Protegido	Total	Expansión	Protegido	Total	Total
48,029	73,445	121,474	34,219	4219	38,438	2,557.70	1106	3,664	163,575

(Fuente: <http://www.segobdis.gov.co/>)

Una localidad se divide en unidades de planeación menores, UPZ (Unidades de Planeación Zonal), y a su vez la UPZ está compuesta por un número de barrios.

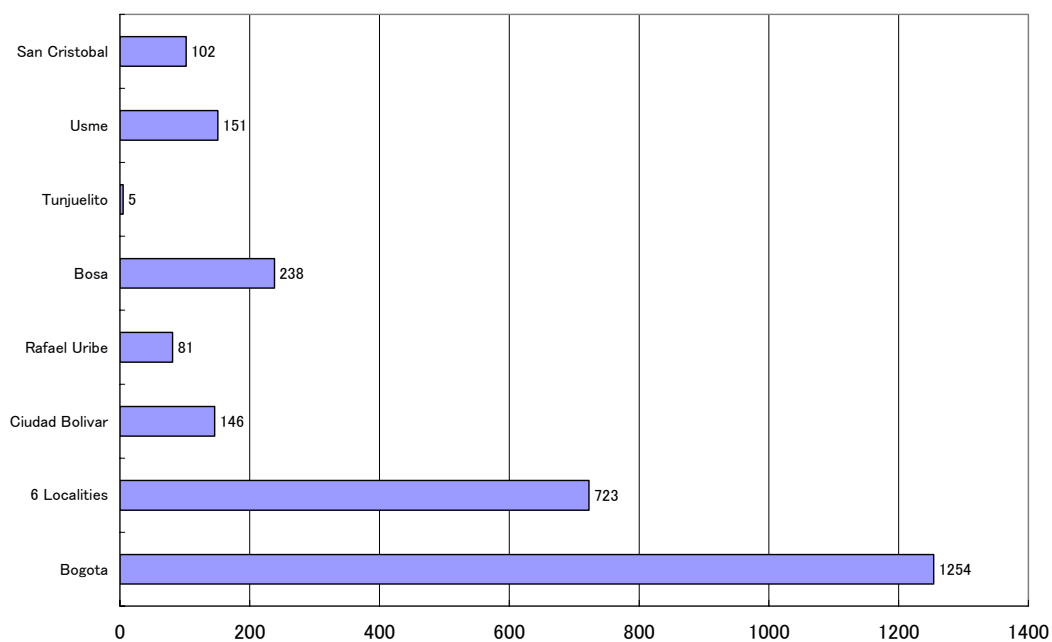


Figura 3-1 Número de barrios legalizados en seis localidades⁴

La Figura 3-1 muestra el número y el área de barrios legalizados en seis localidades. Un área total de 3,745 Has. Representa el 57.6% de la extensión de los barrios legalizados en Bogotá (en 6.499 Has).

3.5 Participación Ciudadana

Más de 800 organizaciones comunitarias (JAC y Concejos Comunitarios) han sido establecidas en las localidades relacionadas con el Estudio. Sólo en tres localidades: Usme, Rafael Uribe Uribe y Bosa, existen 137 centros comunitarios. Estos centros comunitarios usualmente son construidos a través del trabajo colectivo de la comunidad, lo que sugiere una actividad importante de la comunidad.

Durante el período del Estudio, un pluviómetro y limnómetro fueron instalados en Molinos II, Moralba Sur oriental y San Jacinto para permitir el monitoreo de inundaciones basado en la comunidad, y la JAC es la organización encargada del monitoreo de estos sensores.

4: Departamento Administrativo de Planeación. Recorriendo Usme. Diagnóstico Físico y Socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C. 2004. Cálculos para el año 2002

CAPITULO 4 PRECIPITACIÓN Y DESASTRES - BOGOTÁ

4.1 Características Generales de los Desastres y Selección de Eventos de Desastres para Análisis

4.1.1 Deslizamientos

La Figura 4-1 muestra la frecuencia de los eventos de deslizamiento de tierra en cinco (5) localidades incluyendo las cuencas objeto del Estudio en Bogotá. Los deslizamientos de tierra frecuentemente ocurren en los últimos meses de la temporada invernal de marzo a mayo. La frecuencia, como se muestra en la figura, incluye todos los eventos categorizados en “Fenómeno de Remoción en Masa” en los registros de desastres del DPAE de Enero 2002 a Julio 2006, que conciernen varios fenómenos como falla del talud, caída de rocas, flujo de tierra, etc., y se presumen que sus causas varían desde la precipitación a impactos accidentales. Muchos deslizamientos de tierra pueden ocurrir por impactos accidentales sin importar la lluvia. Con el fin de confinar la causa de los deslizamientos a través de las condiciones naturales, principalmente por lluvia tanto como sea posible, el análisis es conducido teniendo como metas solo los datos cuando un número de deslizamientos fueron registrados en la misma cuenca en la misma fecha, ya que, es difícil especificar las causas del deslizamiento de tierra son difíciles de especificar con la información de la base de datos.

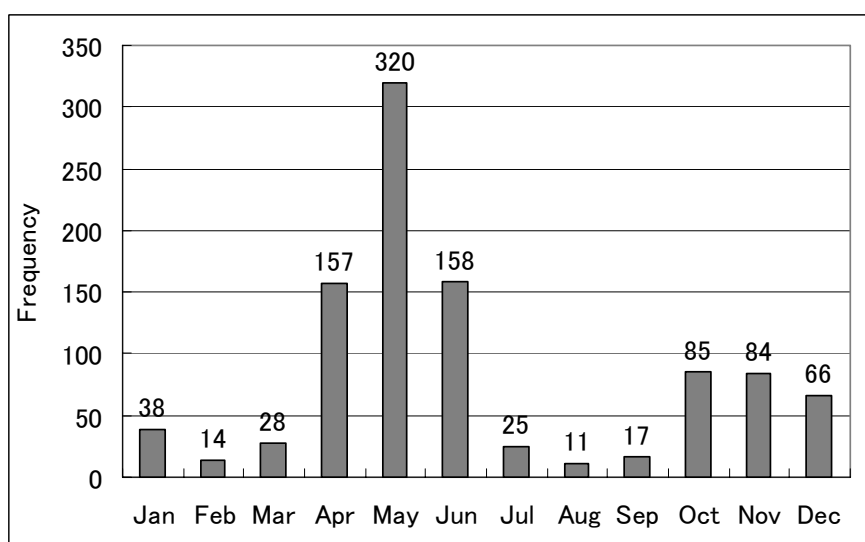


Figura 4-1 Frecuencia de eventos de deslizamientos (2002 ENE. - 2006 Jul)

en las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME

4.1.2 Inundación

En el Área de Estudio en Bogotá, el fenómeno de inundación está categorizado en los siguientes tres (3) tipos: 1) Aguas altas y desbordamiento de quebradas, 2) Desbordamiento del sistema de drenaje, y 3) Aguas estancadas a través del alcantarillado. En el Área de Estudio, el alcantarillado está conectado directamente con las quebradas, por lo tanto una inundación debido al reflujo de aguas a través del alcantarillado puede ocurrir aún cuando el nivel de agua de la quebrada no exceda la altura del banco. Al mismo tiempo, una inundación ocurre debido a la falta de drenaje debido a que el sistema de alcantarillados de tormenta no está cimentado o no tiene capacidad suficiente en algunos barrios.

La Figura 4-2 muestra la frecuencia en los eventos de inundación en cinco (5) localidades, incluyendo las cuencas objetivo en Bogotá. Las inundaciones ocurren frecuentemente en dos (2) épocas de lluvias, especialmente en la segunda temporada de lluvias entre octubre y diciembre. La frecuencia, mostrada en la figura, incluye todos los eventos categorizados en “Inundación” en los registros de desastres de la DPAE desde Agosto de 2001 a Junio de 2006, la cual concierne no sólo las aguas altas y el desborde

de la quebrada sino también el desbordamiento del sistema de drenaje y las aguas devueltas a través del alcantarillado como se describe arriba. Para el análisis de la relación entre precipitación e inundación, se usan aquellos eventos de inundación ocurridos en las cuencas objeto del estudio, que pueden ser causados por niveles de agua altos y desbordamientos de las quebradas por encima del récord.

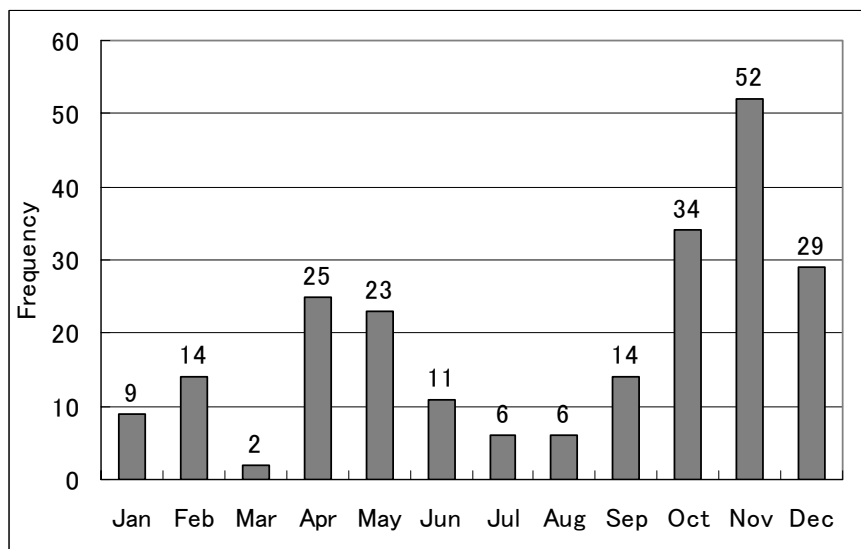


Figura 4-2 Frecuencia de Eventos de Inundación (2001 Ago. - 2006 Jun.)

En las localidades de Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Ciudad Bolívar y USME

4.2 Análisis de la Relación entre Precipitación y Eventos de Desastres Seleccionados

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

4.2.1 Análisis para deslizamientos

La Tabla 4-1 resume la cantidad de precipitación diaria en el día en que cierto número de deslizamientos ocurrieron en cada Cuenca en la misma fecha.

Tabla 4-1 Precipitación diaria en el día en que ocurrieron deslizamientos

Cuenca/Estación	No. de días en que múltiples deslizamientos ocurrieron desde 2002 a 2006	Precipitación diaria (mm)				
		< 5	< 10	< 15	< 20	< 25
Cuenca Chiguaza (Juan Rey (EAAB))	18 100%	8 44%	14 78%	17 94%	17 94%	18 100%
Cuenca Yomasa (Micaela (DPAE))	2 100%	0 0%	0 0%	1 50%	2 100%	2 100%
Santa Librada	0	-	-	-	-	-
Cuenca La Estrella (Tanque Quiba (DPAE))	8 100%	5 63%	6 75%	6 75%	8 100%	8 100%
Cuenca Trompeta (Tanque Quiba (DPAE))	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%
Total	31 100%	16 52%	23 74%	27 87%	30 97%	31 100%

Más del 50% de los deslizamientos de tierra ocurrieron con menos de 5 mm de lluvia diaria. Es

difícil entender las características de la lluvia en la ocurrencia de deslizamientos, es considerada difícil de comprender usando sólo la lluvia diaria del día en que ocurrió el deslizamiento. La Figura 4-3 muestra varios tipos de cantidad de lluvia de la estación Juan Rey (EAAB) en la ocurrencia de deslizamientos en la cuenca de Chiguaza y los valores promedio en la estación de Juan Rey (EAAB) para comparación. Los valores más altos en la caja de cada categoría son la cantidad de lluvia en la ocurrencia de deslizamientos. La lluvia acumulada es el total de la cantidad de lluvia hasta el día en que se calcula (el día en que ocurrió el deslizamiento), el cual fue calculado adicionando toda la cantidad de lluvia después del día en que previamente la lluvia diaria fue cero (0).

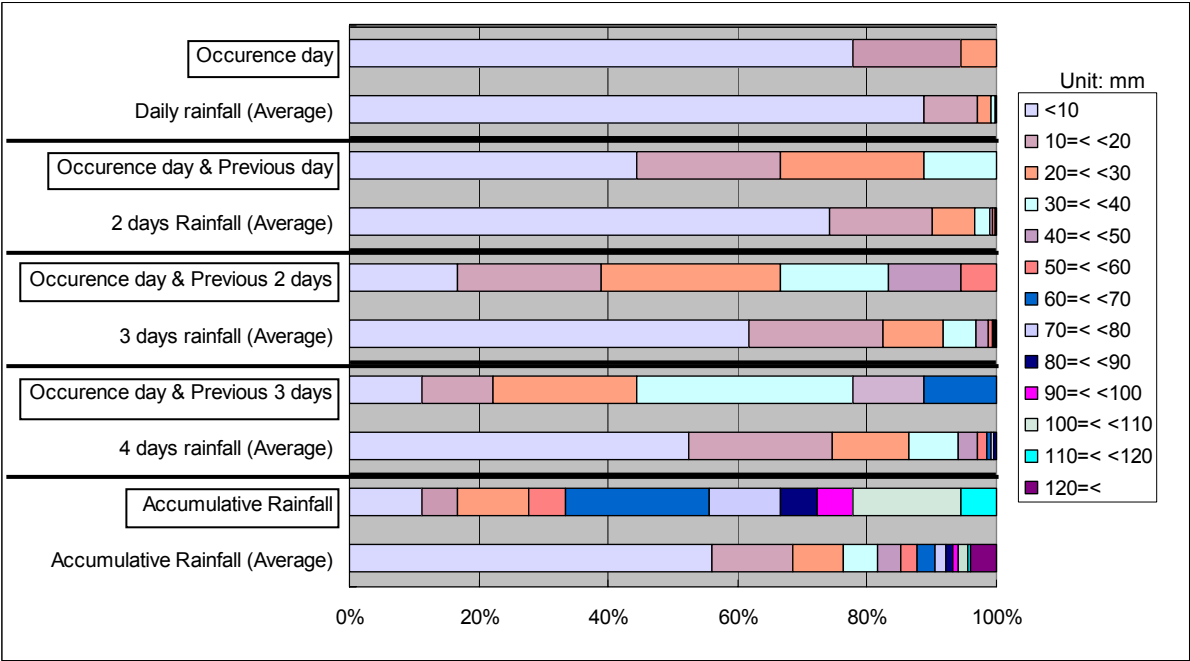


Figura 4-3 Varias cantidades de lluvia en la ocurrencia de deslizamientos y valores promedio en la Estación Juan Rey (EAAB)

De la Figura anterior, las diferencias en las tendencias pueden ser fácilmente halladas en los casos de lluvias acumuladas, y pueden identificarse en 3 y 4 días de precipitaciones. La DPAE ya estableció y usa los tres (3) días de lluvia para el criterio en el actual sistema de monitoreo. Por ello, los análisis se asumieron usando la lluvia acumulada en tres días de lluvia (lluvia día de ocurrencia del evento y de los dos días anteriores).

La relación entre los eventos de deslizamiento y tres (3) días de lluvia acumulada se resume en la

Tabla 4-2. En la tabla, las filas de porcentaje de “Deslizamiento” constituyen la razón del número de días con la cantidad de lluvia designada cuando ocurrieron los deslizamientos, y el porcentaje de las filas “Promedio” constituyen la razón del número de días con la cantidad de lluvia designada cuando los deslizamientos ocurren, y el porcentaje de “Promedio” es el porcentaje de los números de días con la cantidad de lluvia designada en el período 2001-2006.

Tabla 4-2 Resumen de la Relación entre Precipitación y Deslizamientos

Cuenca	Lluvia		Lluvia (mm)												
			<10	<20	<30	<40	<50	<60	<70	<80	<90	<100	<110	<120	120=<
Chiguaza (Juan Rey)	3 días lluvia	Deslizamiento	17%	39%	67%	83%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Promedio	62%	83%	92%	97%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia acumulada	Deslizamiento	11%	17%	28%	28%	28%	33%	56%	67%	72%	78%	94%	100%	100%
		Promedio	56%	68%	76%	82%	85%	88%	91%	92%	93%	94%	96%	96%	100%
Yomasa	3 días	Deslizamiento	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(Micaela)	lluvia	Promedio	63%	83%	93%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia acumulada	Deslizamiento	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
La Estrella (Tanque Quiba)	3 días lluvia	Promedio	54%	66%	75%	80%	84%	88%	89%	91%	92%	93%	94%	95%	100%
		Deslizamiento	13%	25%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia acumulada	Promedio	86%	95%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Deslizamiento	13%	13%	25%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Trompeta (Tanque Quiba)	3 días lluvia	Promedio	84%	91%	95%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Deslizamiento	0%	0%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lluvia acumulada	Promedio	86%	95%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Deslizamiento	0%	0%	33%	33%	67%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Promedio	84%	91%	95%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		Deslizamiento	0%	0%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4.2.2 Análisis de Inundaciones

(A) Análisis para la Relación entre el conteo de los 10 días de precipitaciones más fuertes del año y Eventos de Inundación.

Para un mejor entendimiento de las características de lluvia en la inundación, la relación entre los 10 días de precipitaciones más fuertes del año y los eventos de inundación son analizados. El análisis se hace por medio del siguiente procedimiento:

1. Seleccionar los 10 días de precipitaciones más fuertes en cada año en las estaciones seleccionadas del 2000 al 2006.
2. Revisar si las inundaciones ocurrieron o no en los días cuando se registraron los 10 eventos de inundación más fuertes.

Los resultados del análisis son mostrados en la

Tabla 4-3. En la tabla, “No. de días en que ocurrieron inundaciones entre 2001 y 2006” literalmente se muestran

Todos los números de días cuando las inundaciones ocurrieron en cada cuenca, los cuales ocurrieron cuando los 10 días de lluvia máxima fueron registrados en cada estación.

Tabla 4-3 Resumen de la Relación entre Máximo Anual de Precipitación Diaria y Eventos de Inundación

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

De los resultados anteriores, se puede decir que la relación entre la ocurrencia de inundaciones y las fuertes lluvias son comparablemente altas en las cuencas de Santa Librada, La Estrella y Trompeta, mientras que su relación es comparablemente baja en las cuencas de Chiguaza y Yomasa. Sin embargo difícilmente se puede decir que las fuertes lluvias están directamente relacionadas con la inundación.

Las siguientes razones o posibilidades pueden ser consideradas como explicación a lo anterior:

- 1) Ya que las áreas de cuenca de Santa Librada, La Estrella y Trompeta son menores de 6 km² las estaciones de lluvia cercanas pueden representar la lluvia en todas las cuencas. De otro lado las estaciones cercanas a las cuencas de Chiguaza y Yomasa no pueden representar la lluvia en las cuencas porque sus cuencas tienen comparablemente áreas grandes de alrededor de 19 km² y

15 km2, respectivamente.

2) El patrón de lluvia espacial en el Área de Estudio puede ser extremadamente local.

(B) Relación entre Inundación y Precipitación

Las cantidades de precipitación diaria en inundaciones pasadas desde 2001 al 2006 en cada cuenca objetivo, se resumen en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4 Resumen de la Relación entre Precipitación Diaria y Eventos de Inundación

Cuenca/Estación	No. de días de inundaciones ocurridas del 2001 al 2006	Precipitación diaria (mm)								
		< 5	<10	<15	<20	<25	<30	<35	<40	40=<
Chiguaza La Picota (CAR) o Juan Rey (EAAB)	38 100%	14 37%	20 53%	26 68%	31 82%	34 89%	35 92%	35 92%	37 97%	38 100%
Yomasa Micaela (DPAE)	9 100%	3 33%	3 33%	4 44%	5 56%	8 89%	8 89%	9 100%	9 100%	9 100%
Santa Librada Juan Rey (EAAB) o Micaela (DPAE)	11 100%	0 0%	0 0%	3 27%	3 27%	5 45%	7 64%	8 73%	10 91%	11 100%
La Estrella Tanque Quiba (DPAE)	15 100%	4 27%	5 33%	7 47%	10 67%	12 80%	13 87%	15 100%	15 100%	15 100%
Trompeta Tanque Quiba (DPAE)	7 100%	1 14%	2 29%	2 29%	4 57%	5 71%	5 71%	7 100%	7 100%	7 100%

La Figura 4-4 muestra la precipitación diaria en los días cuando ocurrieron inundaciones en la cuenca Chiguaza entre el 2001 y el 2006.

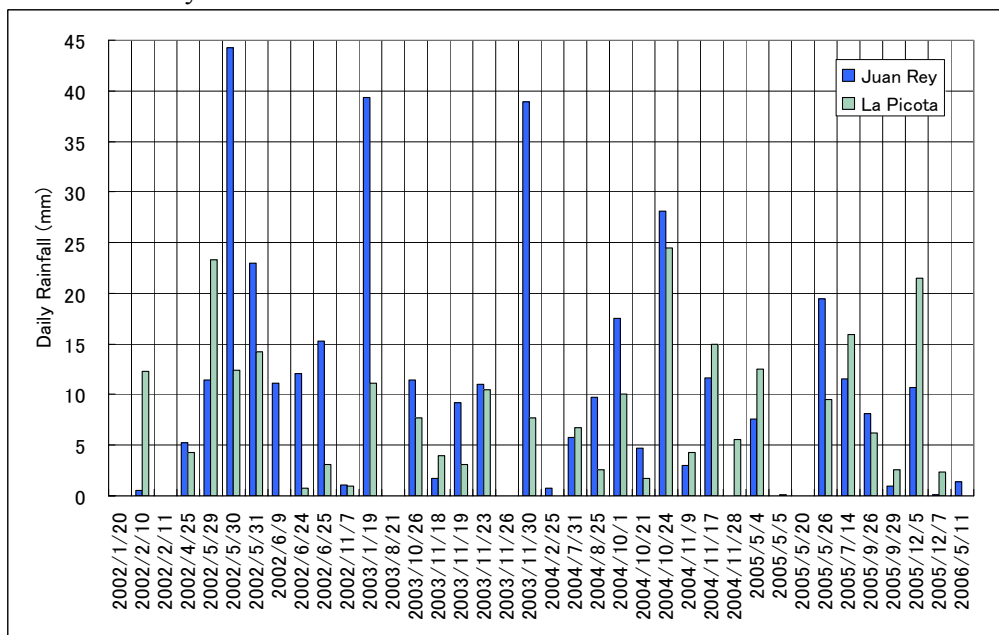


Figura 4-4 Relación entre Eventos de inundación en la Cuenca Chiguaza y la precipitación diaria en las Estaciones de Juan Rey (EAAB) y La Picota (CAR)

En la figura anterior, las inundaciones ocurrieron ocasionalmente cuando la cantidad de lluvia es muy pequeña o en el caso de que no haya lluvia.

Las siguientes razones pueden ser consideradas:

- La exactitud de los datos de lluvia y los registros de inundación es baja.
- Lapso de tiempo largo entre el tiempo de ocurrencia en los registros y el tiempo de ocurrencia real.
- Distancia larga de la estación de lluvia y el área de lluvia real(lluvia local)
- Influencia de otros factores tales como actividades humanas o algunos problemas ambientales alrededor.

Además de las anteriores posibilidades, la lluvia antecedente puede influenciar la ocurrencia de inundación. Del resultado del análisis de la lluvia antecedente cuando ocurre la inundación, sin embargo la influencia de la lluvia antecedente con la inundación no esta clara.

CAPITULO 5 DESLIZAMIENTOS

5.1 Contorno del Deslizamiento

Hay un solo lugar para el área de estudio de deslizamiento en Bogotá y esta designada comúnmente como Altos de la Estancia y esta localizado al suroeste de Bogotá, al norte de Ciudad Bolívar. Desde aquí en adelante en el Capítulo 5, el deslizamiento en el Sector Altos de La Estancia se refiere como "el deslizamiento". El deslizamiento incluye dos masas mayores llamadas La Carbonera al sur y El Espino al norte que desplazan cientos de miles de metros cúbicos, obligan cientos de familias a la reubicación en un área aproximada de 100 hectáreas. El tipo de deslizamientos esta relacionado con movimiento de masa acompañado con algunos tipos de pequeños movimientos. La DPAE dividió el área de deslizamiento en 3 zonas, llamadas de alerta alta, alerta media y alerta baja o área de la Fase I, área de la Fase II y área de la Fase III con el propósito de realizar el programa de reubicación como se muestra en la Figura 5-1. La figura muestra que no hay casas residenciales en el área de la Fase I, pero todavía había una cantidad de casas en el área de la Fase I, pero aún existen una cantidad de casas en el área de la Fase II en el año 2007.

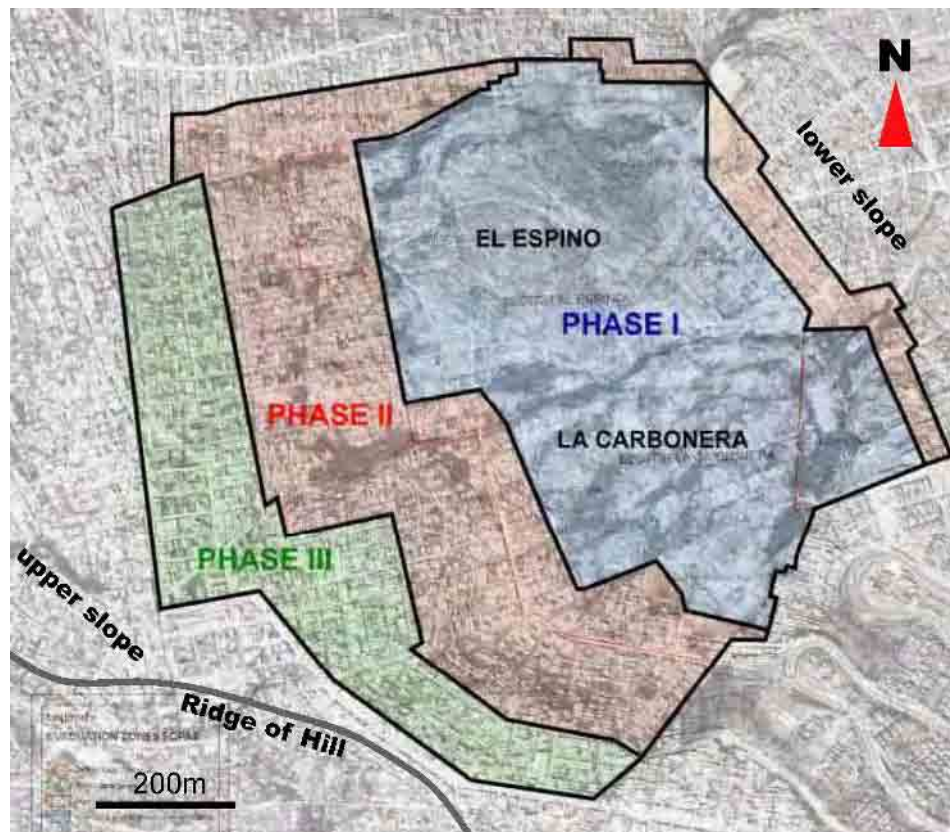


Figura 5-1 Fases en Altos de La Estancia
(Combinación de foto aérea y mapa topográfico)

Topografía

La dirección del talud en el área es al noreste y la dirección de movimiento del deslizamiento en agregado es de suroeste a noreste. Los toques de los taludes alrededor del deslizamiento están entre 2810 – 2830 m sobre el nivel del mar y son alrededor de 300m de altura más altos del nivel de la Sabana de Bogotá. El ángulo promedio del talud está entre 15-20 grados y principalmente el talud tiene un ángulo menor a 30 grados. Los taludes abruptos (sobre los 30 grados) en el área definen el lineamiento de las masas activas deslizadas.

El ángulo promedio se encuentran 15-20 grados y principalmente el ángulo del talud es menos a 30

grados.

Geología

Los estudios de referencia muestran la presencia de dos unidades lito estratigráficas en el área, el Miembro de Areniscas de la Formación Guadalupe (Ksglt) y la Formación Guaduas (KTg). Esos miembros de areniscas los cuales pertenecen a edades Cretáceas y Terciarias están casi hacia el este. Por lo tanto, la estructura geológica es una “estructura plana expuesta” con 20 grados de inclinación del estrato en el talud del deslizamiento.

5.2 Estudios Existentes

5.2.1

La característica del deslizamiento ha sido estudiada en detalle desde 1977. A pesar de la ocurrencia de los deslizamientos, sin embargo, las canteras en el área han sido explotadas hasta los 90's y esta situación podría haber resultado en un impuse grave. De acuerdo a la Figura 5-2 la cual muestra el desarrollo de las grietas, podemos observar grietas sobre los taludes altos a bajo en 1952. Las grietas en 1952 pudieron no ser formadas por las actividades de deslizamiento, pero existieron antes que ocurriera el deslizamiento. Esas grietas pueden ser fácilmente observables en los taludes, dado que allí había pocas actividades humanas sobre el talud en 1950 y antes de ese periodo. Después de 1977, las grietas que se muestran en la Figura 5-2 tendían a invadir hacia arriba desde las partes bajas del talud. La invasión de las grietas hacia arriba significa que el Deslizamiento creció hacia arriba.

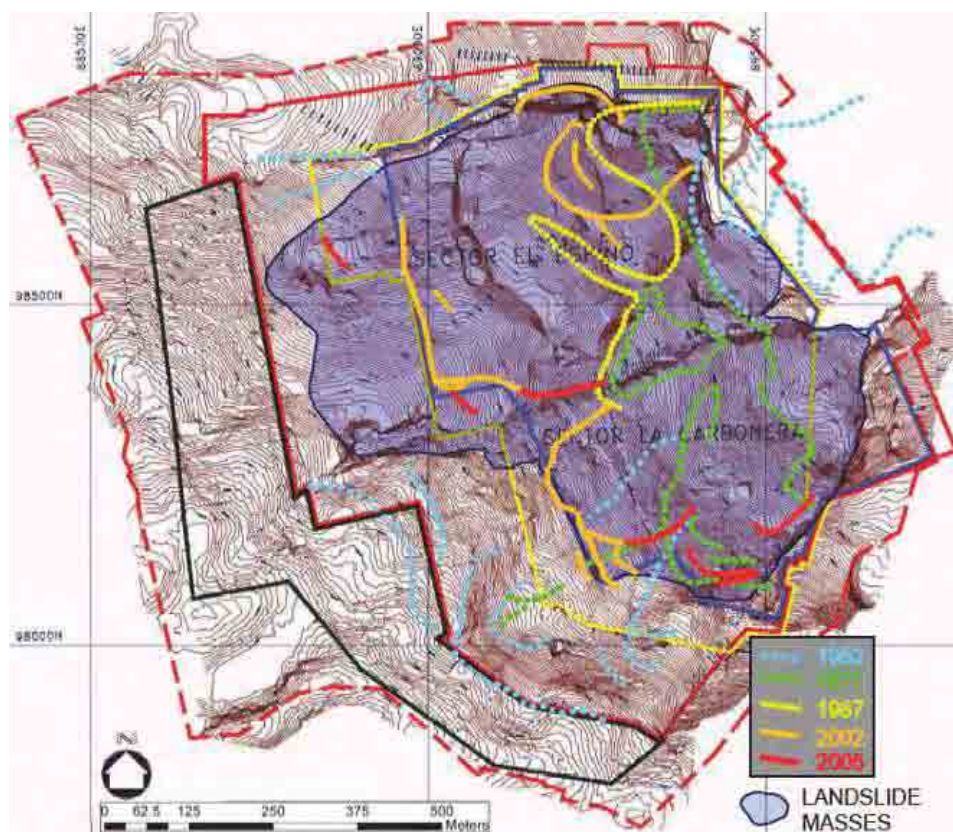


Figura 5-2 Desarrollo de las grietas en el Deslizamiento

Vectores de desplazamiento, (Modificado de Monitoreo y seguimiento de los deslizamientos activos que afectan el sector Altos de la Estancia, localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. ".INGENIERIA Y GEORIESGOS, 2004 por Yokoo en este estudio)

5.2.2 Estudios Existentes

El deslizamiento ha sido estudiado por un largo periodo de tiempo y muchos reportes están disponibles con respecto a esta materia. El estudio más completo es el reporte del Banco Mundial, escrito en 2004, el cual compila los resultados de los estudios hechos en el pasado. Trabajos de monitoreo del deslizamiento se han realizado y reportado desde 1999. El último estudio en 2005, concluyó que el máximo desplazamiento fue de 90mm durante el periodo de monitoreo. En La Carbonera, dos inclinómetros mostraron deslizamientos de superficies a una profundidad de 9m y 18m, y, una magnitud total del movimiento en tres meses fue de 50 mm (17 mm/mes). La Figura 5-3 muestra las direcciones de los puntos de control topográfico diferencial. La Mayoría de las direcciones muestran las líneas de contorno en ángulos rectos. Las direcciones son mostradas ligeramente hacia al noreste.

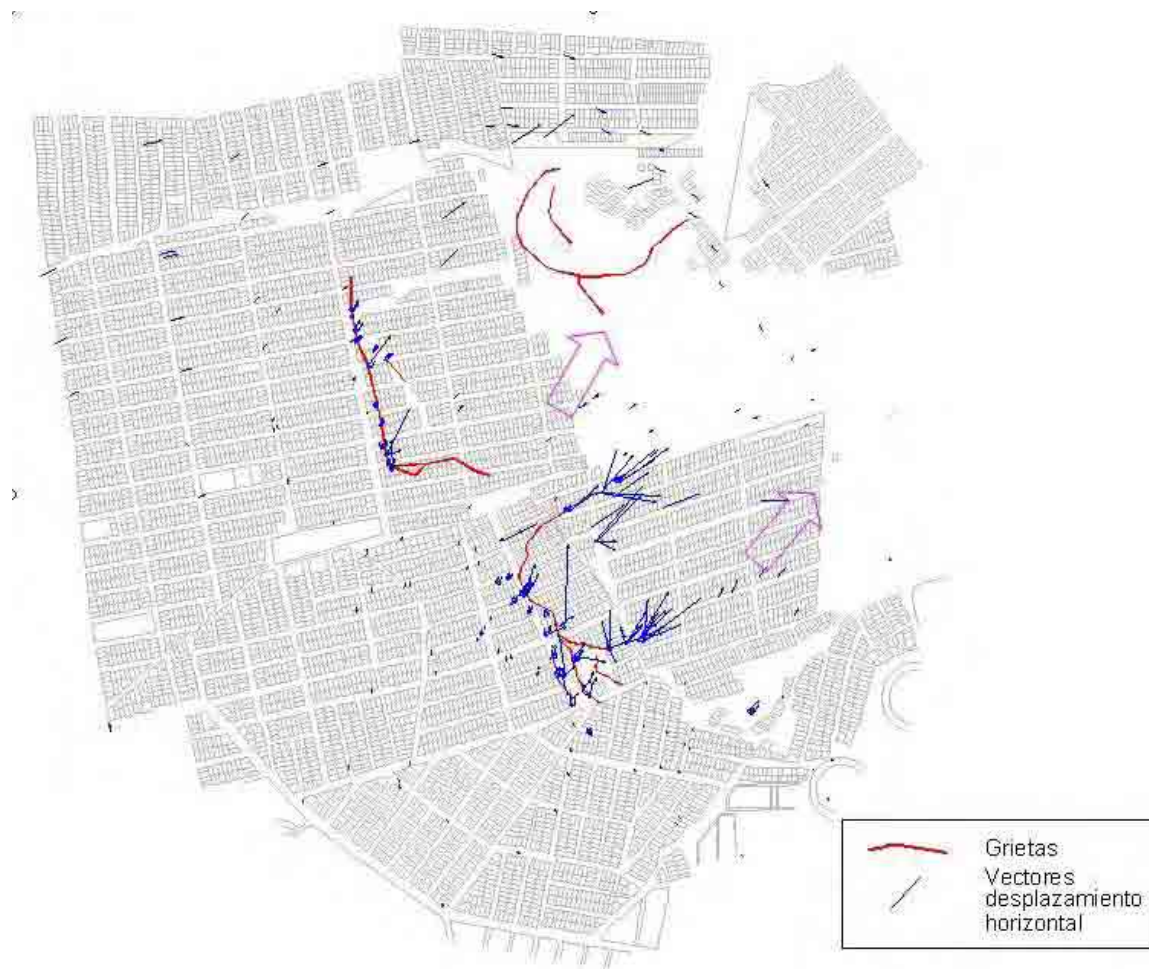


Figura 5-3 Direcciones de los Puntos de Control Topográfico

Vectores de desplazamiento (Modificado de Monitoreo y seguimiento de los deslizamientos activos que afectan el sector Altos de la Estancia, localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.".INGENIERIA Y GEORIESGOS, 2004 por Yokoo en este estudio)

5.3 Resultados de los Levantamientos

No hay personas residentes en el Área de la Fase I del deslizamiento, y el programa en el área de la Fase II está en progreso. Por lo tanto, no se encontrarían daños graves que amenacen las vidas de

las personas en el Deslizamiento. Sin embargo, se encontró una pequeña comunidad viviendo cerca al Deslizamiento, en el área de la Fase III y fuera de las áreas de la Fase I y área de la Fase II. El deslizamiento podría afectar la comunidad circundante a través de su expansión. De aquí en adelante, los lugares afuera de las áreas de las Fase I y II están designadas como “áreas residenciales”. El área residencial incluye el área de la Fase III.

Un levantamiento de campo fue llevado a cabo en tres sectores donde las partes del deslizamiento se podrían aproximar a las áreas residenciales como se muestra en la Figura 5-4. No se encontraron anomalías como grietas o deformaciones en el suelo o estructuras, en tres sectores del área residencial, excepto por el Espino 1. En el Espino 1, se hallaron algunas grietas en una casa ubicada fuera del deslizamiento cerca del levantamiento el cual se produce a través de la compresión en la base del deslizamiento recientemente. Las grietas fueron encontradas en los pisos de basamentos y suelo por algunos miembros de la Familia en 2006.

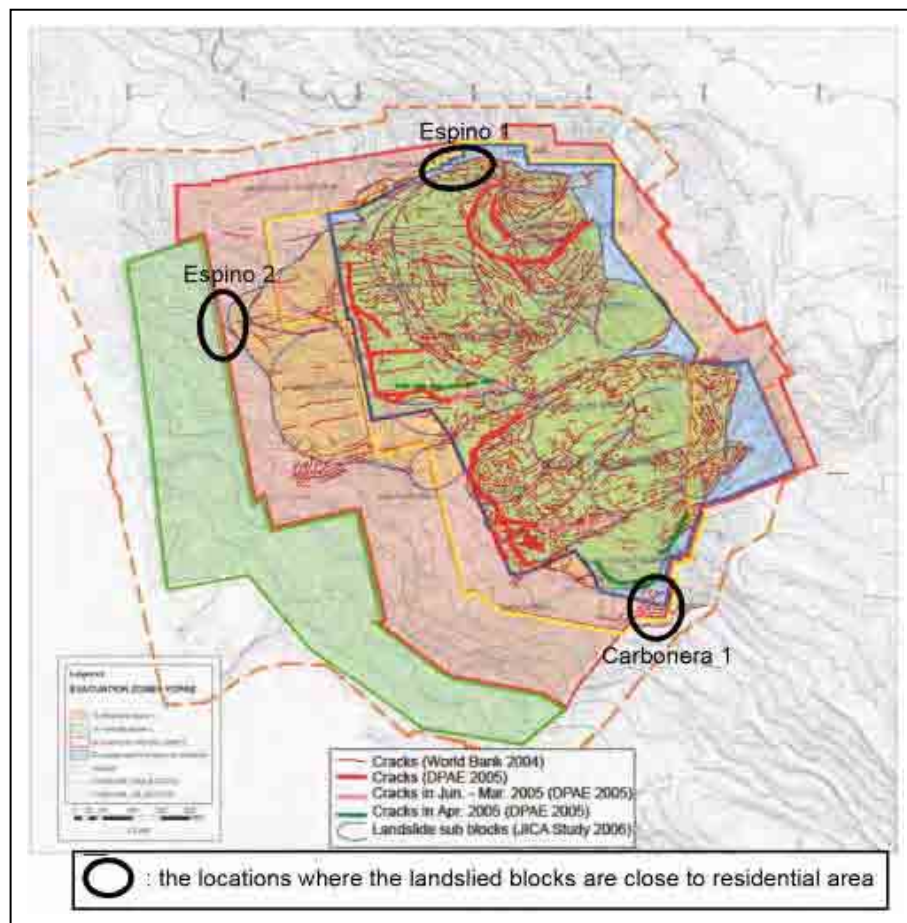


Figura 5-4

Localización de Levantamiento de Puntos

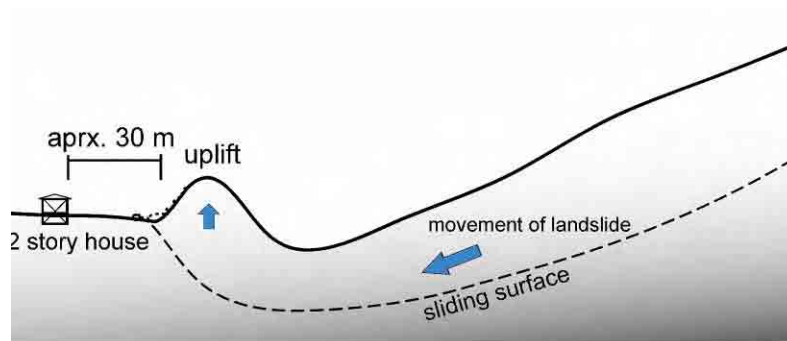


Figura 5-5 Mecanismo Supuesto del levantamiento

Un encuesta fue llevada a cabo con los residentes que viven cerca al límite entre la Fase II y III. Casi todos los residentes se quejaron acerca de la existencia de deformaciones sobre sus casas e inundación en la vecindad durante lluvia fuerte. Sin embargo, una clara evidencia de las influencias del deslizamiento sobre el área residencial no fue encontrada en la encuesta. Los resultados logrados a través de estas encuestas se resumen a continuación.

- Ninguna anomalía pudo ser encontrada en el área residencial (fuera de las áreas de la Fase I y II) consideradas como áreas seguras y que estarían fuera del programa de reubicación.
- No hay peligro de amenaza a la vida de los residentes en el deslizamiento porque el programa de reubicación se está desarrollando y nadie vive en área de amenaza de deslizamiento. No se requiere por tanto sistema de alerta temprana para los residentes.
- El deslizamiento se ha expandido hacia arriba, y su expansión continuaría. No hay garantía de que el área residencial sea segura en el futuro. Por lo tanto, es necesario monitorear la seguridad del área residencial.
- Hay una anomalía en la casa cerca de levantamiento en el Espino 1. Si la anomalía en esa casa depende de la actividad del deslizamiento, el área del deslizamiento debe ser reconsiderada.
- El sistema de drenaje en la Fase III es inadecuado. Para la estabilidad del deslizamiento, es necesario mantener el sistema de drenaje en la Fase III para prevenir el flujo de agua hacia el deslizamiento.

5.4 Mapa de Amenaza

La DPAE procedió con la división del área en tres áreas llamadas Fase I, Fase II y Fase III, con base en información disponible y especialmente con datos del estudio de INGEOMINAS (2003) con el fin de reubicar la población de todas las áreas (Figura 5-1). Un mapa ha sido emitido al público como Mapa de Amenaza. Casi todos los habitantes de la Fase I ya han sido reubicados, y su reubicación en el área de la Fase III está en progreso. El área de la Fase III, es considerada como estable y estando por fuera del plan de reubicación corresponde a la parte alta del talud.

5.5 Plan de Monitoreo

5.5.1 Esquema de los trabajos de Monitoreo

El sistema de alerta temprana usando los dispositivos de monitoreo automático no son requeridos en el Deslizamiento en términos de salvar pérdidas humanas en el área, debido al programa de reubicación existente y a la velocidad del movimiento del deslizamiento.

La instrumentación y monitoreo deben ser aplicados de la siguiente manera para las condiciones del Deslizamiento.

- a. Seguridad del área residencial; esto confirma que la actividad del deslizamiento, no se está aproximando a las áreas residenciales. Este monitoreo debe ser continuo mientras las personas vivan al lado del deslizamiento.
- b. Monitoreo sobre grietas específicas y deformaciones sobre estructuras y en el terreno; esto concierne con los trabajos de monitoreo sobre las grietas o deformaciones del terreno o estructuras cuando éstas sea encontradas. Este monitoreo debe ser aplicado cuando sea que las grietas o deformaciones que sean encontradas en el terreno y la estructura.
- c. Seguridad de los trabajos de construcción; esto tiene que ver con los trabajos de monitoreo para prevenir accidentes durante la construcción. Estos accidentes podrían ocurrir para ambos, trabajadores y residentes de los alrededores. Este monitoreo debe aplicarse en cada uno de los trabajos de construcción, y durante su progreso.
- d. Verificación de la efectividad de los trabajos de estabilización; es necesario para confirmar el efecto de los trabajos de estabilización en la culminación de los trabajos de construcción.

5.5.2 Monitoreo para la Seguridad del Área Residencial

Las áreas residenciales consideradas como seguras donde se garantiza una seguridad con una certeza autorizada, de acuerdo a estudios pasados, deben ser monitoreadas para verificar cualquier cambio en las condiciones de las áreas, ya que hay personas viviendo allí. La estabilidad del talud debe ser confirmada y especialmente durante los trabajos de estabilización. Para pronosticar cualquier inminente peligro de deslizamiento en los alrededores de las áreas residenciales de la manera más temprana posible, y tomar medidas administrativas apropiadas para afrontarlo, el paso más importante a emprender sería la observación llevada a cabo periódicamente por ingenieros. Esto permitiría encontrar anomalías sobre el terreno o las casas en las áreas residenciales que están cerca al Deslizamiento y observar las condiciones del deslizamiento. Luego, se requeriría recolectar la información de los residentes de las casas que son sensibles a los cambios en los alrededores.

El problema del robo y la delincuencia deben ser considerados en el área cuando se provean los instrumentos para el monitoreo. Para un deslizamiento a gran escala, los puntos de monitoreo del levantamiento deben ser sencillos y fáciles de manejar en tanto sea posible. Los puntos de levantamiento deben ser instalados a lo largo de los límites entre el deslizamiento y las áreas residenciales. Si se detecta movimiento en alguno de los puntos, uno debe asumir que el deslizamiento se aproxima al área residencial, entonces, los ingenieros deberán realizar una observación del levantamiento de los puntos, y la frecuencia del monitoreo debe incrementarse.

Inclinómetro y GPS pueden ser utilizados para el monitoreo del movimiento del terreno. Monitoreando los movimientos del terreno usando estos instrumentos, a lo largo del deslizamiento y en las áreas residenciales como se muestra en la Figura 5-6, podremos estimar si el deslizamiento se está aproximando. El Inclinómetro y el GPS deben ser instalados en lugares seguros como secciones e instalaciones privadas.

El extensómetro es útil a la pata del talud para monitorear la expansión de deslizamientos. Generalmente el extensómetro requiere alambre para monitorear la distancia, por lo tanto no es recomendable para esta área. El distanciómetro láser debe ser usado para el área, dado que no requiere ningún cableado entre las viviendas y el deslizamiento.

La Figura 5-6 ilustra el Ejemplo de Instrumentación a lo largo del Deslizamiento y el Áreas Residenciales.

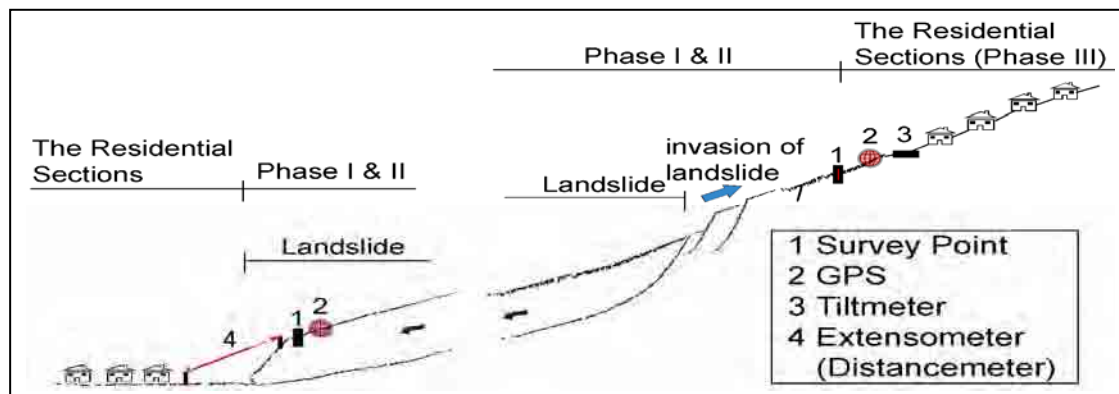


Figura 5-6 Ejemplo de Instrumentación a lo largo del Deslizamiento y el Área Residencial

En el área donde se aproxima el deslizamiento por encima, por los lados y en la pata, un monitoreo intensivo debe realizarse.

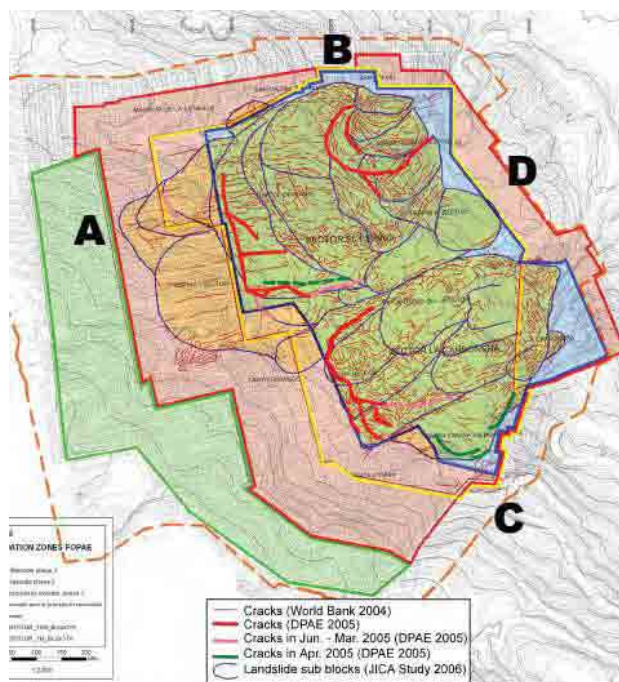


Figura 5-7 Cuatro Lugares Donde los Bloques de Deslizamiento están Cerca al Área Residencial

En el área donde el Deslizamiento se aproxima, un monitoreo intensivo debe realizarse. La Figura 5-7 muestra cuatro lugares donde los bloques deslizados se acercan al área residencial por el crecimiento del Deslizamiento. El lugar "A" puede estar cercano a un peligro de deslizamiento dado que el deslizamiento crece hacia arriba. En los lugares "B" y "C", los lugares deben ser observados debido a grietas que se pueden ver fuera de la masa deslizada. El lugar "D" puede estar en peligro en el futuro, debido a que su ubicación se encuentra a la pata del talud y esta orientada en la dirección del movimiento de deslizamiento. Se debe dar prioridad a las ubicaciones A, B, C y D deben tener prioridad de monitoreo sobre otras áreas, hasta ahora no hay una clara evidencia de situación crítica en el momento.

5.5.3 Monitoreo para Grietas Específicas y Deformaciones sobre Estructuras y en el Terreno

Cuando se encuentren nuevas grietas o deformaciones en el suelo o en las estructuras, éstas deben ser

monitoreadas de manera simple y fácil. En el caso de grietas en el suelo el monitoreo de be hacerse usando extensómetro simple. Hay una gran diferencia de nivel entre ambos lados, un extensómetro será útil. Se debe hacer una verificación para saber si las grietas están aún abiertas o han cesado a través del monitoreo. Las siguientes son explicaciones de Medidores Simples de Grietas y Extensómetros.

Medidor Simple de Grietas; uno de los métodos más simples para determinar un movimiento de deslizamiento es este. Para la instalación este medidor se instaló estacas través de la grieta de tensión a lo largo de la dirección del movimiento de deslizamiento. Una estaca o tablón horizontal es colocado y cortado a través. Luego el tablón horizontal se ancla a las estacas y se mira a través de este. Cualquier movimiento a través de la grieta de tensión puede ser determinada midiendo el espacio de las porciones serradas del tablón.

Extensómetro; el extensómetro es usado para medir el movimiento relativo por comparación de la extensión de dos puntos. Los extensómetros son generalmente instalados a través del escarpe principal, en grietas transversales y crestas transversales cerca a la pata o en la porción del deslizamiento y paralelas a la dirección sospechosa de deslizamiento. Las mediciones deben tener una precisión de 0.2 y la magnitud del movimiento y los datos de precipitación diaria deben ser registrados para establecer la relación entre el movimiento que se puede medir y la tasa de precipitación.

Medidores Simples e Inclinómetros sobre estructuras; cuando una nueva deformación se encuentre en una casa, el propietario deberá monitorear. Las grietas en una casa pueden ser simplemente monitoreadas con un marcador o una regla o por medidas simples. Para el monitoreo sobre una casa deformada, el inclinómetro es también útil.

El establecimiento de un sistema de alerta en el área de estudio fue propuesto en 2005 por la DPAE como se muestra en la Tabla 5-1. Sin embargo, para el concepto básico para monitoreo automático sobre un deslizamiento, no obstante, la detección de un movimiento diferencial puede activar la alerta – por ejemplo, el incremento de la velocidad de movimiento o inclinación del terreno, o la ocurrencia de un nuevo movimiento puede ocurrir en un lugar estable)

Tabla 5-1 Índice de Alerta Propuesto

Ítem	Unidad	Factor de Peso	Categoría de la Alerta			
			Baja	Media	Alta	Critica
Altimetría	mm/día	0.25	< 1.6	1.6 – 3.3	3.3 – 5.0	> 5.0
Inclinómetro	mm/mes	0.15	< 2.0	2.0 – 5.0	5.0 – 10	> 10
Control Estructural	-	0.3	0.25 CGR (< 1.5)	0.5 CGR (1.5 – 2.0)	0.75 CGR (2.0 – 2.4)	1.0 CGR (> 2.4)
Ubicación de la casa con movimiento	-	0.3	0.25 (> 50m)	0.5 (50 – 30m)	0.75 (30 – 10m)	1.0 (10 - 0m)
Índice de alerta		1.0	< 1	1 – 2.3	2.3 – 4.1	> 4.1

(Fuente: Monitoreo y seguimiento a los deslizamientos activos que afectan el sector Altos de La Estancia de la localidad de Ciudad Bogota, 2005)

5.5.4 Monitoreo para la Verificación de la Efectividad de los Trabajos de Estabilización

Los instrumentos usados para los trabajos de estabilización en la verificación de la efectividad de estos trabajos deben ser seleccionados. La DPAE está planeando obras de estabilización en el deslizamiento,

sin embargo, los detalles no han sido confirmados todavía. Los trabajos de estabilización están clasificados en dos categorías principales, llamadas trabajos de reducción de fuerzas de dirección y trabajos para incrementar en fuerzas de resistencia. En el caso de un deslizamiento a gran escala como el Deslizamiento, se le da prioridad, al método para reducir las fuerzas de dirección, ya que, prioritario, el costo de efectividad para deslizamiento de gran escala es normalmente una mejor opción que el método de incrementar la fuerza de resistencia.

- Monitoreo Común

El monitoreo del movimiento del terreno debe ser necesario para confirmar la efectividad de los trabajos de estabilización que son un factor para detener o mitigar las actividades de deslizamiento. El monitoreo debe ser continuo antes y después de la ejecución de los trabajos de estabilización. También es necesario continuar de esta manera en el futuro después de la terminación de los trabajos de construcción para monitorear cualquier re-activación del deslizamiento.

- Monitoreo para las Obras de Control de Agua

Para confirmar la efectividad de los trabajos de control de agua, el monitoreo de agua subterránea es necesario a través del uso de tubos de control expuestos y piezómetros. El monitoreo con pluviómetros dentro o alrededor del deslizamiento debe ser aplicable.

- Monitoreo para los Trabajos para Incrementar la Fuerza de Resistencia, Pilares y Anclajes

Pilares individuales o pilares contiguos son comunes para incrementar las fuerzas de resistencia. El Monitoreo de la deformación de los pilares debe ser aplicado si los trabajos de pilares son empleados en los trabajos de estabilización. Un inclinómetro en el terreno cerca del pilar o detrás de este puede medir el movimiento del pilar. Tensómetros adheridos al pilar de acero o en barras reforzadas al borde del pilar, pueden monitorear el movimiento de este. La profundidad del inclinómetro en el terreno deberá ser más profunda que la del pilar. Si el monitoreo muestra gran movimiento del pilar, este podrá mas adelante estar en riesgo frente a la fuerza del deslizamiento. Los anclajes pueden controlar por medio del monitoreo la fuerza de tensión por medio de un celda cargada en la cabeza del anclaje.

5.5.5 Seguridad de las Obras de Construcción

La mayoría de las obras de construcción para estabilización siguen a las excavaciones y riego, por lo tanto, tales obras pueden activar los factores que generan el deslizamiento. La frecuencia del monitoreo debe incrementarse durante el período de construcción. Un pequeño deslizamiento cerca del sitio de construcción abre la posibilidad de poner en peligro a los trabajadores en el sitio. Para proteger a los trabajadores y el sitio, el área de la construcción debe estar siempre monitoreada por los ingenieros y/o los trabajadores. Si se detectan grietas, deben ser monitoreadas con métodos simples o un extensómetro. Si se encuentra una grieta, se debe verificar usando un medidor de grieta o un extensómetro. En caso de que una grieta se abra, los trabajos de construcción deberán detenerse y observar el área debe ser verificada cuidadosamente.

5.6 Proyecto Piloto

El propósito del monitoreo es verificar si las áreas residenciales para su propia seguridad. Esto tiene que ver solo con las áreas objetivo del monitoreo de la zona residencial (áreas de la Fase III y las áreas afuera del deslizamiento). Ningún monitoreo de deslizamiento es propuesto en las áreas de la Fase I y II, dado que allí no hay casas para proteger en esas áreas de las Fases I y II. Los lugares de monitoreo son los siguientes,

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

5.6.1 Equipo de Monitoreo

Los siguientes cinco tipos de trabajos de monitoreo tienen que ver con los ítems mencionados de aquí en adelante.

- (1) Puntos de levantamiento
- (2) Extensómetros
- (3) Levantamiento de Nivel
- (4) Inclínómetro
- (5) Distanciómetro Láser

La del monitoreo se muestra en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Extensión del Monitoreo

Ubicación	Monitoreo	Ítem	Cantidad
Límite entre el Deslizamiento y el Área Residencial	Levantamiento de Puntos	Puntos de levantamiento	15
		Puntos Fijos (Mojones)	5
Fase II	Medición de Grietas	Extensómetros	3
		Estacas (4 estacas por 1 juego)	3 juegos
Levantamiento y Casa Deformada	Levantamiento de Nivel	Puntos de Levantamiento	3
	Inclínómetro	Sensor	1
		Logger	1
	Distanciómetro	Distanciómetro Láser	1
		Placas Objetivo	2

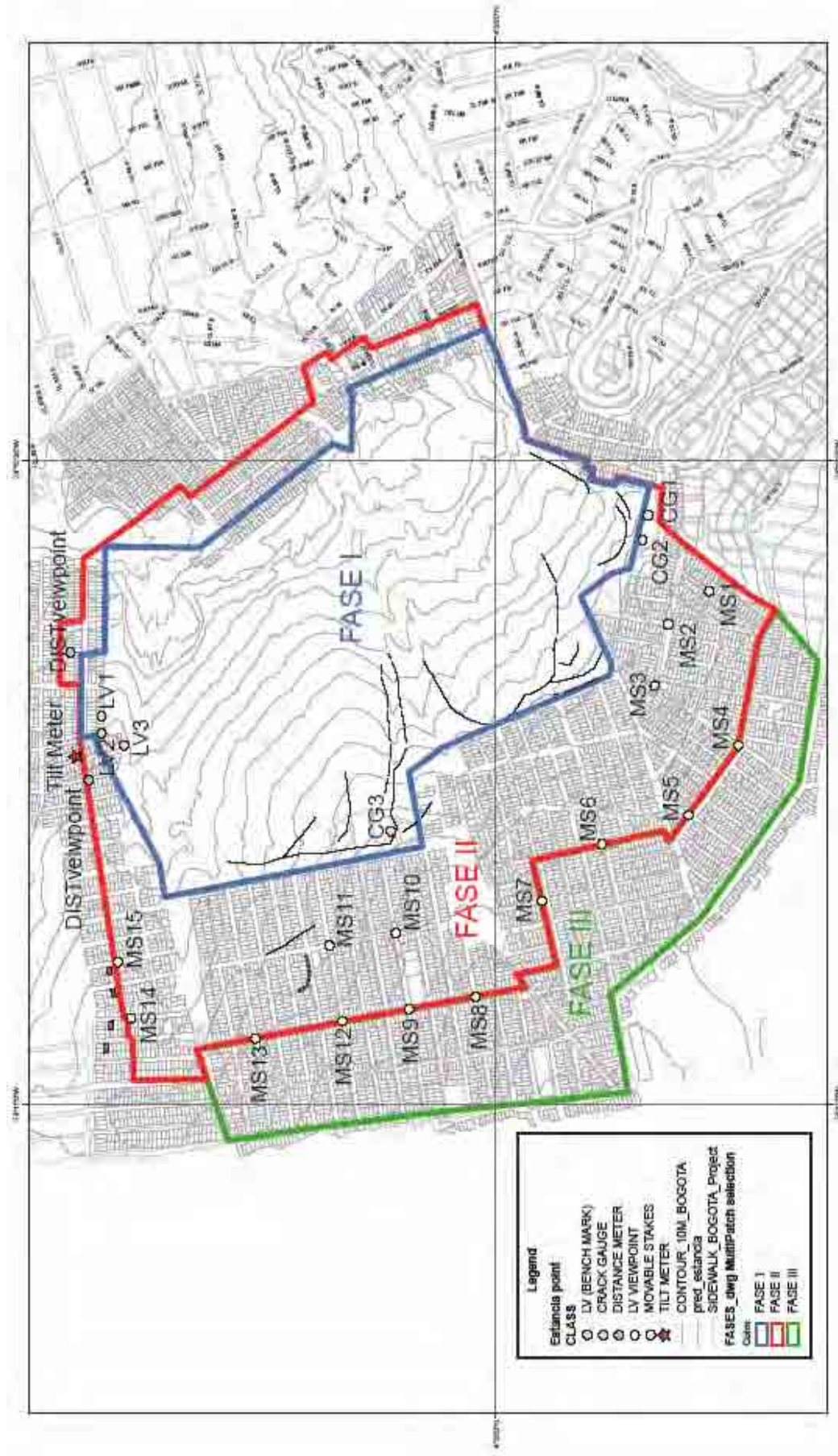


Figura 5-8

Ubicación de los Puntos de Levantamiento y Otros Equipos de Monitoreo

5.6.2 Puntos de Instalación de Equipos de Monitoreo

(1) Límite entre el área residencial y el Deslizamiento por Levantamiento de Puntos

Los puntos de levantamiento fueron instalados a lo largo del límite entre el área residencial y el Deslizamiento para confirmar si las áreas seguras permanecen seguras. Un total de 15 puntos de levantamiento fueron instalados y 5 puntos fijos como mojones. Realmente los puntos de levantamiento hechos en concreto y barras de acero fueron instalados para evitar su remoción.

(2) Área Fase II por Medición de Grietas

El movimiento de las grietas monitoreado por extensómetros simples puede resumirse en gráficas, que muestran relación en tiempo y movimiento. Las gráficas pueden mostrar el movimiento de la cabeza de los bloques del deslizamiento, y luego la velocidad del movimiento de deslizamiento puede ser estimado. Se instalaron vallas en los extensómetros para explicar la importancia y significado del monitoreo a la gente residente.

Los extensómetros instalados en el sitio eran más grandes y fuertes que los instalados normalmente en Japón, sin embargo fueron destruidos. Aunque algunos de ellos fueron destruidos por las personas después de la instalación en el sitio y fueron substituidos con estacas.

(3) Monitoreo para la Casa con Inclínómetro, distanciómetro láser y levantamiento de nivel

Los siguientes equipos fueron instalados dentro y alrededor de la casa localizados a 30m de distancia del levantamiento para monitorear el lento progreso de inclinación de la casa y el lento movimiento del levantamiento.

- a. Inclínómetro en la parte baja de la casa
- b. Distanciómetro Láser para monitorear la distancia entre la casa y el levantamiento
- c. Logger conectado al inclinómetro en la casa
- d. Puntos de levantamiento de nivel para monitorear el incremento del levantamiento

Inclinómetro

Si el inclinómetro instalado en la casa muestra que la casa se inclina, esto significa que el deslizamiento puede afectar la casa. La influencia del deslizamiento debe ser analizado comparando con el resultado del distanciómetro. Si se encuentra que el deslizamiento es inminente a la casa, la casa debe ser reubicada.

Para monitorear la inclinación de la casa, un inclinómetro automático es instalado con un colector de datos sobre la pared de la parte basal en la casa.

Distanciómetro

En el caso de que la distancia entre el levantamiento y la casa sea corta, el deslizamiento puede estar aproximando a la casa, y la extensión del área Fase II debe ser discutida. Un distanciómetro láser portátil es empleado para el monitoreo del levantamiento de nivel.

Levantamiento de Nivel

El levantamiento de nivel es emprendido para monitorear el incremento del levantamiento. Los resultados son analizados con otro monitoreo como el del distanciómetro y el inclinómetro.

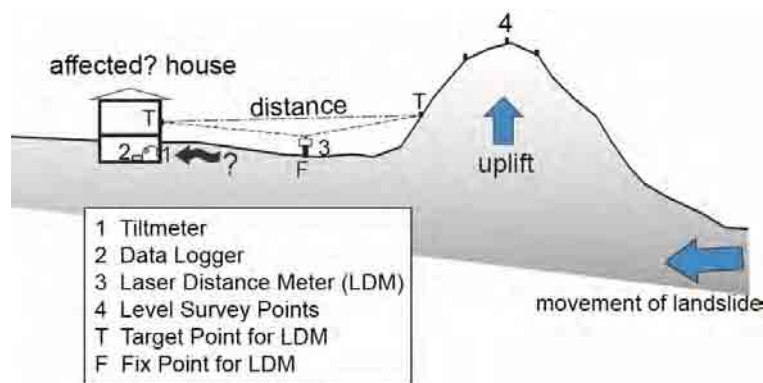


Figura 5-9 Equipos de Monitoreo para la Casa

Tabla 5-3 Monitoreo de la Casa por el inclinómetro, distanciómetro láser y levantamiento de nivel

Equipo	Cantidad	Propósito y Especificación
Inclinómetro	1	Monitoreo automático, para monitorear la deformación de la casa (ubicación: piso basal de la casa)
Colector de Datos	1	Para ser conectado el inclinómetro para almacenar los datos Rango Estándar: $\pm 10^\circ$ o más preciso, Sensitividad: ± 10 arc segundos o más preciso, y Un colector de datos de tipo canal simple fue empleado para coleccionar los datos del inclinómetro. Las especificaciones de los inclinómetros son como siguen; Disponible para cambiar cualquier intervalo de medida (seleccionable cada 1 seg., 1 min., 1 HR, 1 día), Memoria de Datos: más de 1,000 datos
Distanciómetro	1	Dos (2) placas blanco para el distanciómetro láser fueron instalados en el terreno del levantamiento Distancia Máxima para medir: 100 m o más lejos, Precisión de Medida: ± 1.5 mm (arriba de 30 m en distancia), Precisión del sensor de inclinación al rayo: $\pm 0.15^\circ$, a la casa 0.3°
Levantamiento de Nivel	3 puntos	Para monitorear el incremento del levantamiento

5.6.3 Resultados

Ningún movimiento significativo se ha visto en todo el monitoreo durante el proyecto piloto.

CAPITULO 6 INUNDACIÓN

6.1 En el Área de Estudio

Todas las cuencas de las quebradas objeto del estudio en Bogotá están localizadas en la cuenca del río Tunjuelo. El Río Tunjuelo, que es un tributario del Río Bogotá está localizado en la parte sur del Distrito Metropolitano de Bogotá. Las quebradas objetivo son las quebradas Chiguaza, Santa Librada, Yomasa y las quebradas La Estrella Trompeta. (Figura 6-1).

Ciudad	Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana para Inundaciones		
	Quebrada/Río	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río principal (Km.)
Bogotá	Quebrada Chiguaza	18.9	7.0
	Quebrada Santa Librada	5.5	5.0
	Quebrada Yomasa	15.4	5.0
	Quebrada La Estrella-Trompeta	8.3	1.5

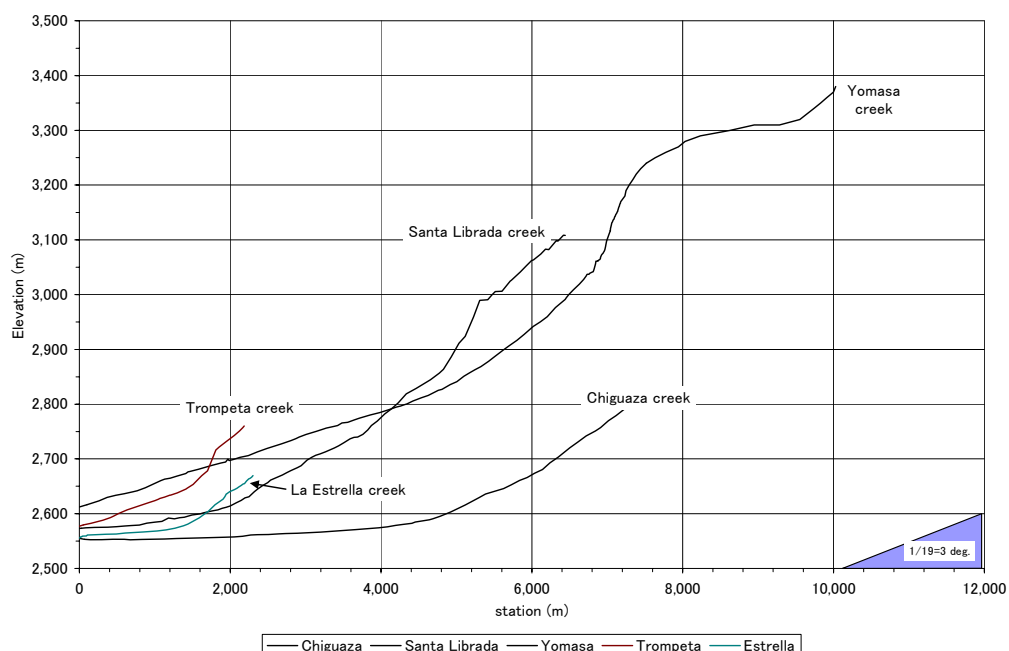


Figura 6-1 Perfiles longitudinales de las quebradas objetivo en Bogotá

La intensidad, duración y frecuencia de la lluvia son definidas por la EAAB para el área de Bogotá. La Tabla 6-1 es la Zona 7 en Bogotá.

Tabla 6-1 Intensidad, Duración y Frecuencia de la Lluvia (Zona 7)

Período de retorno	5min	10 min.	15 min.	30 min.	60 min.	120min	180 min.	240min
3yr	89.8	56.9	43.6	27.6	17.5	11.1	8.5	7.0
5yr	109.9	69.4	53.0	33.5	21.1	13.3	10.2	8.4
10yr	169.7	90.4	66.2	40.4	25.3	16.1	12.3	10.2
25yr	154.4	102.0	79.0	50.2	31.6	19.8	15.0	12.4
50yr	-	146.2	96.1	55.2	34.2	21.9	17.0	14.2
100yr	-	164.0	107.7	61.7	38.3	24.5	19.0	15.9

6.2 Inundaciones Pasadas

6.2.1 General

El Equipo de Estudio se encargó de una encuesta en el Área de Estudio para inundaciones. De acuerdo a los resultados obtenidos el siguiente fenómeno de inundación puede ser observado en el área de estudio:

- Inundación prolongada por niveles altos de agua en el Río Tunjuelo
- Desbordamiento de la quebrada principal (con o sin escombros)
- Desbordamiento del sistema local de drenaje y reflujo de aguas a través del alcantarillado

La inundación prolongada por niveles de agua altos en el Río Tunjuelo podría ser mitigada por la terminación del embalse Cantarrana (EAAB).

El desbordamiento del drenaje local o reflujo de aguas a través del alcantarillado es un fenómeno local y el daño es limitado. Y son causados principalmente por el depósito de basuras y una capacidad pequeña del canal. Esta inundación no tiene que ver con el Estudio.

El problema de inundación restante tiene que ver con el desbordamiento desde la quebrada principal en el Área de Estudio. Este tipo de inundación frecuentemente ocurre en la parte media y alta de la Quebrada Chiguaza. En las otras quebradas, los resultados de la encuesta no mostraron ningún daño significativos.

6.2.2 Inundación en Mayo 19, 1994

En la cuenca de la quebrada Chiguaza, se dijo en una encuesta en el barrio Quindío se dijo que esta es una clase de avenida torrencial que sucedió en el pasado en el barrio, la avenida torrencial fue de 30m de ancho y duró 3 horas. El fenómeno más significativo en el evento de 1994 fue la desviación desde del puente en la antigua vía “Villavicencio”. El flujo de escombros cayó al barrio Altamira, fluyendo por las calles entre las cuerdas. El área aguas abajo del Barrio Altamira sufrió del daño de flujo de escombros solo en la quebrada y en el límite ribereño.

El periódico local “El Tiempo” en un artículo de fecha Mayo 23, 1994 escribió que 4 personas murieron, 15 personas desaparecieron y 830 personas fueron afectadas.

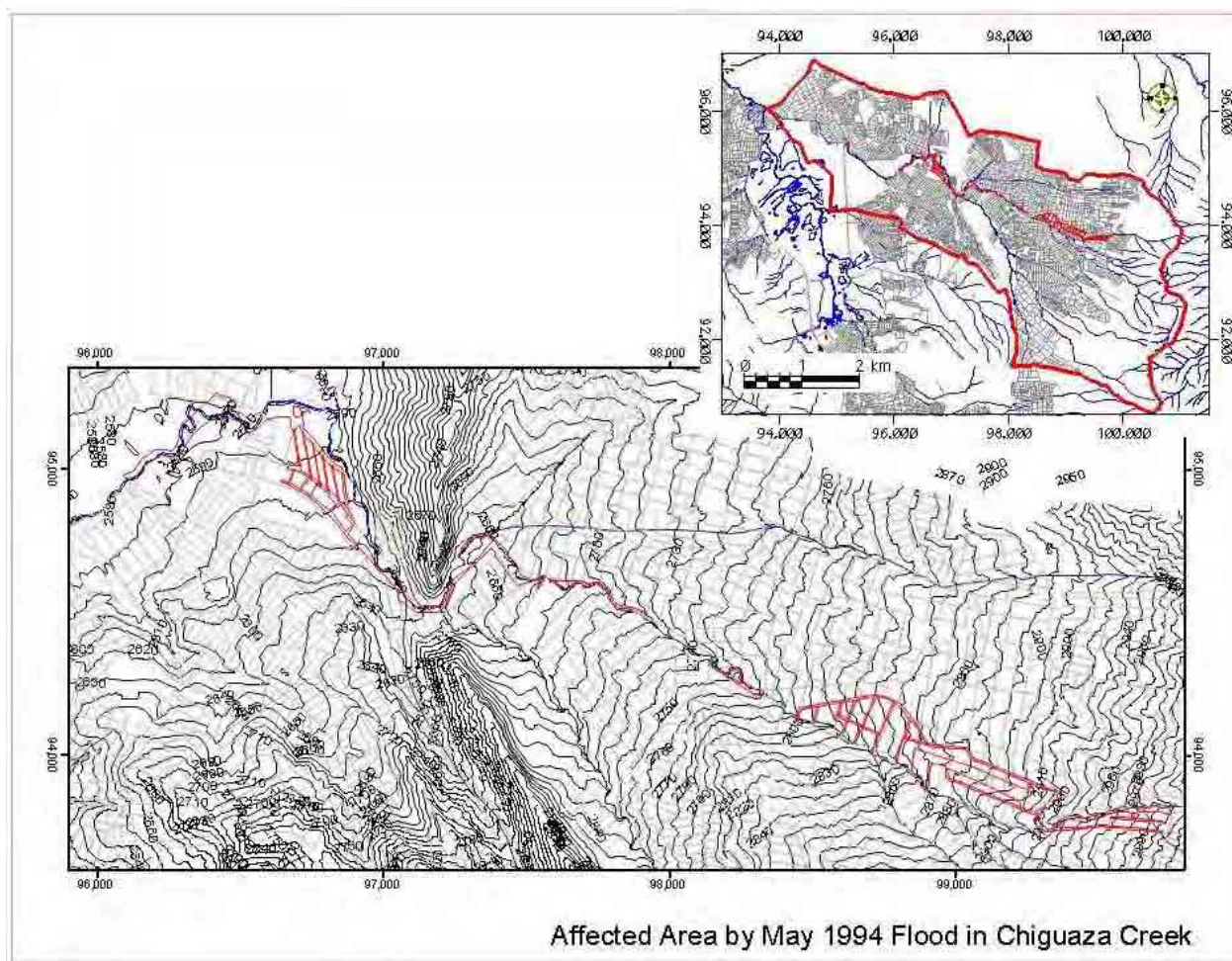


Figura 6-2 Área afectada en Mayo 19 de 1994 Inundación en la quebrada Chiguaza

6.2.3 Inundación en Mayo 31, 2002

La inundación en la quebrada Chiguaza en Mayo de 2002 puede ser considerada como uno de los principales desastres por inundación en los últimos años. El área cerca de la confluencia del río Tunjuelo fue seriamente afectada por la inundación. Ha sido reportado dijo que el alto nivel del agua del río Tunjuelo fue la causa principal de la inundación.

La máxima intensidad fue de 22.4 mm por 15 minutos al Mediodía de mayo 30 de 2002.

La Figura 6-3 muestra las cotas de inundación a lo largo de la Chiguaza y el Río Tunjuelo junto con el perfil longitudinal de la quebrada Chiguaza y el Río Tunjuelo, de acuerdo con la encuesta realizada por el Equipo de Estudio. Las cotas de inundación fueron asumidas como la elevación de la tierra de un contorno de línea 2m más la profundidad de inundación encuestada. Las profundidades de inundación son mayores a 2m en algunos puntos sobre la elevación de la tierra del banco derecho.

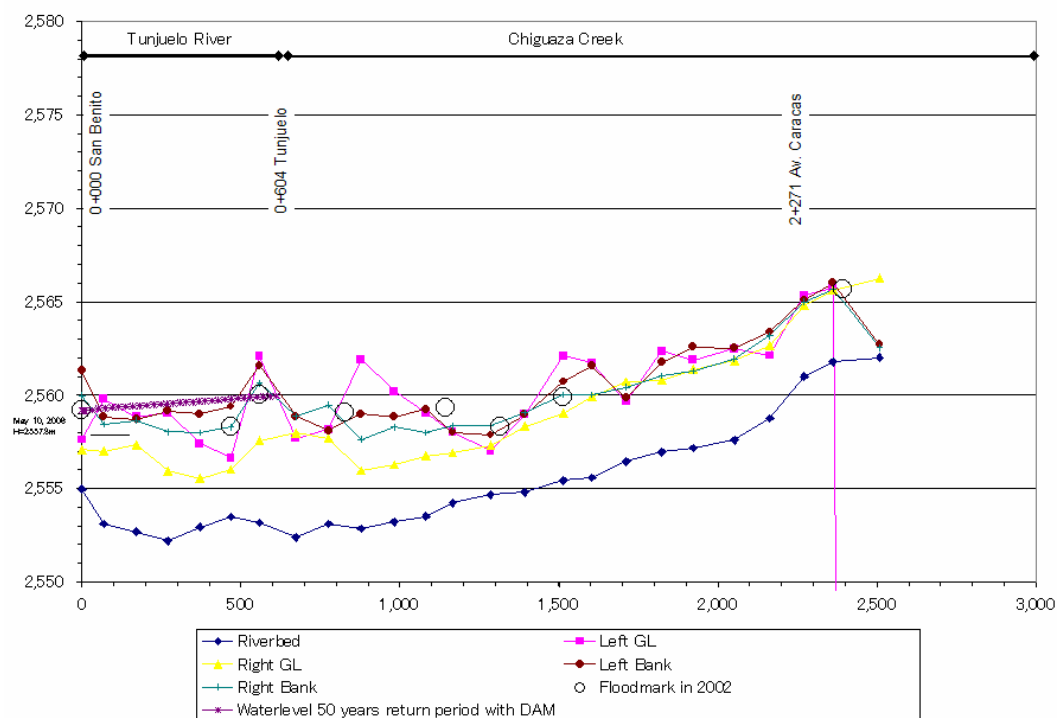


Figura 6-3 Cota de la Inundación de Mayo 2002 en el Río Tunjuelo y la Quebrada Chigüaza

Efecto del Embalse Cantarrana

Después de la inundación de Mayo 2002, la inundación del río Tunjuelo está controlada por el Embalse Cantarrana. De acuerdo a la información de la EAAB, el embalse Cantarrana pudo cortar 88 m³/s para un periodo de retorno de 100 años. La descarga de 88 m³/s corresponde a la reducción de nivel de agua de 1.7m. La marca de inundación en mayo de 2002 fue 2,559.2m en San Benito. Si en el presente la misma inundación ocurriera en el río Tunjuelo, el nivel de agua en San Benito sería 2,557.5m que es menor que la elevación existente en el banco derecho.

6.3 Sistema de Monitoreo Existente

6.3.1 Sistema de Monitoreo de DPAE

En la cuenca del río Tunjuelo, DPAE ya ha establecido un sistema de monitoreo de inundación al igual que un sistema de alerta temprana usando una combinación de sistema telemétrico y el sistema de monitoreo manual. La Figura 6-4 muestra la página Web de DPAE del Sistema de Monitoreo del Río Tunjuelo, en la cual el límite del Área de Estudio y la escala fueron agregadas por el Equipo de Estudio como referencia.

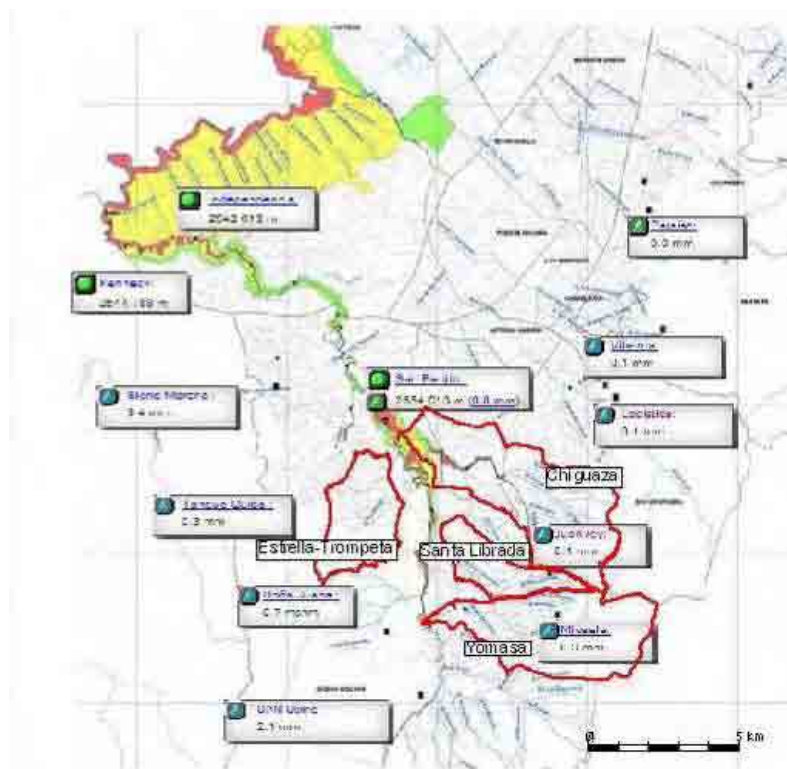


Figura 6-4 Sistema de Monitoreo existente en DPAE

6.3.2 Estaciones de Monitoreo de otras Organizaciones

Hay estaciones de lluvia y nivel de agua dentro y alrededor el Área de Estudio de DPAE, IDEAM, CAR y EAAB. El propósito de cada organización con respecto al monitoreo hidrológico es diferente. Las estaciones del IDEAM son para monitoreo del clima desde un punto de vista a nivel nacional. Las estaciones de la CAR son previstas para monitoreo ambiental, y las estaciones de la EAAB tienen que ver con el potencial suministro de agua y planeación de drenaje. Con respecto al propósito de alerta temprana para inundaciones, solo DPAE tiene estaciones hidrológicas teniendo como objetivo la cuenca del río Tunjuelo.

Los datos de las estaciones de monitoreo aparte de las de DPAE fueron usados para evaluación hidrológica en el Estudio. Solo las estaciones de DPAE fueron consideradas en el monitoreo y en la planeación de alerta temprana en el Área de Estudio.

El sistema actual de DPAE presentado previamente está establecido para el curso principal del Río Tunjuelo como el área objetivo. Para el área propensa a inundación dentro del Área de Estudio, deben ser establecidos más puntos de monitoreo considerando el fenómeno local de inundación dentro del Área de Estudio.

6.4 Análisis de Inundación y Mapeo

6.4.1 Modelamiento hidrológico

La EAAB ha definido un grupo de curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) dentro y alrededor del Área de Estudio. En Bogotá, las cuencas de las quebradas Chiguaza, Santa Librada y Yomasa pertenecen a la Zona 7, mientras que las quebradas La Estrella y Trompeta pertenecen a la Zona 4. La lluvia de 60 minutos para un periodo de retorno de 100 años de la Zona 4 y la Zona 7 son solo 42.0 mm y 38.3 mm respectivamente.

Ya que, dentro del Área de Estudio en Bogotá, el tamaño de la cuenca de la quebrada es pequeño y la pendiente del lecho del río es muy empinada (sin función de almacenamiento), y también algunos

estudios previos de la EAAB han usado un método racional, que es el método más apropiado para las cuatro (4) cuencas de las quebradas.

6.4.2 Capacidad de Flujo del canal

La Figura 6-5 muestra el perfil de la capacidad de la quebrada (bancos izquierdo y derecho) comparándolo con la distribución de descarga probable. A través de esta figura, podemos ver los puntos críticos a lo largo de la quebrada. Afortunadamente la quebrada Chiguaza tiene una capacidad de flujo alta, porque la sección Los Puentes, aguas abajo, tiene por lo menos una capacidad de periodo de retorno de 10 años asumiendo la descarga pico en Los Puentes es considerada río abajo como un lado seguro. La quebrada presenta estructuras que cruzan tales como puente y culvert. La Figura 6-5 también indica la capacidad de las principales estructuras que cruzan asumiendo que no haya sedimentación. Estas estructuras tienen una capacidad suficiente, sin embargo, la obstrucción debido a la sedimentación y las basuras es muy probable que suceda. En este sentido, los puntos críticos están seleccionados como se muestra en la Tabla 6-2.

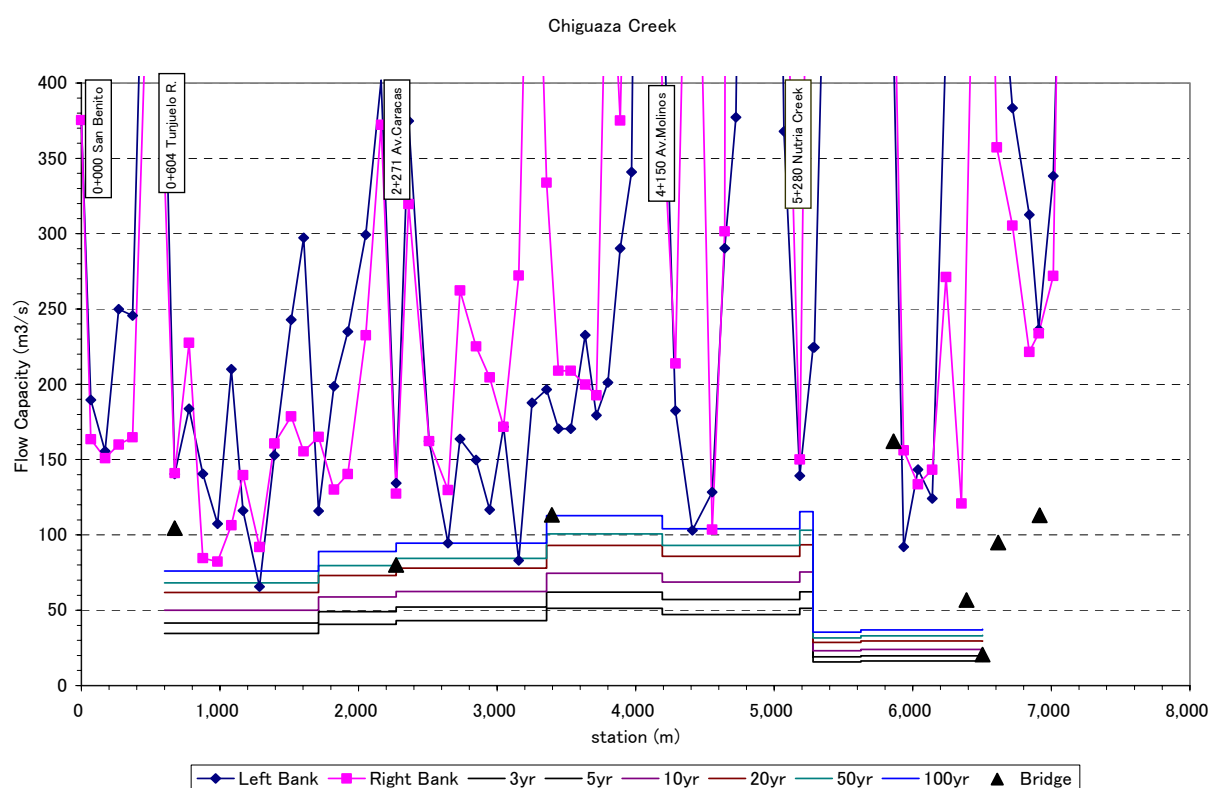


Figura 6-5 Capacidad del Canal y Probable Descarga de la Quebrada Chiguaza

Tabla 6-2 Punto Crítico en la Quebrada Chiguaza

Nombre Área	Estación	Fenómeno Anticipado	Observaciones
Avenida Caracas	2+271	Cuando la sedimentación procede en lado aguas arriba, podría suceder el desbordamiento hacia los alrededores.	Debe ser hecha la remoción de sedimentos aguas arriba del Puente.
Molinos II (Conjunto residencial)	4+723	Topografía de cima de abanico. El desbordamiento debido al obstáculo podría esparcirse hacia el banco izquierdo.	
Los Puentes (Nutria confluencia aguas arriba)	5+450	En términos de alineamiento de la quebrada, el flujo de aguas arriba de la Chiguaza podría golpear el lado del banco derecho.	

Nombre Área	Estación	Fenómeno Anticipado	Observaciones
CRA3 Este	6+388	Cuando la sedimentación procede del lado aguas arriba, el desbordamiento podría suceder hacia el lado del banco izquierdo.	Mantenimiento del Puente del lado aguas arriba.
(CRA 3B Este)	6+504	Tubo de culvert pequeño, el desbordamiento podría suceder hacia los alrededores.	Mantenimiento del Puente del lado aguas arriba.
La Gloria (CRA 6A Este)	6+916	Cuando la sedimentación procede en el lado aguas arriba, el desbordamiento podría suceder hacia el banco izquierdo.	El Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.
Avenida Villavicencio	0+109 (Zuque)	Cuando la sedimentación procede del lado aguas arriba, el desbordamiento podría suceder hacia el lado del banco izquierdo.	El Mantenimiento del puente del lado aguas arriba.

6.4.3 Mapeo de Inundación

Para la quebrada Chiguaza se realizó el mapeo del área de inundación para un periodo de retorno de 10 y 25 años (Ver el Libro de Datos 1). El área de inundación está limitada en el extremo más aguas abajo como se puede ver en la Figura 6-5.

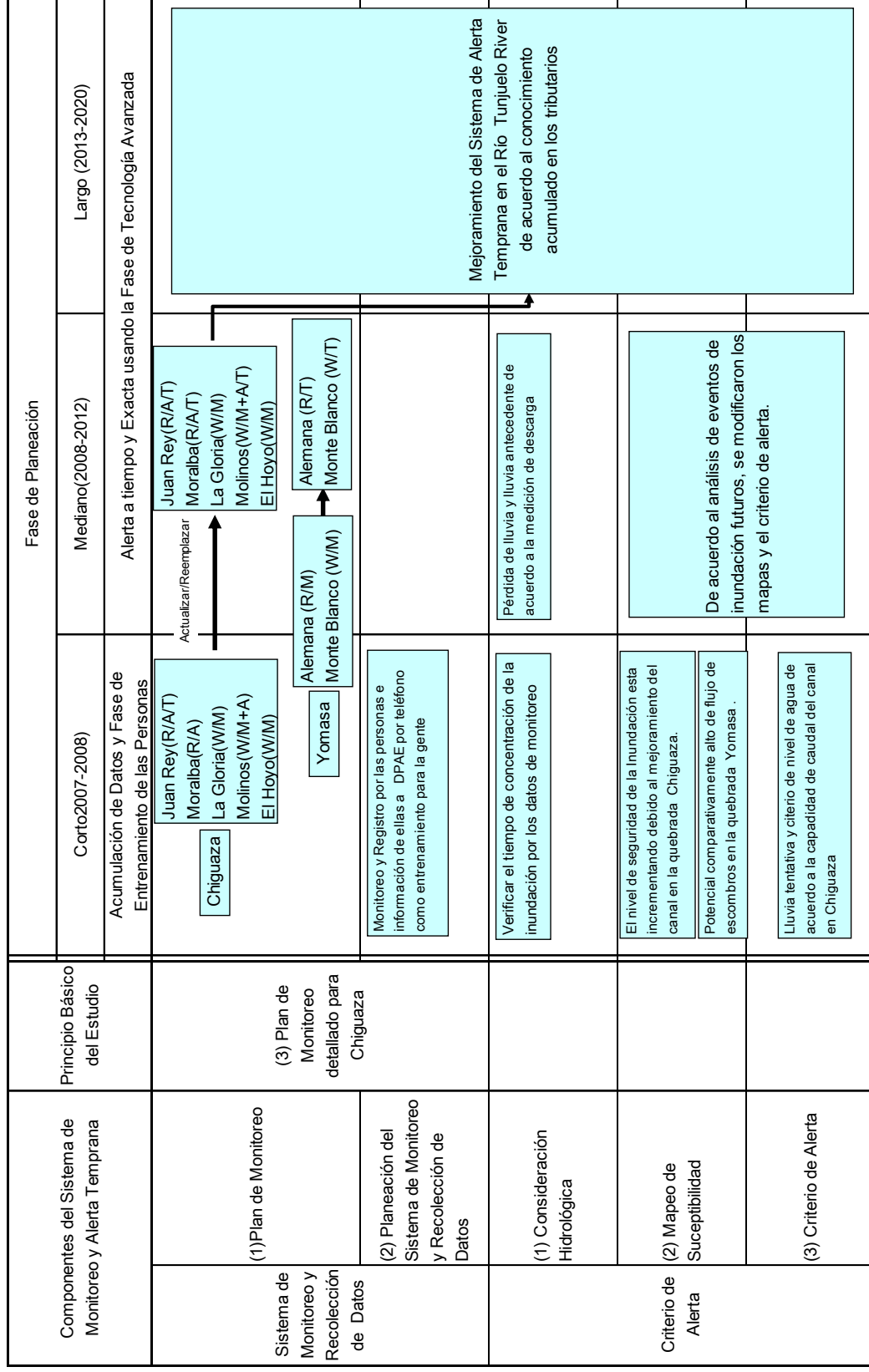
Al presente, el extremo más bajo aguas debajo del tramo de la Chiguaza (Ave. Caracas río abajo) está siendo mejorado por la EAAB. La capacidad del canal está estimada en 127 m³/s, por tanto el nivel de seguridad aumentará posteriormente.

6.5 Monitoreo y Plan de Alerta Temprana

6.5.1 General

El plan de Monitoreo y Alerta Temprana para Bogotá incluye dos (2) componentes; Ellos son (1) el Plan del Sistema de Recolección de Datos y Monitoreo y (2) Criterio de Alerta. El Criterio de Alerta. El criterio de alerta incluye la consideración hidrológica, el mapeo de susceptibilidad.

La Figura 6-6 presenta el bosquejo del plan de alerta temprana y monitoreo propuesto para Bogotá. Los contenidos de cada componente y fase están explicados en la Sección 6.5.2



Observaciones: "R" : Lluvia, "W" : Nivel de Agua "M" : Monitoreo Manual , "A" : Monitoreo Automatico Registro, "T" : Sistema Telemétrico

Figura 6-6 Bosquejo del Plan de Alerta Temprana y Monitoreo

6.5.2 Condiciones Básicas y Principio de Planeación

El área objetivo del plan es el área de estudio en Bogotá incluyendo la captación de la quebrada Chiguaza, la captación de la quebrada Santa Librada, la captación de la quebrada Yomasa, y la captación de la quebrada La Estrella Trompeta.

El plan mencionado arriba fue preparado a corto, mediano y largo plazo. El año previsto para el plan es 2020, asumiendo que la implementación del plan comienza en el 2007 catorce (14) años se requerirían para completarlo. La razón para iniciar dicho plan en 2007 es que el (los) proyecto (s) piloto en este estudio serán asumidos como parte del plan propuesto.

Tabla 6-3 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	Esta es una extensión para el plan a corto plazo para asegurar más las quebradas objetivo.
Largo	2013-2020	Este es un sistema totalmente avanzado basado en la experiencia de los planes a corto y mediano plazo.

Para lograr los anteriores objetivos, el Equipo de Estudio propuso los siguientes puntos básicos para la planeación.

- El propósito del plan propuesto es prevenir, en un futuro cercano el mismo daño de inundación a las personas en el área afectada previamente, o que mitiguen cualquier daño futuro a través del plan.
- De esta manera, como herramienta para los objetivos mencionados arriba el monitoreo de las condiciones hidro-meteorológicas por medio de equipos y la preparación del sistema de alerta temprana basado en la información monitoreada es requerido.
- Por lo tanto, la gente que debe evacuar en un evento de inundación debe entender el significado del sistema de alerta temprana y tomar las acciones necesarias. En este caso, a menos que la gente entienda la importancia del sistema y haga uso del sistema efectivamente, cualquier equipo costoso para el monitoreo y la alerta temprana sería insignificante.
- En el contexto anterior, el Equipo de Estudio ha estudiado y discutido qué hacer primero en Bogotá para lograr los propósitos del estudio, mientras que cree que la instalación del equipo de monitoreo en el área de estudio es solo una herramienta.

6.5.3 Sistema de Recolección de datos y Monitoreo

(1) El área objeto para un Plan de Monitoreo Total con Prioridad

Entre las cuatro (4) quebradas objeto del Área de Estudio, el desastre de inundación que causó víctimas sucedió en la cuenca de la Chiguaza en Mayo de 1994. De acuerdo a los artículos de periódico que relataron la Inundación de Mayo 1994, cuatro (4) personas murieron por la inundación. Esta es considerada como una de las inundaciones más graves en los registros del Área de Estudio. En las otras quebradas concernientes con el Área de Estudio, tales inundaciones graves no pudieron ser confirmadas por el Equipo de Estudio. Esta es una de las razones principales por las cuales la cuenca de la quebrada Chiguaza fue seleccionada como área de proyecto piloto.

Como primer paso, este fenómeno de inundación ha de ser establecido como base de la planeación del sistema de alerta temprana.

La Inundación de Mayo 1994 en la cuenca de la Chiguaza puede caracterizarse por el movimiento de materiales depositados en el lecho del río en la quebrada Zuque la cual está localizada en la parte más alta aguas arriba de la Chiguaza, el desbordamiento de sedimento a la calle a lo largo del lado derecho de la Chiguaza, debido a la capacidad pequeña del culvert que cruza la Carretera Oriente. También en la mitad del tramo, un desbordamiento de agua tomó lugar en la calle a lo largo del lado izquierdo de la Chiguaza.

En el caso de la Chiguaza, el fenómeno de inundación puede ser clasificado en tres (3) de acuerdo a la pendiente del lecho del río.

Para el área aguas arriba de los Puentes, primero que todo, la medición de lluvia especialmente para la lluvia de corta duración deben ser realizada. En el área de la parte alta, actualmente está la estación Juan Rey (DPAE y EAAB) sin embargo está lejos de la quebrada Zuque donde en Mayo de 1994 sucedió la Inundación. Para monitorear la lluvia cerca de la quebrada Zuque, es necesaria otra estación de lluvia. En este contexto, el área llamada Quindío fue seleccionada como un área candidata.

Como se mencionó en el 6.5.2 (3), las personas que sufrieron de las inundaciones pasadas deben participar de las mediciones hidro-meteorológicas de modo que ellas puedan entender la importancia y el significado del equipo de monitoreo. Así, a lo largo de la Quebrada Chiguaza fueron consideradas algunas ubicaciones candidatas para el monitoreo manual de nivel de agua.

También para asegurar un sistema más exacto de alerta temprana en la Chiguaza, es necesario acumular no solo los datos de lluvia sino también las mediciones de nivel de agua para acumular el juego de datos continuos de lluvia y nivel de agua. Ya que, en la Chiguaza no hay estaciones de nivel de agua automáticas en este momento, se consideraron algunas locaciones candidatas para monitoreo de nivel de agua en la medida que la ubicación no está afectada por el reflujo de aguas del Río Tunjuelo.

Adicionalmente, los asuntos de seguridad que aseguran el mantenimiento estable y la protección de robo se consideraron.

Tabla 6-4 Lista de Estaciones a ser monitoreadas por DPAE (Corto plazo)

Quebrada	Información	Estación de Monitoreo	Existente o nueva	Propósitos
Chiguaza	Lluvia	Juan Rey (DPAE telemétrica)	Existentes	La estación suspendida actualmente debe ser re-iniciada tan pronto como sea posible.
		Moralba en la parte alta (tipo automático con un pequeño monitor)	Nueva	Para complementar los datos de la estación de Juan Rey, han de ser instaladas estaciones de tipo automáticas, en la parte alta de Chiguaza (Por ejemplo la quebrada Zuque) Para permitir a las personas observar los datos a tiempo, el equipo debe tener una pantalla pequeña.
Chiguaza	Nivel de Agua	El Hoyo (estación de DPAE en un puente antes de la confluencia de la Chiguaza hacia el Río Tunjuelo)	Existente	Para analizar la respuesta para la descarga de la quebrada Chiguaza en el evento de tormenta en la cuenca de la Chiguaza.
		Mollinos en el puente de la Chiguaza aguas abajo.	Nueva	Para analizar la respuesta para la descarga de la quebrada Chiguaza en el evento de tormenta en la cuenca de la Chiguaza. Para preparar la curva de relación de descarga y nivel de agua, la lluvia y la relación de escorrentía serán estudiadas también la emisión de la alerta a la parte baja basándose en el nivel de agua monitoreado.
		La Gloria (área afectada a lo largo de la parte alta Chiguaza)	Nueva	Permitir a la gente entender la importancia y el significado real de los datos hidrológicos, primero ellos deben ser entrenados en observar los datos hidrológicos así como la lectura de los limnómetros por ellos mismos.

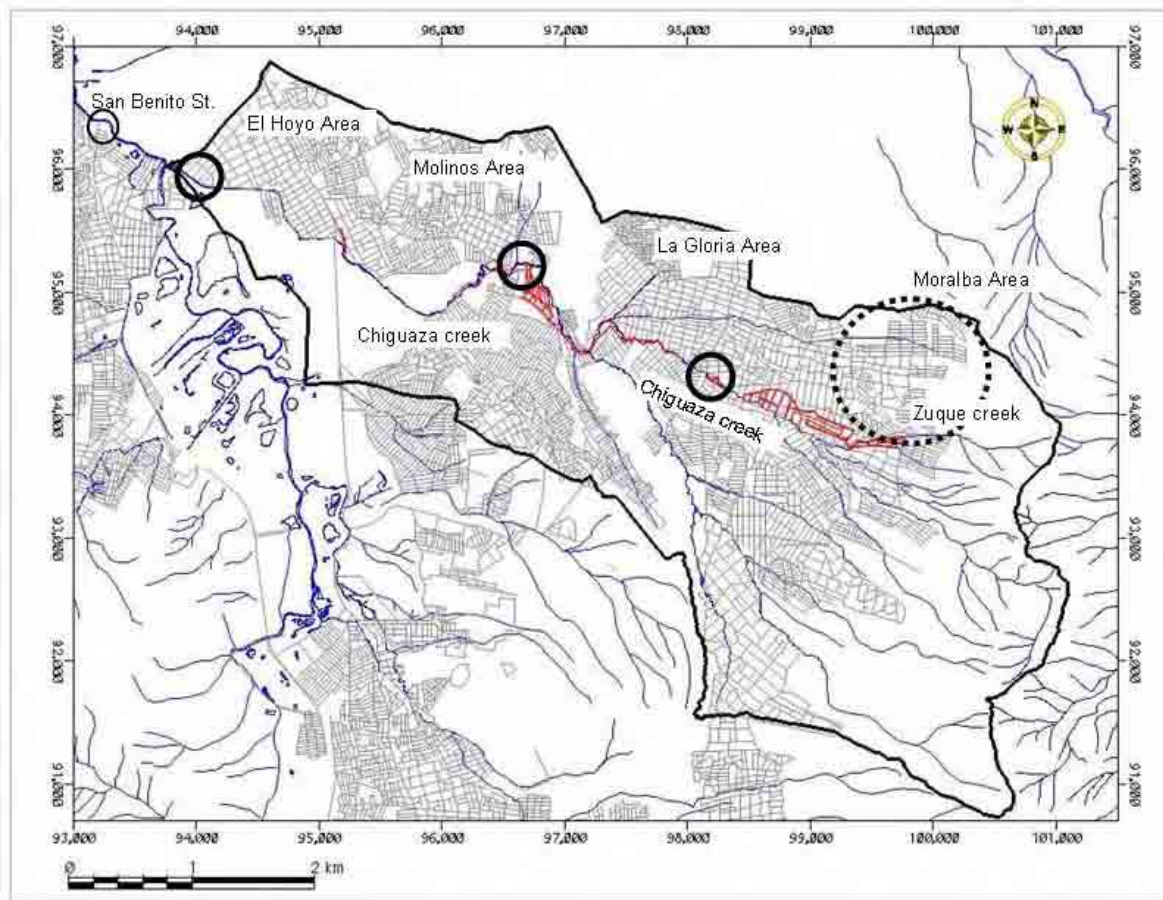


Figura 6-7 Ubicación del área de Monitoreo y Área Objeto

(2) Sistema de Recolección de Datos

El sistema de recolección de datos propuesto puede separarse en dos (2) fases, llamadas: “Fase de recolección de datos y entrenamiento de personal” y “Fase de Aviso Preciso y a tiempo usando tecnología avanzada”.

- 1) Fase de recolección de datos y entrenamiento de personal (Sistema de recolección de datos a Corto Plazo)

Basados en los datos de arriba, el sistema de monitoreo a corto plazo sería como sigue:

Tabla 6-5 Punto de Monitoreo, Equipo y Frecuencia del Monitoreo

Punto	Ítem	Equipo	Frecuencia
Moralba(colegio)	10 minutos lluvia	Pluviómetro tipo balancín, colector de datos con pantalla, panel solar, batería y gabinete	Monitoreo por horas por el guardia de seguridad del Colegio
Molinos (puente peatonal)	Nivel de agua (cuenca media)	Mira, sensor de nivel de agua tipo ultrasónico, colector de datos con pantalla, panel solar, batería y gabinete	Monitoreo tres veces al día por parte de la comunidad y el guardia de seguridad del colegio
La Gloria	Nivel de agua(aguas arriba)	Limnómetro, detector de nivel de agua sencillo	Monitoreo tres veces al día por parte de la comunidad y monitoreo más frecuente en alerta durante niveles altos de agua

Punto	Ítem	Equipo	Frecuencia
El Hoyo	Nivel de agua(aguas abajo)	Limnómetro	Monitoreo tres veces al día por parte de la Defensa Civil

Entre las estaciones mencionadas arriba, en Moralba y Molinos se propusieron estaciones de tipo automático. Así que, el monitoreo diario por parte de la comunidad o el guardia del colegio, debe continuar.

2) Una alerta a tiempo y exacta usando la fase de tecnología avanzada (Sistema de Recolección de Datos a Mediano y Largo plazo)

A mediano plazo, los pluviómetros automáticos instalados en Moralba y el medidor de nivel de agua automático instalado en Molinos deben ser telemetrizados sólo cuando se evalúe que tal actualización es necesaria. También en Molinos, la medición de descarga debe hacerse para calcular el nivel del agua y la relación de descarga. A través del cálculo de descarga, se puede estimar el volumen de residuo para estudiar la lluvia real para obtener un sistema de alerta temprana más confiable. La medición de descarga deberá ser realizada por la comunidad que es la encargada de la medición del nivel de agua.

Con respecto al sistema de recolección de datos para precipitaciones, ya que DPAE ya tiene sistema telemétrico, las estaciones propuestas arriba están asegurando un sistema compatible con el existente.

En la quebrada Yomasa, en la parte alta de la cuenca (Aguas arriba la Alemana) hay un potencial de avenida torrencial debido a los depósitos de sedimentos y nuevas fallas de talud reconocidas. Por lo tanto, la medición de lluvia en la parte alta y la medición de nivel de agua aguas abajo, ha de comenzarse usando un equipo sencillo como se ha estado haciendo para la quebrada Chiguaza

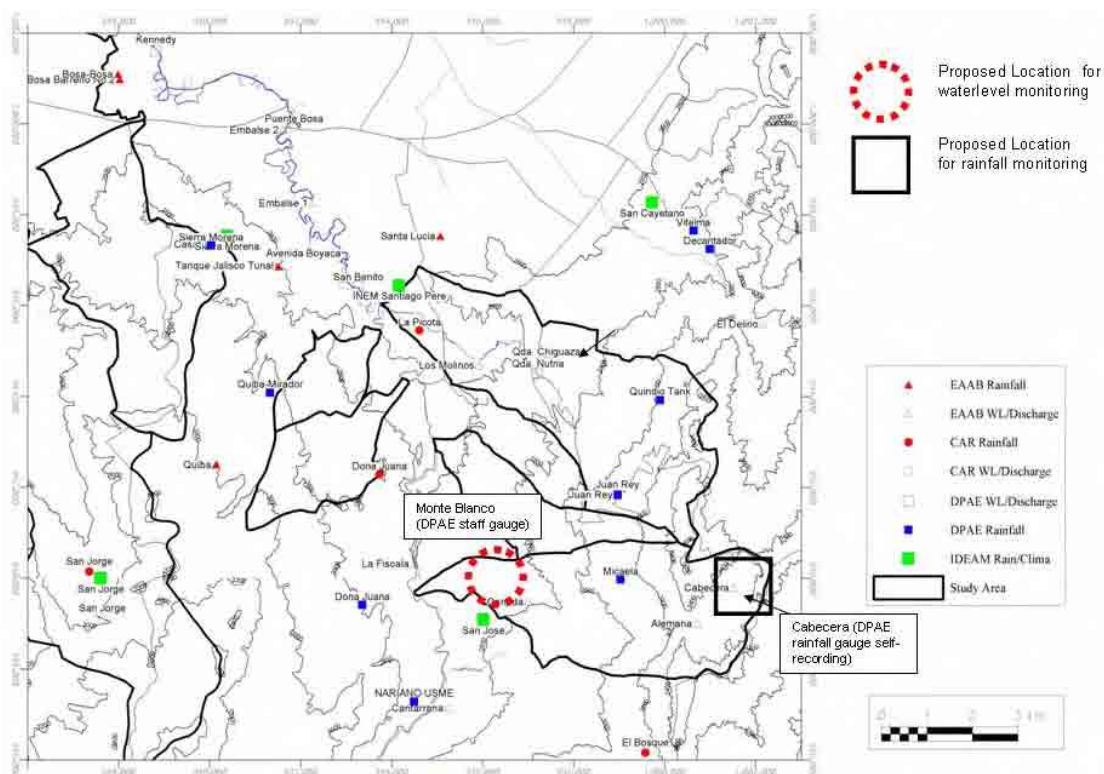


Figura 6-8 Lugares propuestos adicionalmente para ser monitoreados por DPAE (a mediano plazo)

6.5.4 Criterios de Alerta

(1) Criterio de Nivel de Agua

En La Chiguaza, las secciones más críticas son tomadas en 0+982. En el banco derecho, cuando la elevación del nivel del agua es 2,558.3 m, sucederá el desbordamiento. En ese momento la descarga en esta sección se puede ser evaluada en 80 m³/s de acuerdo con el nivel del agua y la curva de relación de descarga.

En la estación Molinos la descarga de 80 m³/s corresponde al nivel de agua de 3.2 m en la mira. Esto significa que el nivel de agua de 3.2 m en Molinos constituye una condición crítica aguas abajo como en la estación 0+982. Por tanto, el nivel de alerta está establecido tentativamente en 2.2 m en el limnómetro de Molinos, tentativamente.

(2) Criterio de lluvia

a. Alerta General

En el Capítulo 4 de este reporte principal muestra que en Chiguaza, el 53% de los incidentes de “Inundación” han ocurrido en momentos que la lluvia (en La Picota o Juan Rey) excede 10 mm (diario). En otras quebradas, la lluvia diaria correspondiente al criterio anterior es mayor a 10 mm. Como tentativamente el siguiente criterio ha de ser establecido para el Área de Estudio.

Alerta General	Precipitación diaria 10 mm para las cuatro (4) quebradas
----------------	--

b. Chiguaza cuenca media

De acuerdo con el análisis de escorrentía en la Chiguaza, la capacidad de caudal del punto crítico en Molinos corresponde a un período de diez (10) años de retorno. En Los Puentes, el período de diez (10) años de retorno es 43 mm/h por 27 minutos, lo que significa la cantidad de precipitación de 19.4 mm por 30 minutos. Tentativamente, los siguientes criterios se establecieron para la Cuenca media de Chiguaza.

Alerta	Lluvia 10 minutos	6 mm
Advertencia	Lluvia 30 minutos	20 mm

6.6 Programa de Implementación

El programa de implementación entre 2007 y 2020 es mostrado en la Tabla 6-6. El costo está también estimado en dólares de los Estados Unidos. El año 2007 representa el año del proyecto piloto en el Estudio de JICA.

Tabla 6-6

Implementación del plan para DPAE

Acciones		Corto Plazo				Mediano Plazo				Largo Plazo				unidad en US\$			
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Establecimiento del Sistema de Alerta Temprana y Monitoreo																	
Sistema de Recolección de Datos y Monitoreo																	
Instalación del Equipo de Monitoreo para el Proyecto Piloto																	
1 Pluviómetro en el Colegio Moralba (quebrada Chiguaza)		10,000					2,500 (telemétrica)				10,000 (reemplazar)						
2 Limnímetro en Molinos (Quebrada Chiguaza)		13,000					2,500 (telemétrica)				13,000 (reemplazar)						
3 Limnímetro en La Gloria (Quebrada Chiguaza)		5,000															
Instalación del Equipo de Monitoreo para la Etapa Futura																	
1 Estación de Lluvia en arriba de Yomasa (Quebrada Yomasa)				10,000			2,500 (telemétrica)					10,000 (reemplazar)					
2 Limnímetro en abajo de Yomasa (Quebrada Yomasa)				5,000			2,500 (telemétrica)					5,000 (reemplazar)					
3 Sistema de Radar para IDEAM							-	by IDEAM									
Criterio Alerta																	
Consideración Hidrológica																	
Análisis del Tiempo de Concentración de la Inundación (El Proyecto Piloto)		6,000															
Desarrollo del Modelo Entero de la Cuenca							6,000	6,000						6,000	6,000 (actualizar)		
Mapeo Susceptibilidad																	
Susceptibilidad de Inundaciones y Avenidas Torrenciales		6,000															
Actualización de los Mapas Dependiendo de la ocurrencia de Inundación																	
Establecimiento de un Criterio de Alerta Apropriado							6,000	6,000						6,000	6,000 (actualizar)		
Establecimiento de Criterios de Alerta Tentativos																	
Análisis Hidrológico usando los Datos durante el período del Proyecto Piloto		10,000															
Modificación del Criterio de Alerta					2,500			2,500			2,500				2,500		
Actividades de Manejo de Desastres Basado en La Comunidad (CBDM) Actividades por DPAE																	
Entrenamiento en Observación Hidro-meteorológica		-															
Simulación de Transferencia de Información y Simulacro			-														
Simulacro de Evacuación			-														
Observación Hidro-Meteorológica Basada en la Comunidad																	
Total		50,000	0	15,000	2,500	5,000	17,000	14,500	0	0	25,500	15,000	0	14,500	12,000	171,000	

6.7 Proyecto Piloto

6.7.1 Esquema del Proyecto Piloto

(1) Instalación / operación de los equipos de monitoreo

1) Estación Pluviométrica en Moralba

La estación pluviométrica fue instalada, dentro del colegio de Moralba en ciudad Bolívar, en la ciudad de Bogotá. Para medir las lluvias de corta duración, se seleccionó un sensor tipo balancín. El sensor se instaló en el techo del edificio del colegio y el colector de datos y el panel solar fueron instalados en la caseta de seguridad frente a la entrada del colegio. También, para permitir al ver la cantidad de lluvia en tiempo real, se instaló una pantalla en el colector de datos, que muestra la fecha y hora, y las últimas precipitaciones en milímetros en los últimos 10 minutos, última 1 hora y últimas 24 horas de lluvia en milímetros.

Adicionalmente, el Equipo de Estudio instalará en enero de 2008, una alarma sonora conectada al colector de datos que emitirá un sonido para el guardia de seguridad, cuando la precipitación acumulada en 30 minutos exceda el umbral.

Ya que, los datos pluviométricos deben ser monitoreados por las personas, el Equipo de Estudio le propuso al colegio y a DPAE que el guardia de seguridad contratado por el colegio de Moralba sea quien monitoree la pantalla y registre los datos por hora en una hoja de datos. El colegio y DPAE estuvieron de acuerdo con la propuesta y el guardia de seguridad empezó el monitoreo a principio de octubre de 2007. DPAE preparó la hoja de datos para el guardia y la recoge periódicamente. En el caso de lluvia fuerte, por medio el dispositivo de alarma del colector de datos, el vigilante puede darse cuenta que la lluvia actual esta excediendo el umbral y debe informar sobre la situación a DPAE y a las comunidades ubicadas aguas abajo.

La plataforma colectora puede almacenar 10 minutos de precipitación continuamente. Es posible transmitir los datos desde la plataforma hasta el computador portátil usando un programa macro de Microsoft Excel.

El mantenimiento de la estación fue llevado a cabo por parte del Equipo de Estudio periódicamente.

2) Estación de Nivel de Agua en la Gloria

La estación de nivel de agua fue instalada en La Gloria en Ciudad Bolívar, en la Ciudad de Bogotá. La estación está compuesta por un limnómetro y el dispositivo detector de nivel de agua sencillo. El Equipo de Estudio le propuso a DPAE que las comunidades deben monitorear el limnómetro y registrar los datos todos los días y DPAE estuvo de acuerdo con esta propuesta.

Para medir el nivel de agua instantáneo un dispositivo de nivel de agua sencillo fue presentado en La Gloria ya que el tiempo de concentración de la inundación es bastante corto en el sitio. La unidad principal del dispositivo de la alarma se instaló en la casa de un observador localizada en el banco derecho de la quebrada Chiguaza. El observador usualmente monitorea el nivel de agua del limnómetro tres (3) veces al día, sin embargo, cuando la alarma suena, el observador puede notar el nivel de agua subiendo y puede medir el nivel de agua instantáneo.

El mantenimiento de la estación fue asumido periódicamente por el Equipo de Estudio.

3) Estación de Nivel de Agua en Molinos

La estación de nivel de agua fue instalada en Molinos en Ciudad Bolívar, en la Ciudad de Bogotá. La estación está compuesta por limnómetro de nivel de agua y sensor de no contacto (sensor de nivel de agua ultrasónico). El sensor ultrasónico fue colocado debajo del puente peatonal. Se instalaron la

plataforma colectora de datos y el panel solar en el Colegio Colombia Viva localizado en el lado derecho de la quebrada Chiguaza. El Equipo del Estudio propuso a DPAE que las comunidades deben monitorear el limnómetro y registrar los datos todos los días y DPAE estuvo de acuerdo con esta propuesta.

La plataforma colectora de datos puede almacenar el nivel de agua continuamente. Descargar los datos desde la plataforma colectora al computador portátil es posible usando un programa macro de Microsoft Excel.

El mantenimiento de la estación se llevó a cabo por parte de Equipo de Estudio periódicamente.

6.7.2 Lecciones aprendidas del Proyecto Piloto

(1) Tiempo de concentración de la inundación

La frecuencia del monitoreo es básicamente tres (3) veces por día, sin embargo, la comunidad ha estado registrando el nivel de agua alto tanto como les es posible. En Octubre del 2007, La Gloria registró tres (3) eventos de agua altos en Octubre 13, 14 y 18.

El tiempo de concentración de inundación de La Gloria puede asumirse en alrededor de 22 minutos (hasta la sub.-cuenca 2-11) según la fórmula de Kirpich.

En el caso de Octubre 14 a las 2PM el nivel de agua estaba en 2.2 m en La Gloria mientras que la lluvia de Moralba empezó a la 1:38-1:48PM. El tiempo del nivel de agua lo registraron las personas, así que podría haber algún rango de tiempo. Para Octubre 13 y Octubre 18 hay 42 minutos y 22 minutos, respectivamente. Tales datos deben acumularse más frecuentemente, sin embargo, el tiempo de concentración de inundación puede ser evaluado dentro del rango real o de lado seguro de acuerdo con los datos obtenidos en el proyecto piloto.

El monitoreo en La Gloria no contribuye directamente a la emisión de la alerta temprana para el área aguas abajo, sin embargo, como podemos ver previamente, los datos de La Gloria son muy valiosos para la calibración del parámetro hidrológico.

CAPITULO 7 RECOMENDACIONES PARA BOGOTA

7.1 Común

Una de las características significativas en el área de Estudio para inundaciones es la pequeña cuenca de la quebrada y el tiempo de concentración corto. Para este tipo de área, el sistema de alerta temprana necesita información exacta y a tiempo a nivel local, y también la información recolectada debe ser transferida a otros a tiempo y de manera exacta. También en el área de deslizamiento, para conocer cualquier fenómeno local que pueda indicar el cambio de las condiciones del deslizamiento es muy importante para el sistema de monitoreo. Considerando estas necesidades a nivel local, se considera que la participación de la comunidad en el sistema de monitoreo y alerta temprana es inevitable debido a que son los primeros respondientes en el caso de inundación y cambios significativos del área de deslizamiento.

Para la sostenibilidad del sistema de alerta temprana, la integración de los recursos institucionales y los participantes de la comunidad debe ser enfatizada como se discutió en una serie de seminarios de transferencia técnica en el Estudio. La DPAE ya ha comenzado a trabajar con las comunidades en Bogotá, la DPAE debe continuar más adelante a desarrollar las actividades de colaboración con las comunidades en áreas propensas a inundaciones y deslizamientos.

7.2 Deslizamientos

7.2.1 Trabajos de Estabilización en Altos de la Estancia

La medida más efectiva a ser tomada para Altos de la Estancia es una reubicación del área de peligro, y DPAE desarrolló un programa de reubicación para familias ubicadas en áreas de alto riesgo no mitigable, y se han reubicado la mayoría de los habitantes de las Fases I y II. Por tanto, no se requiere una medida de emergencia para el deslizamiento. La DPAE está planeando actualmente los trabajos de estabilización en el deslizamiento, sin embargo los detalles no se han confirmado todavía. Los trabajos de estabilización están clasificados en dos categorías principales, llamados trabajos para la reducción de fuerzas de dirección y trabajos para incrementar las fuerzas de resistencia. Un deslizamiento a gran escala, en deslizamientos como el de Altos de la Estancia, un método para reducción de fuerzas de dirección debe ser adoptado como prioridad, ya que, el costo efectivo para un deslizamiento de gran escala es normalmente mejor que un método para incrementar la fuerza de resistencia.

Una situación notable ocurrió en Altos de la Estancia, el agua de la superficie que viene de un sistema de drenaje inadecuado en el área de la Fase III fluye sobre toda la parte frontal del deslizamiento y esto crea muchos canales y pozos en el mismo deslizamiento. Se entendió fácilmente que el flujo de agua interno afecta enormemente la estabilidad del Deslizamiento. Lo que es más importante y efectivo para la estabilización del Deslizamiento es reducir el nivel de agua subterránea, y prevenir la penetración de agua dentro del suelo, especialmente de las aguas negras y el agua lluvia.

7.2.2 Monitoreo en Altos de la Estancia

Los ingenieros de DPAE y las comunidades deben verificar las condiciones del terreno a través de un patrullaje regular. Una observación visual de áreas adyacentes del deslizamiento debe ser asumida periódicamente así como para las condiciones del terreno, y si es necesario, el sitio debe ser medido para determinar si ocurre o no cualquier deformación del terreno. Tan pronto como sea posible, una inspección periódica de los instrumentos de prevención de deslizamientos, si existen, debe hacerse para detectar anomalías. Si se encuentran grietas u otras anomalías en una cara del talud o anomalías en los instrumentos de prevención de deslizamientos se debe monitorear tales condiciones, seguidas por un levantamiento para permitir la preparación de los trabajos de mitigación o estabilización. Este levantamiento de observación permitirá examinar la extensión y dirección del

movimiento, y el mecanismo de deslizamiento en detalle cuando cualquier signo de movimiento de deslizamiento tales como rajaduras o grietas que se puedan encontrar o cualquier posibilidad de ocurrencia de deslizamientos.

La instrumentación y el monitoreo pueden ser aplicables a las siguientes condiciones en este deslizamiento:

- a) Seguridad en el área residencial; esto confirmará si la actividad del deslizamiento de no se está acercando al área residencial. Este monitoreo debe ser continuado mientras haya personas viviendo al borde del deslizamiento.
- b) Monitoreo sobre las grietas específicas y deformaciones en las estructuras y en el suelo; esto tiene que ver con los trabajos de monitoreo sobre grietas o deformación en el suelo y en estructuras cuando aparezcan. Este monitoreo se debe aplicar cada vez que se encuentren grietas o deformaciones sobre el suelo o en estructuras.
- c) Seguridad en trabajos de construcción; esto tiene que ver con los trabajos de monitoreo para prevenir accidentes durante la construcción que puedan ocurrir tanto a los trabajadores como a los habitantes de zonas aledañas. Este monitoreo se debe aplicar a todos los trabajos de construcción que se emprendan y por el tiempo que los trabajos continúen.
- d) Verificación de la efectividad de los trabajos de estabilización; es necesario confirmar el efecto de los trabajos de estabilización por la culminación de los trabajos de construcción.

7.3 Inundación

1) Los criterios de alerta temprana están propuestos tentativamente por el Equipo de Estudio, por solamente estimaciones dadas las condiciones derivadas de la escasez de registros. Así que tales criterios de precipitaciones y nivel de agua deben ser actualizados para especificar su confiabilidad a través del uso de información registrada por la comunidad aún después del Estudio, por tanto esos criterios propuestos de manera tentativa no son valores definitivos.

2) Después del Estudio, DPAE debe llevar a cabo las siguientes actividades:

(a) Monitoreo continuo

La integración del monitoreo de la comunidad y los sistemas de monitoreo telemétrico en Bogotá son la política de la DPAE Y una de las estrategias importantes para el manejo de amenaza de inundaciones, para DPAE es dar alta prioridad en el procedimiento con el monitoreo de la comunidad en la cuenca de la quebrada Chiguaza La recomendación para el monitoreo en la cuenca hecho por el Equipo de Estudio, constituirá el punto de partida para el sistema. Con más información tal como los datos del monitoreo, o información de trabajos ejecutados por otras entidades del Distrito, la DPAE revisará y repasará la ubicación del monitoreo.

De acuerdo a los principios mencionados anteriormente, la DPAE deberá empezar las siguientes actividades recomendadas por el Equipo de Estudio.

- Continuación del monitoreo de la comunidad de los niveles de agua del limnómetro en Molinos y la Gloria.
- Iniciar y continuar el monitoreo de los niveles de agua en el puente del Hoyo por parte de las personas de la comunidad en coordinación con las comunidades relacionadas.

En Molinos estación de Nivel de Agua y en Moralba estación de lluvia fueron instalados equipos de registro automático durante el Estudio. La plataforma colectora de datos para el sensor incluye la pantalla para indicar los datos monitoreados actuales. Aún sí el equipo de observación de tipo

automático esta instalado, una observación manual por parte de la comunidad debe continuar.

(b) Estudios para criterios de alerta temprana usando los datos monitoreados

Los criterios de alerta temprana, propuestos en este reporte, son solamente valores estimados basados en la asunción, y deben ser modificados tan pronto como sea posible usando los resultados de las observaciones, para lo cual la DPAE integrará estos datos dentro del sistema de alerta de inundación existente en la ciudad, incluyendo la constante revisión para calibrar y ajustar el criterio de alerta.

Ya que, el criterio de alerta puede ser modificado usando solamente la relación de los niveles de agua observados, la relación entre el nivel de agua en el área inundada en el pasado y el cauce aguas arriba debe ser monitoreado continuamente.

(c) Establecimiento de un plan de alerta más confiable

El plan de Alerta temprana de inundación propuesto operaría apropiadamente bajo la condición de que no ocurra una obstrucción o atascamiento significativo una de las causas de los graves eventos de inundación en el pasado. Una inundación como la de Mayo de 1994, que ocurrió a través de la obstrucción de las estructuras en la zona, no puede ser mitigada por ningún sistema de alerta temprana.

Las condiciones de la quebrada en el área de estudio han estado cambiando constantemente debido a los trabajos de mejoramiento del canal lo mismo que por la sedimentación y la basura. Los parámetros hidráulicos asociados con la capacidad del cauce deben ser monitoreados y evaluados periódicamente para tener en cuenta la revisión del criterio de alerta temprana.

(d) Divulgación del plan a las comunidades.

Los equipos instalados podrían ser robados en ciertas circunstancias o podrían ser dañados dependiendo de las condiciones naturales. Para asegurar la sostenibilidad para el sistema de monitoreo, La DPAE debe coordinar con la comunidad la vigilancia de los equipos en una base diaria.