

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE ANEXOS	6
INTRODUCCION	1
JUSTIFICACIÓN	4
1. OBJETIVOS	6
1.1 Objetivo General	6
1.2 Objetivos Especificos	6
2 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	8
2.1 Escarpa Occidental	9
2.2 Meseta de Bucaramanga	10
3 EL PROBLEMA	13
4 INVESTIGACIÓN	16
4.1 Investigación Geológica	28
4.1.1 Geología Regional	28
4.1.2 Geología Estructural	32
4.1.3 Unidades Geológicas Superficiales (UGS)	33
4.1.4 Geología Local	39
4.2 Investigación Hidrológica	39
4.2.1 Climatología e Hidrología General	40
4.2.2 Datos Hidrometeorológicos	44
4.2.3 Información Hidrológica	45
4.2.4 Caracterización de la Precipitación	46
4.2.5 Cartografía Base	47
4.2.6 Drenaje Natural y Artificial	47
4.2.7 Calculo de la Escorrentía	48

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
4.3 Investigación Geotécnica	50
5.1 Plan Maestro de Alcantarillado	54
5.2 Estructuras de Vertimiento	56
5.3 Control de Cauces	58
5.4 Estabilidad de Taludes	60
5.5 Remodelación Urbana	62
5.6 Reforestación	64
6 CONVENIENCIA Y CONTINUIDAD DEL PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSION	65
7 PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	72
7.1 Sistema de Alcantarillado, Acueducto y Mantenimiento de Redes	75
7.2 Alcantarillado de los Sistemas de Drenaje de la Escarpa Occidental	76
7.3 Remodelación y Mantenimiento de Estructuras de Vertimiento	78
7.4 Control de Cauce	81
7.5 Estabilización de Taludes	82
7.6 Reforestación	84
7.7 Remodelación Urbana, Adquisición de Predios y Vía Perimetral	85
7.8 Mantenimiento	86
7.9 Instrumentación y Monitoreo	88
7.10 Gestión Social y Ambiental	90

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
8	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	96
8.1	Análisis Histórico de las Rentas Recibidas por la CDMB	96
8.2	Análisis Futuro de la Sobretasa Ambiental Recibidas por la CDMB del Municipio de Bucaramanga	100
8.3	Disponibilidad de Recursos de Sobretasa Ambiental para Ejecutar Obras	103
9	PLAN DE OBRAS A EJECUTAR	105
9.1	Sistemas de Drenaje	105
9.2	Estabilización de Taludes	106
9.3	Otras Fuentes de Financiación	110
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del área de estudio	9
Figura 2. División Político Administrativa Urbana Municipio de Bucaramanga	11
Figura 3. Consolidado de los registros de contratos	23
Figura 4. Temperatura media mensual multianual estación – UIS	41
Figura 5. Humedad relativa promedio mensual multianual estación Apto Palonegro	41
Figura 6. Brillo solar mensual multianual estación Apto Palonegro	42
Figura 7. Precipitación media mensual multianual estación Aeropuerto Palonegro	43
Figura 8. Isoyetas para un periodo de retorno de 2 años	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Zona de trabajo por sistema de drenaje – Escarpa Occidental	10
Tabla 2.	Comunas del Municipio de Bucaramanga	12
Tabla 3.	Inversión total de obras para controlar la erosión en Bucaramanga	24
Tabla 4.	Clasificación genética de las unidades de suelo	35
Tabla 5.	Principales parámetros meteorológicos, Bucaramanga	40
Tabla 6.	Inventario de estaciones en el Área Metropolitana de Bucaramanga	46
Tabla 7.	Coeficientes de escorrentía	49
Tabla 8.	Evaluación Plan General Control de la Erosión de Bucaramanga Fase I y II	53
Tabla 9.	Plan General Control de la Erosión Municipio de Bucaramanga 2010 - 2035	73
Tabla 10.	Obras Planteadas para el Control de la Erosión sobre La Escarpa de Bucaramanga 2010 -235	92
Tabla 11.	Recaudos históricos de Sobretas Ambiental de Bucaramanga	99
Tabla 12.	Análisis de evolución de avalúos de Bucaramanga	100
Tabla 13.	Proyección Sobretasa Ambiental Bucaramanga	103
Tabla 14.	Disponibilidad Obras Sobretasa Ambiental Proyectada de Bucaramanga	104
Tabla 15.	Obras en Sistemas de Drenaje requeridos en la Escarpa de Bucaramanga	105
Tabla 16.	Obras Estabilización Taludes Priorizadas	106
Tabla 17.	Obras de Estabilización Taludes priorizadas	108
Tabla 18.	Obras de Estabilización Taludes a ejecutar con Recursos Propios	109

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Plano Delimitación Área de Estudio

ANEXO 2. Plano Geológico Ciudad de Bucaramanga

ANEXO 3. Plano Obras Propuestas dentro del Plan General para el Control de la Erosión 2010 - 2035

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

INTRODUCCION

El Plan General para el Control de la Erosión ha sido implementado por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga desde su creación en Octubre de 1965, esta acción ha permitido enfrentar el problema erosivo que desde entonces ya empezaba a manifestarse en la ciudad; el plan lo conforman siete (7) programas estratégicos relacionados y encaminados a controlar los efectos adversos que ocasiona este fenómeno, donde componentes como El Plan Maestro de Alcantarillado, Estructuras de Vertimiento, Control de Cauces, Estabilidad de Taludes, Reforestación, Adquisición de Predios y el desarrollo de una Vía Perimetral, son los aspectos claramente identificados para vigilar y detener los procesos erosivos en los sitios más críticos de la ciudad.

La formulación del Plan General para el Control de la Erosión contenía en su primera etapa los estudios de factibilidad técnica y económica para la planificación de la obras, y en la segunda fase los proyectos y diseños específicos de obras civiles, las zonas necesarias a adquirir para adelantar los diferentes trabajos, además de establecer los mecanismos técnicos y legales para la recuperación y reforestación de las zonas afectadas por la erosión. El desarrollo del PGCE culminó su primera fase de implementación en abril de 1984, y los resultados obtenidos por parte de la primera y segunda administración CDMB fueron totalmente satisfactorios en términos de erosión; la segunda etapa en el campo del control de la erosión, fue trazada como objetivo fundamental por la tercera administración y comprendía la construcción de obras de prevención para asegurar una mayor estabilidad en la ciudad, este plan de obras tendría un periodo de ejecución veinte (20) años a partir del año de 1986. En adelante, las

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

proyecciones planificadas estaban enfocadas al diseño de las obras y tratamientos complementarios para lograr la estabilización integral de los taludes; el estudio de las aguas subterráneas con el objetivo de lograr su control y aprovechamiento; el diseño y posterior construcción de las estructuras de control de cauces faltantes, y finalmente continuar con los trabajos de vía perimetral hasta conseguir la remodelación del perímetro de la escarpa de Bucaramanga.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por la CDMB no se ha logrado detener en su totalidad el avance del fenómeno erosivo, que a la fecha y especialmente desde la ola invernal de febrero de 2005, se ha venido acentuando por la falta de terrenos aptos para la construcción en la Meseta, razón por la cual se generó necesidad de actualizar el PGCE, para lo cual se realizó el correspondiente proceso licitatorio que dio origen al contrato de consultoría 6175-04 cuyo objeto es *“Estudio de Actualización del Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga, Departamento de Santander”*, que es un instrumento de planificación, que permitirá dar claridad de las obras de estabilización y control de la erosión que deben ejecutarse en los próximos años definiendo la inversión a corto, mediano y largo plazo.

El desarrollo del *“Estudio de Actualización del Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga”*, contempla la formulación de las acciones que prioricen las iniciativas más importantes para cumplir con los objetivos y metas de gestión para llevar a cabalidad la ejecución del proyecto para el control de la erosión, teniendo en cuenta su financiamiento y enlace con el presupuesto institucional. De este modo, con base en el desarrollo del Análisis Histórico del PGCE, Diagnóstico General de las Obras Geotécnicas, Plan de Investigación Geotécnica, Evaluación de Estabilidad, Prediseño de Medidas Correctivas y Evaluación de Costos enmarcados dentro de este estudio, se

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

presenta un planteamiento estratégico con el que se busca materializar los objetivos a corto mediano y largo plazo previamente establecidos, dotados de un elemento cuantitativo y verificable en un espacio definido de tiempo, a lo largo de la puesta en marcha del Plan General para el control de la erosión en la ciudad de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

JUSTIFICACIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga culminó en el año de 1984 la ejecución de las obras correspondientes a la Primera Etapa del Plan General para el Control de la Erosión, con la cual se estableció una estructura base para asegurar una mayor estabilidad en la Meseta de Bucaramanga; a partir de ese momento, era necesario implementar todos los sistemas instaurados y construir algunas estructuras indispensables para evitar que nuevos focos erosivos se desarrollaran o las obras ya construidas se deterioraran, obras como la red piezométrica permitiría determinar el caudal y el curso de las aguas subterráneas de la Meseta y serviría para definir de una forma más adecuada las obras de estabilización de taludes en sitios que requieren de atención dado el surgimiento de asentamientos precarios en áreas detectadas como amenaza alta de inestabilidad, por otra parte, la complementación de las estructuras de control de cauce para evitar que las actuales se destruyan y se afecten las estructuras de vertimiento, además, la idea de una vía perimetral para producir un aislamiento físico entre el borde de la escarpa y la zona urbanizada de la ciudad hacen parte de los componentes estratégicos planteados por la CDMB para continuar con el desarrollo de este plan de acuerdo con los recursos disponibles.

Sin embargo, a pesar de la gestión realizada por la Corporación, es evidente que aunque el proceso de erosión se ha detenido en los sitios más críticos, no ha sido controlado en su totalidad, lo cual sólo se logrará con una acción permanente y continua de tal forma que se pueda alcanzar el objetivo de disminuir al máximo el proceso de erosión; por esto se debe evaluar y realizar nuevas actividades

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

tendientes al control de la erosión y la estabilidad de taludes en Bucaramanga. De acuerdo a esta necesidad surge “El ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA DEPARTAMENTO DE SANTANDER”, el cual es un instrumento de planificación, que permite dar claridad de las obras de estabilización y control de la erosión con base en el desarrollo en primera instancia del análisis histórico del PGCE desde sus inicios, con sus experiencias y resultados hasta la fecha en cada uno de sus programas, un diagnóstico general de la situación actual de las obras geotécnicas de la ciudad, así como también, la evaluación de estabilidad de los taludes en el municipio mediante la investigación geotécnica que permita obtener la caracterización geotécnica y geomecánica de los materiales que componen el suelo de cuarenta y un (41) puntos estratégicos definidos y de esta manera proponer las obras necesarias para atacar el problema de la erosión en el Municipio de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer con precisión el estado actual de la problemática de la erosión y la estabilidad de taludes en el municipio de Bucaramanga y definir los programas y las actividades necesarias para el control de esta problemática en la ciudad.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el Análisis Histórico de lo ejecutado dentro del Plan General para el Control de la Erosión del Municipio de Bucaramanga - Departamento de Santander, desde la creación de la CDMB hasta la fecha.
- Elaborar un diagnóstico general de la situación actual de las obras geotécnicas construidas dentro del desarrollo del Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga, Departamento de Santander.
- Evaluar la situación actual de estabilidad de los cuarenta y un (41) zonas críticas definidas mediante el empleo de una metodología que permita obtener la caracterización geotécnica y geomecánica de los materiales que componen el suelo de dichos sitios.
- Proponer el tipo de obras y estrategias necesarias para atacar el problema de la erosión en el Municipio de Bucaramanga, teniendo en cuenta las experiencias

	<p style="text-align: center;">PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035</p>	<p style="text-align: center;">CONSORCIO M&CI</p>
<p style="text-align: center;">SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</p>		

previas obtenidas en el Plan General para el Control de la Erosión en sus fases I y II.

- Estimar un presupuesto aproximado del costo de la ejecución del Plan para cada uno de los programas establecidos definiendo su inversión a corto, mediano y largo plazo.
- Realizar un estudio de factibilidad económica de cada uno de los programas definidos dentro del Plan, planteando las posibles fuentes de financiación y consecución de recursos para su ejecución.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

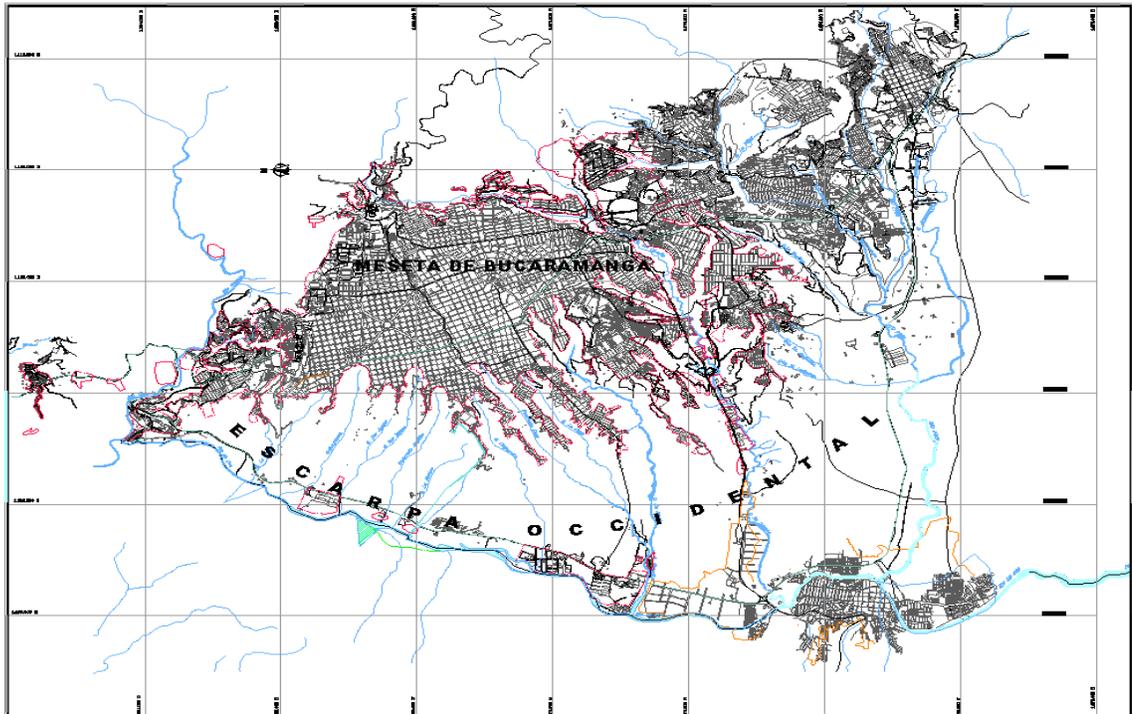
2 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La ciudad de Bucaramanga se encuentra ubicada sobre una meseta aluvial ligeramente inclinada hacia el occidente, delimitada al oriente por terrenos montañosos pertenecientes al Macizo de Santander que alcanzan altitudes que superan los 4.000 metros sobre el nivel del mar en el Páramo de Santurban, al occidente por las escarpas severamente erosionadas y disectadas que caen hacia el valle del río de Oro y al norte por estribaciones o escarpes que hacia este costado drenan hacia el río Suratá y donde se ubican los barrios del costado norte de la ciudad.

El desarrollo económico y material de la ciudad de Bucaramanga necesariamente ha impulsado su expansión territorial; esta expansión que busca acomodar su crecimiento poblacional, se ha marcado en la zona de pendiente relativamente suave y uniforme de la meseta en vez de en las faldas de los cerros que se elevan por el oriente. Con el paso del tiempo ha llegado a extenderse hasta el borde de la escarpa occidental y aún más a invadir los angostos salientes que avanzan hacia el oeste flanqueados por las quebradas y cursos de aguas que fluyen hacia el Río de Oro.

Para efectos de este estudio, el área de trabajo se encuentra demarcada por el perímetro urbano del municipio de Bucaramanga y básicamente se delimitó en dos zonas: Escarpa Occidental y La Meseta de Bucaramanga; esto debido a que son las zonas más críticas con amenaza alta por fenómenos de Remoción en Masa y que muestran problemas erosivos (Ver Figura 1). En el Anexo 1, se aprecia en detalle el Mapa General del Municipio de Bucaramanga enmarcado dentro de los dos sectores anteriormente mencionados.

Figura 1. Mapa del área de estudio



2.1 ESCARPA OCCIDENTAL

El tope de la meseta de Bucaramanga goza de una topografía a modo de plano inclinado hacia el occidente, interrumpido a tramos por los cauces excavados a consecuencia del trabajo erosivo de varias quebradas que descienden de oriente a occidente hasta confluir en el río de Oro. Esta extensa superficie de terreno es la que se denomina Escarpa Occidental, la cual se caracteriza por formar parte de una condición de borde de acuífero, puesto que a lo largo de ella sale agua subterránea, algunas veces en forma de manantiales y otras en forma de afloramientos.

Para este estudio, la zona de la escarpa occidental la conforma los catorce (14) sistemas de drenaje que conducen las aguas residuales, pluviales y subterráneas

de las áreas aledañas hacia las quebradas que recorren la planicie de Norte a Sur desde el imponente Río Suratá que hoy en día abastece al Acueducto Metropolitano, siguiendo por las Quebradas Chapinero y Las Navas, que se unen con la Tres Estrellas y forman Dos Aguas, Cuyamita, Nazareth. Quebrada Seca que fue convertida en basurero municipal, La Joya, La Rosita, que en su época fue un verdadero pulmón para la ciudad. La Guacamaya, La Iglesia, El Loro, La Nápoles y La Cuellar que delimita a Bucaramanga con Floridablanca; todas esas quebradas confluyen en el Río de Oro (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Zona de trabajo por sistema de drenaje – Escarpa Occidental

UBICACIÓN DE NORTE A SUR	SISTEMA DE DRENAJE
1	QUEBRADA LA PICHA
2	QUEBRADA CHAPINERO
3	QUEBRADA DOS AGUAS
4	QUEBRADA NAVAS
5	QUEBRADA LA CANTERA
6	QUEBRADA DE MARINO
7	QUEBRADA CUYAMITA
8	QUEBRADA SECA
9	QUEBRADA LA JOYA
10	QUEBRADA LA ROSITA
11	QUEBRADA EL LORO
12	QUEBRADA GUACAMAYA
13	QUEBRADA EL MACHO
14	QUEBRADA EL CUELLAR

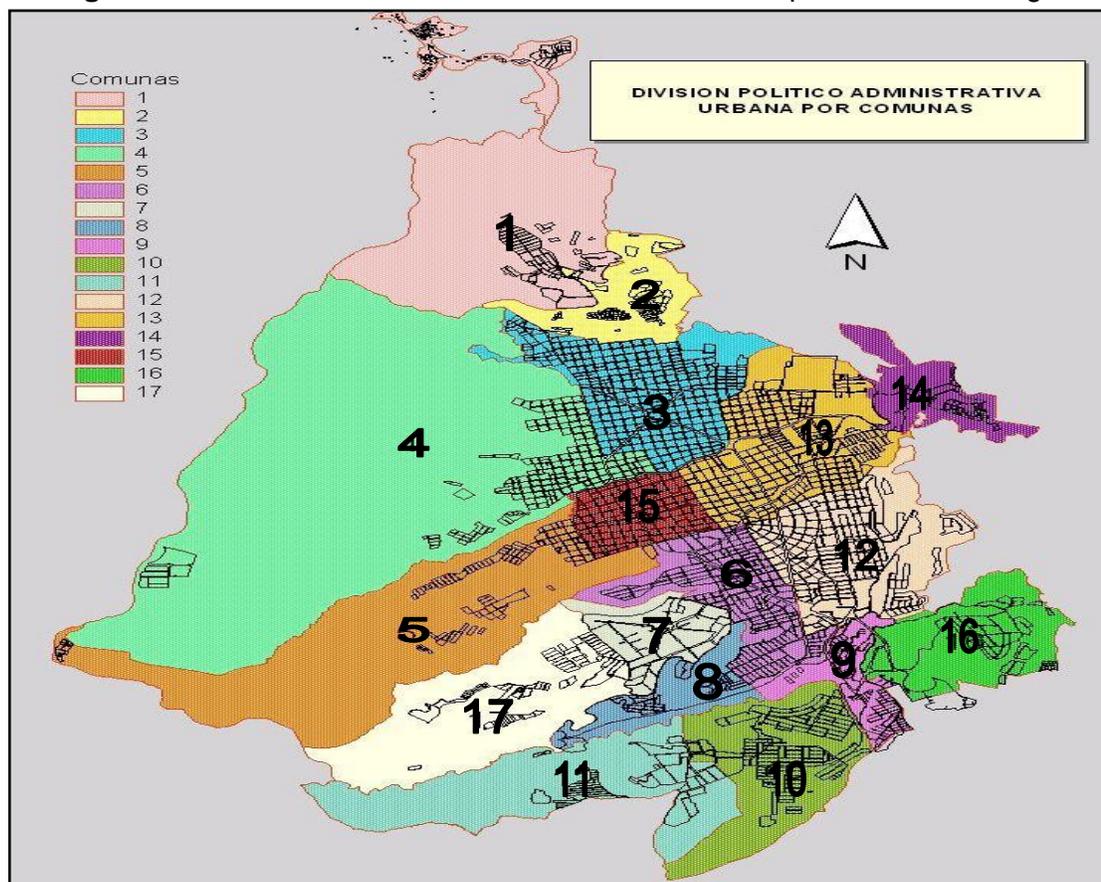
2.2 MESETA DE BUCARAMANGA

La Meseta de Bucaramanga comprende la zona urbanizada del relieve semi plano e inclinación hacia el occidente de la ciudad; limita por el sur con la Quebrada de la Iglesia y parte de la escarpa de la meseta definida por el Distrito de Manejo Integral (DMI), por el occidente con la escarpa occidental, por el norte con la

escarpa norte de la meseta y por el occidente con las áreas de protección y reserva del DMI.

De acuerdo a la reorganización del Plan de Ordenamiento Territorial, la división política – Administrativa de la ciudad de Bucaramanga quedó circunscrita por un total de diecisiete (17) comunas, compuestas cada una de estas por los distintos Barrios, Asentamientos, Urbanizaciones y Otros tipos de comunidades que se han levantado a lo largo y ancho de toda la meseta, y en donde se localizan los cuarenta y un (41) puntos estratégicos definidos para caracterizar y evaluar la condición de estabilidad de la ciudad. Ver Figura y Tabla siguientes:

Figura 2. División Político Administrativa Urbana Municipio de Bucaramanga



Fuente: S.I.G. Alcaldía Bucaramanga.



Tabla 2. Comunas del Municipio de Bucaramanga

Nº	Convención	Ubicación
Comuna 1		Sector Norte de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 2		Sector Nor-Oriental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 3		Sector Nor-Central de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 4		Sector Occidental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 5		García Rovira (Centro-Oriente) de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 6		Sector Sur-Central de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 7		Sector Centro-Occidental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 8		Sector Sur-Oriental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 9		La Pedregosa (Sur-Oriental) de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 10		La Pedregosa (Sur-Oriental) de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 11		Sector Sur de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 12		Sector Oriental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 13		Sector Centro-Oriental de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 14		Morrórico (Nor-Oriente) de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 15		Sector Central de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 16		Lagos del Cacique (Sur-Oriente) de la Ciudad de Bucaramanga
Comuna 17		Mutis (Occidente) de la Ciudad de Bucaramanga

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

3 EL PROBLEMA

La ciudad de Bucaramanga se localiza en una zona de actividad sísmica alta, debido a que ésta es atravesada por las fallas Bucaramanga - Santa Marta, y Río Suarez y por estar ubicada cerca al nudo sísmico de Los Santos. La ubicación geográfica de la ciudad, sumada a las características climáticas de la región, constituyen un detonante permanente de los eventos naturales tales como: sismos, deslizamientos de tierras, procesos erosivos, avalanchas, remociones en masa, incendios e inundaciones.

El Macizo de Santander se caracteriza por su topografía con relieves fuertes y predominio de pendientes abruptas, aspectos que unidos a los efectos antrópicos propios de las actividades humanas y a las características geológicas de los suelos presentes en el municipio, contribuyen a que aumente la vulnerabilidad y por ende el riesgo por deslizamientos y erosión progresiva en las laderas de esta región.

Entre las características geológicas más importantes de los suelos de la ciudad de Bucaramanga, se destacan su alta potencialidad erosiva, baja fertilidad y los niveles freáticos que afloran en la escarpa occidental, esto último debido a la recarga en las laderas orientales, lo que genera un fenómeno de erosión regresiva de las quebradas de la escarpa, causada por el tipo de suelos que conforman el cauce y la gran pendiente de los mismos. A esta problemática se suma el movimiento de aguas de tipo superficial y subterránea que vienen de la escarpa oriental de la ciudad.

 cdm b	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Desde hace más de 40 años, la erosión de la escarpa occidental de la meseta sobre la cual descansa la ciudad de Bucaramanga se ha convertido tal vez en el problema más serio y difícil a que las autoridades municipales se han tenido que enfrentar desde su existencia. En realidad la erosión es un fenómeno natural inevitable y su curso generalmente continúa en forma progresiva mediante la combinación de diversos factores. Por un lado, la construcción de colectores que recolectaban las aguas sanitarias y pluviales de los barrios tributarios y las descargaban verticalmente desde el borde de la meseta hasta los lechos de las quebradas, aparentemente no ofrecía consecuencias sobre la estabilidad de las zonas involucradas; pero, la descarga libre procedentes de estos colectores erosionaba continuamente los materiales adosados al pie de la escarpa. Con el transcurso de los años los efectos de la erosión fueron incrementándose de manera potencial, en un inicio, el agua que caía por las laderas de la escarpa fue removiendo la vegetación protectora y el suelo superficial, acelerando la acción destructora de las aguas lluvias sobre los materiales granulares que formaban los taludes protectores de la base de esta. Sumado a esto, la evolución de la ciudad con su crecimiento poblacional, desarrollo urbanístico en construcciones y pavimentación de vías, disminuyeron la infiltración y mantenían en la superficie una mayor concentración de caudal de aguas lluvias que finalmente circulaban libremente por las calles hasta el borde de la escarpa, contribuyendo con esto a la remoción de grandes cantidades de material; además de estas situaciones, quizás la combinación de movimientos imperceptibles de la tierra, finalmente han producido un estado de inestabilidad estructural en el área de la escarpa.

Lo cierto es que el problema de la erosión se acentúa con el paso del tiempo, por tanto se hace esencialmente necesario determinar las causas e idear medios para reducir al mínimo sus efectos. Con el objeto de estudiar, proyectar y ejecutar programas para la recuperación y conservación de los suelos en las áreas

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

erosionadas que amenazan la estabilidad de la meseta de Bucaramanga, se creó en el año de 1965 la “**CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA**”; la cual sería la encargada de desarrollar el proyecto: Plan General para el Control de la Erosión (PGCE) proyectado después de una profunda y técnica investigación hidrometeorológica, geotécnica, urbanística, catastral y demográfica realizada por la firma Hidroestudios Consultores Ltda.

Con la ejecución de la primera etapa del Plan General para el Control de la erosión en el año de 1984, se logró controlar los focos erosivos que requerían acción inmediata y se crearon condiciones de estabilidad en la Meseta de Bucaramanga; labor que debía ser acompañada de una segunda etapa, implementando todos los sistemas instaurados, construyendo obras indispensables para evitar que nuevos procesos erosivos se desarrollaran o las obras ya construidas se deterioraran, así como también, la ejecución de acciones de mantenimiento y la elaboración de estudios que permitieran evaluar el efecto que había causado la implementación del PGCE sobre la problemática que vivía la ciudad de Bucaramanga. Los resultados de la evaluación del PGCE determinó la necesidad de construir obras complementarias a corto, mediano y largo plazo en un periodo de ejecución de 20 años comprendidos entre 1986 y el año 2005.

Hoy por hoy, la CDMB continúa con el desarrollo de su gestión administrativa y técnica para controlar este fenómeno, adelantando el contrato de “Actualización del Plan General para el Control de la Erosión”, como medida para incorporar nuevos programas y proyectar obras complementarias para alcanzar una mayor cobertura en términos de control erosivo en ciertas áreas de la ciudad; todo esto, dado a que las alertas sobre esta problemática nuevamente han sido reactivadas debido a los efectos naturales y antrópicos que inciden diariamente sobre la estabilidad en la laderas del municipio de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

4 INVESTIGACIÓN

Históricamente el proceso evolutivo de la erosión en el municipio de Bucaramanga se ha podido construir aproximadamente desde la aparición del primer deslizamiento que llamo la atención de los habitantes y autoridades de la época en el año de 1952. Lo cierto es que hechos como la vulnerabilidad a la acción erosiva de la meseta que constituye el suelo de la formación Bucaramanga ante eventos de precipitación, el escurrimiento superficial de las aguas lluvias, y el de las aguas subterráneas hacia la escarpa occidental debido a la pendiente de la meseta, hacen que resulte natural el fenómeno de la erosión en la ciudad a través del tiempo.

La investigación desarrollada para este Plan comprende una serie de informes previos que en conjunto constituyen la base para el análisis, evaluación diagnóstico y recomendaciones para dar solución a la problemática encontrada. Inicialmente se realizó la recopilación de los estudios técnicos, documentos, registros y contratos ejecutados por la CDMB dentro del marco del PGCE, con el fin de analizar históricamente las actividades y programas encaminados a controlar la erosión.

Antes de que se formulara en el año de 1968 el proyecto “Plan General para el Control de la Erosión” como consecuencia de la problemática que afrontaba la ciudad y en búsqueda de profundizar el conocimiento sobre el tema, ya se habían adelantado estudios para identificar las causas y generar las posibles soluciones a los procesos erosivos que se estaban presentando en Bucaramanga. Dentro de los informes más destacados en la historia del Plan General para el Control de la Erosión se encuentran los siguientes:

 <p>cdmb</p>	<p>PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035</p>	<p>CONSORCIO M&CI</p>
<p>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</p>		

- Chávez (1951), Informe preliminar sobre la erosión y deslizamientos en Bucaramanga por Jorge Forero

Mediante este informe se determinó las causas principales que ocasionaron el problema erosivo en Bucaramanga y se generaron las soluciones inmediatas para corregir el problema presentado.

Las causas se debían a:

- ✓ Un alcantarillado deficiente que no incluía aguas lluvias y por lo tanto estas llegaban a los taludes de la escarpa por escorrentía superficial ocasionando deslizamientos y derrumbes.
- ✓ Falta de previsión de las obras construidas para el vertimiento final de las aguas sobre las cañadas.
- ✓ Letrinas construidas en los asentamientos precarios ubicados sobre las escarpas de la ciudad.

Las soluciones inmediatas:

- ✓ Reformar el alcantarillado.
- ✓ Construcción de colectores de aguas lluvias.
- ✓ Construcción de una franja de protección de 30 a 40 metros de ancho al borde de la meseta.
- ✓ Construcción de estructuras de vertimiento para las aguas provenientes de la ciudad que funcionen con colchones de agua que amortigüen el golpe.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Soluciones a futuro:

- ✓ Reforestación de las laderas, identificando la clase de vegetación adecuada de la zona.
 - ✓ Colectores que vayan a 500 metros fuera de la zona urbana.
 - ✓ Represas de concreto escalonadas para regularizar la velocidad de las aguas.
- Informe Hubach – Forero Vélez

Con este informe se determinaron algunas causas de la erosión como son las condiciones geológicas del subsuelo de Bucaramanga que ocasionan deslizamientos o infiltración de las aguas subterráneas de la cabecera de la meseta; además, las aguas subterráneas producían ablandamiento de la capa de arcilla del borde occidental de la ciudad, profundización de los cauces de las quebradas por trayectos con pendientes superiores al 5%, infiltración de aguas residuales generadas en las letrinas construidas en los asentamientos ilegales, así como también, el crecimiento de las urbanizaciones de la ciudad agudizaron el problema debido a la deforestación y destrucción de la vegetación, aumento del caudal de aguas servidas, aumento en la concentración de aguas lluvias y por último estas urbanizaciones presentaban problemas técnicos en el alcantarillado.

Este informe también contiene las posibles soluciones a los problemas encontrados en el municipio, donde se proponían la modificación del sistema de alcantarillado aumentando la capacidad, diseño y construcción de un túnel recolector final de aguas lluvias con capacidad para un aguacero máximo previsible, construcción de muros de contención con filtros y sistemas de

 <p>cdmb</p>	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

drenaje adecuados, dejar una zona verde de protección, canalizar la quebrada la rosita, entre otras alternativas de solución.

Al analizar los estudios más destacados se determinó que las causas generales de la erosión en Bucaramanga se deben principalmente a:

- ✓ Alcantarillado deficiente y antitécnico.
- ✓ Asentamientos precarios con letrinas que descargan las aguas residuales sobre los terrenos y quebradas sin tratamiento previo lo que acelera el proceso erosivo por pérdida de las propiedades del suelo.
- ✓ La falta de una franja verde de seguridad para evitar los asentamientos en los bordes de los barrancos.
- ✓ Deforestación de cañadas.
- ✓ Las oscilaciones de los niveles de aguas subterráneas debilitan la consistencia física del subsuelo.
- ✓ Las actividades agrícolas y ganaderas aceleran el proceso erosivo
- ✓ Condiciones geológicas del subsuelo de Bucaramanga.

Por tal razón la corporación generó los diferentes programas para controlar la erosión de Bucaramanga, los cuales se encargarían de dar solución a cada una de las causas presentadas. Los siguientes son los programas que presentaron:

1. Plan Maestro de Alcantarillado
2. Estructuras de Vertimiento
3. Control de Cauce
4. Estabilización de Taludes
5. Remodelación Urbana
6. Reforestación

 <p>cdmb</p>	<p>PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035</p>	<p>CONSORCIO M&CI</p>
<p>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</p>		

- Informe de Alfredo Kotschwar (1952)

Con este informe se determinaron las siguientes causas de la erosión:

- ✓ Condiciones geológicas y climáticas de la meseta
- ✓ Crecimiento de la ciudad
- ✓ Aguas de infiltración por la destrucción de la vegetación
- ✓ Profundización de canales
- ✓ Labores agrícolas y ganaderas en zonas erosionables.

Y se generaron las siguientes soluciones:

- ✓ Estabilización de taludes procurando suprimir las acciones de las aguas.
- ✓ Obras de protección de los cauces o canales.
- ✓ Siembra de especies que ayuden a la raíz a dar cohesión al terreno.

- Estudio y concepto de la sociedad santandereana de ingenieros sobre el programa de erosión en Bucaramanga (1952)

Mediante este informe se determinó que las causas se debían principalmente a la acción de las aguas superficiales que llegan a la escarpa, la formación del piso de la ciudad y la poca cementación de los conglomerados; además, en este documento se considera que las aguas subterráneas no ocasionan el proceso erosivo. De acuerdo a las causas anteriores este informe generó alternativas de solución como la reubicación de viviendas en terrenos inestables y la reforestación de esa misma zona, para brindarle a los taludes estabilidad.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Informe Tipton (1952) donde se determinaron las principales causas que estaban generando los procesos erosivos en la ciudad.

Dentro de las causas tenemos la insuficiencia de redes de alcantarillado; aumento de caudales de escorrentía por procesos de urbanización; ausencia de vertimientos o vertimientos inadecuados; deterioro de fondo de cauces y pie de taludes; presencia de niveles freáticos altos en los taludes de la escarpa occidental; deterioro de la cobertura vegetal en las cuencas hídricas y proliferación de asentamientos subnormales en áreas de carácter inestable.

Propone:

- ✓ Un sistema de colectores interceptores combinados en estructura de vertimiento hacia sitios de pendiente reducida, con el fin de eliminar la acción incontrolada de las aguas sobre el subsuelo.
 - ✓ La formación de una zona verde que forme un cinturón protector a lo largo de la escarpa occidental y la regularización de las cañadas principales que corren hacia el Río de Oro mediante canalización y pequeñas estructuras transversales protectoras.
- Informe del servicio geológico nacional (Wolfgang Diezman y Enrique Humbach (1962)

Con el informe Diezman se estableció que el agua subterránea era una de las causas de los procesos erosivos, concluyendo que en épocas de verano e invierno, el suelo presentaba una transformación química que debilitaba la consistencia física del mismo y a esto se le sumaba el peso que ejercía las construcciones ubicadas en el borde de la meseta. Sin embargo este informe presentó soluciones como la captación de aguas lluvias y residuales de la

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

ciudad en canales abiertos o cerrados, prohibir construcciones en zonas inestables y realizar reforestación en los bordes de las escarpa.

- Proyectos de arborización de zonas de pendientes en el borde occidental, norte y sur de Bucaramanga

Mediante este estudio se propuso sembrar una faja de unos 300 metros de ancho de árboles de diferentes clases paralela al borde inferior de los taludes, los cuales brindaban protección ya que le dan al suelo un capa de hojarasca que absorbe el agua lluvia evitando que el agua penetre al suelo y forme deslizamientos de los terrenos, además brinda una aspecto agradable de las cañadas de la ciudad y por ultimo ofrecía rendimiento por la generación de madera y otros productos forestales.

En resumen, resulta evidente que la erosión que se ha venido desarrollando y que amenaza hoy en día a la ciudad de Bucaramanga, no se puede atribuir a una causa específica sino a un sin número de factores que guardan relaciones intimas, tales como: aumento en el caudal de escorrentía superficial de la meseta por parte de la ocupación humana que causa el derrame concentrado de agua desde el borde de la meseta y remueve los taludes protectores de la base de la escarpa, el flujo subterráneo proveniente de la región oriental alta de la meseta que ocasiona sobresaturación del suelo y su afloramiento a lo largo de la zona occidental, la desarticulación del sistema de alcantarillado en cuanto al funcionamiento proyectado, que se basó en predicciones respecto al posible crecimiento de la ciudad y que resultaron cortas al desarrollo real observado a lo largo de los años.

A lo largo del desarrollo de la primera y segunda fase del Plan General para el Control de la Erosión, la CDMB ha ejecutado aproximadamente mil trescientos catorce (1314) contratos distribuidos en los siete (7) programas que se contemplan

en dicho Plan, incluyendo los celebrados para afrontar situaciones imprevistas mediante el desarrollo de planes de emergencia. La siguiente figura representa la relación de los contratos en cada uno de los programas establecidos.

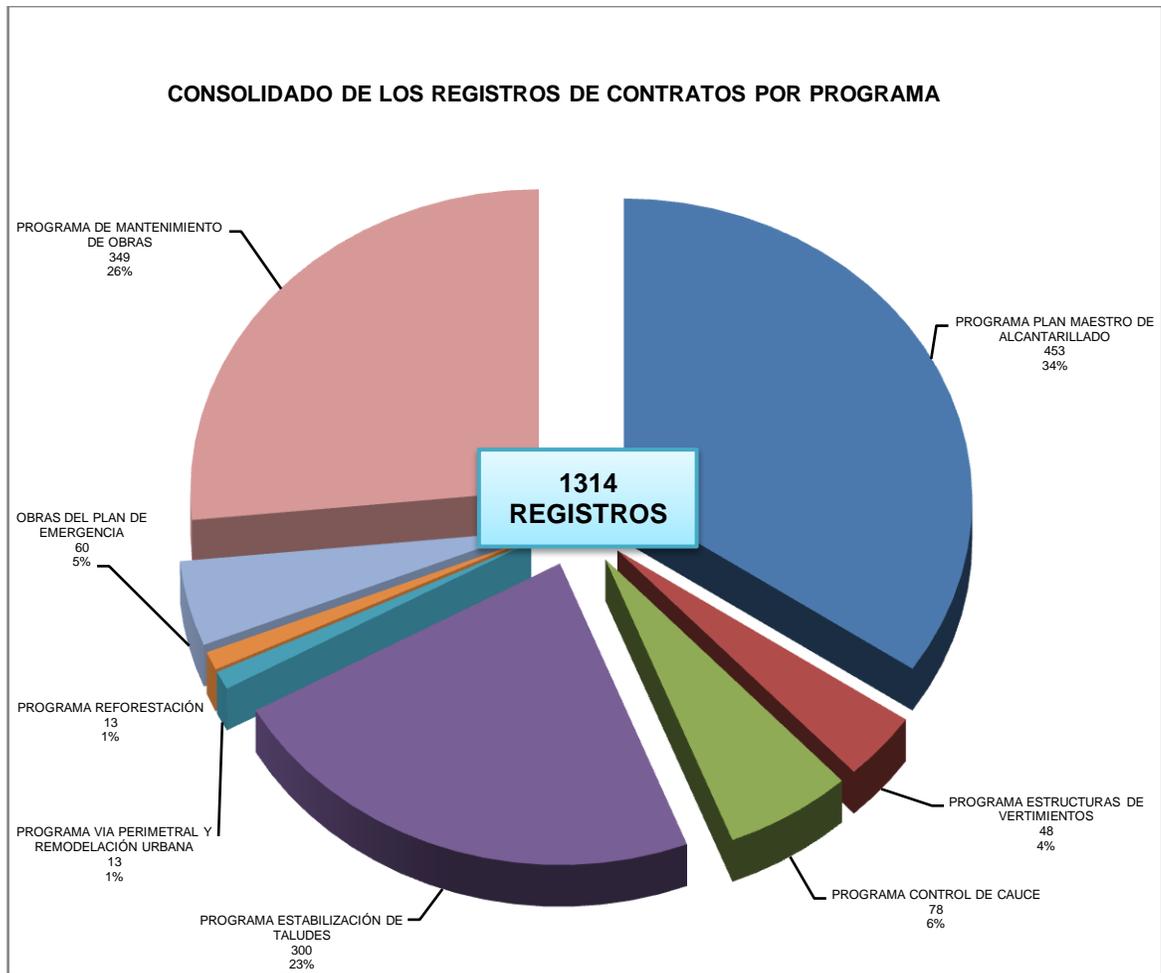


Figura 3. Consolidado de los registros de contratos

A continuación se presenta el análisis de la inversión ejecutada por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga dentro del desarrollo del denominado Plan General para el Control de la Erosión; es de anotar, que estos rublos se actualizaron mediante la aplicación de un factor de conversión anual, el

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

cual permitió estimar el valor respectivo al año 2010 para cada de los programas implementados para controlar la erosión en Bucaramanga:

- Plan Maestro de Alcantarillado
- Estructuras de Vertimiento
- Control de Cauces
- Estabilización de Taludes
- Reforestación
- Renovación Urbana
- Mantenimiento

Tabla 3. Inversión total de obras para controlar la erosión en Bucaramanga

PROGRAMA	INVERSIÓN EN PESOS ACTUALIZADO AL 2010
PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO	\$343.251.156.370
ESTRUCTURA DE VERTIMIENTOS	\$98.058.136.136
CONTROL DE CUACE	\$39.032.686.114
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES	\$89.755.053.768
REMODELACIÓN URBANA	\$13.680.522.002
REFORESTACIÓN	\$3.701.244.159
MANTENIMIENTO	\$24.593.265.934
OBRAS DEL PLAN DE EMERGENCIA	\$28.012.569.863
TOTAL	\$ 640.084.634.346

La CDMB en total ha invertido *SEISCIENTOS CUARENTA MIL OCHENTA Y CUATRO MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL TRECIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS (\$640.084.634.346).*

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Dentro del marco trazado para la concepción general del problema de la erosión, se realizó un diagnóstico general de las obras geotécnicas construidas en la ciudad a través del desarrollo del PGCE, para el cual una vez recopila la información existente de estudios, contratos, registros y documentos ejecutados por la CDMB dentro del Plan, se procedió a efectuar el inventario de las obras geotécnicas construidas para controlar el fenómeno de la erosión en las dos zonas descritas en primer lugar por La Escarpa Occidental, conformada esta por sus 14 sistemas de drenajes y en segundo, por la zona de la Meseta compuesta por los barrios, Asentamientos y Urbanizaciones que integran cada una de las 17 comunas presentes en la ciudad de Bucaramanga; labor que sirvió como punto de partida para evaluar el estado actual de cada una de las obras inventariadas.

El Municipio de Bucaramanga actualmente se encuentra severamente afectado por problemas erosivos originados en cierta parte por la ocupación indebida que se hizo de la franja verde de seguridad establecida para evitar los asentamientos humanos en taludes inestables, los cuales descargan las aguas residuales sobre los terrenos y quebradas sin tratamiento previo, acelerando la degradación de la cobertura vegetal, exponiendo al suelo a los rayos solares directos y a los efectos climáticos, al mismo tiempo que las oscilaciones de los niveles de agua subterránea debilitan la consistencia física del subsuelo.

Los problemas más severos que se presentan en los suelos del municipio de Bucaramanga se deben principalmente a las condiciones geológicas, geotécnicas y morfológicas del subsuelo de la ciudad, donde aspectos como: baja capacidad de soporte de los suelos subsuperficiales, áreas de suelos potencialmente licuables, eventos de precipitación y niveles freáticos poco profundos entre otros, van desencadenando procesos erosivos progresivos que ayudan a que se originen fenómenos de remoción en masa.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Así mismo, la falta de conciencia ciudadana sobre la protección del medio ambiente trae consigo problemas serios de contaminación por el inadecuado manejo de aguas sanitarias, lluvias, subterráneas, disposición de residuos sólidos; además, las descargas directas de aguas servidas sin tratamiento previo generan día a día, el agotamiento de los recursos naturales y el aumento del riesgo para la salud de la población.

La CDMB, desde sus inicios se ha encargado de estudiar, proyectar y ejecutar los planes que ha considerado necesario para la recuperación y conservación de los suelos en las áreas erosionadas que amenazan la estabilidad de la meseta de Bucaramanga; proyecto como el Plan General para el Control de la Erosión ha permitido la construcción de obras geotécnicas con el propósito de controlar los efectos provocados por el fenómeno de la erosión en la ciudad, dichas obras se clasifican de la siguiente manera:

A. MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES

- Canalizaciones
- Canales
- Canaletas.
- Estructuras de Vertimiento
- Disipadores

B. MANEJO DE AGUAS SUBTERRANEAS

- Filtro Francés
- Dren de Penetración
- Dren de Pantalla
- Dren de Zanja

C. OBRAS DE CONTENCIÓN

- Muro en Gavión
- Muro Concreto Ciclópeo
- Muro Concreto Reforzado
- Pantalla Anclada – Anclaje
- Muro Anclado
- Obras en Tierra

D. CONTROL DE LA EROSIÓN

- Manejo de aguas lluvias
- Recubrimientos con cobertura natural y artificial de raíces profundas
- Empradizaciones
- Recubrimiento con mortero

Todos estos tipos de obras, localizadas y distribuidas por todo el área de trabajo, fueron objeto de estudio e investigación para conocer a profundidad las condiciones en las que se encuentran y de esta manera obtener un diagnóstico general sobre la situación actual de las mismas; proceso que permitió proponer las recomendaciones pertinentes para dar solución y optimizar la labor que actualmente desempeñan las obras inventariadas.

El objeto de este estudio cubre un campo muy amplio, por tanto en esta sección no se presenta la descripción detallada de los aspectos investigados, para incluirla luego dentro del capítulo referente a la evaluación y formulación del nuevo plan recomendado para el control de la erosión en la ciudad de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

4.1 INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA

Se realizó la caracterización geológica de la ciudad de Bucaramanga mediante el análisis de cuarenta y un (41) puntos de estudio distribuidos en toda su extensión territorial, labor que permitirá actualizar el plano geológico local, específicamente en los sectores que componen la escarpa occidental (Ver Anexo 2).

El estudio se realizó y se presentó para 41 puntos estratégicos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Geología Regional
- ✓ Geología Estructural
- ✓ Unidades Geológicas Superficiales UGS
- ✓ Geología Local (Unidades Geológicas del Sector)

4.1.1 Geología Regional

De acuerdo con el Mapa Geológico contenido en el estudio “Zonificación Sismo Geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga” (INGEOMINAS, 2001), la ciudad de Bucaramanga se localiza sobre la Formación Bucaramanga que conforma el llamado abanico de Bucaramanga y sobre la formación Bocas.

- **Formación Bucaramanga**

La formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Santander, al noroccidente y occidente con el cerro de Palonegro y el río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2° y 7°, y una extensión aproximada de 60 a 80 km². La formación Bucaramanga está siendo disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más espesos, valores promedios cercanos a los 250 metros.

Teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1992), INGEOMINAS (2001) propuso dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Órganos (Qbo), Finos (Qbf), Gravoso (Qbg) y Limos Rojos (Qblr).

Se describen a continuación estos miembros, del más antiguo al más reciente, de acuerdo con la información geológica que se presenta en los estudios del INGEOMINAS (2001).

- **Miembro Órganos (Qbo)**

Definido por Hubach (1952). Esta es la unidad más potente de la formación Bucaramanga, estimándose que su espesor podría superar los 180 m.; De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, con alternancia de capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952), describe niveles lenticulares, limo arenosos, con espesores de hasta 5 m.

- **Miembros Finos (Qbf)**

Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (Miembro Órganos) y el nivel superior (Miembro Gravoso) en contactos netos plano paralelos. Es una extensa capa lenticular horizontal, más o menos continua, de unos 15 m de espesor promedio, donde alternan niveles arcillosos, limo arenosos y areno limosos, de colores gris verdosos.

- **Miembro Gravoso (Qbg)**

Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del barrio Barcelona y el nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La cumbre, La Feria, Polvorines, Don Bosco y la vía a Café Madrid. La morfología que presenta el miembro Gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas, pero hacia la parte sur de la quebrada la Iglesia la morfología corresponde a colinas suaves onduladas y laderas alargadas, con un drenaje dendrítico.

Su espesor varía entre 8 y 30 metros; presenta niveles gravosos, gravo arenosos y gravo lodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0,8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido; en general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- **Miembro Limos Rojos (Qblr)**

Nivel definido por Julivert (1963). Este miembro se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme y se continúa hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca. Morfológicamente este miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%; el drenaje es escaso paralelo y superficial (Niño y Vargas, 1992).

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observa la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados.

- **Formación Bocas (TRb)**

Esta formación fue definida por Dickey (1941), quien le asignó el nombre de Serie Bocas; Ward et al. (1973), le dan el nombre de formación Bocas.

La sección tipo de la formación Bocas se localiza en el sector comprendido entre Puente Tierra y la inspección de Bocas, por la carretera a Rionegro (Tomado de Ward et al. 1973). Estas rocas afloran hacia el este de las montañas de los Angelinos y hacia el norte, en la confluencia de los ríos De Oro y Suratá. Esta formación se observa en contacto fallado con las formaciones Girón, Tiburón y Floresta.

El espesor de esta unidad es de aproximadamente 590 m según Ward et al, (1973). Esta formación infrayace a la formación Jordán en contacto transicional. Ward et al, (1973) por criterios estratigráficos le asignan una edad Triásica.

4.1.2 Geología Estructural

Según el marco tectónico regional, la zona de Bucaramanga corresponde al estilo estructural conocido o asociado a fallas rumbo–deslizantes que generan una cuenca de tracción “*pullapartbasin*” de forma ortorrómbica producto de un cizallamiento puro, que es común en regiones de acortamientos de la corteza terrestre; tales como, los cinturones de plegamiento según León (1991, en Bueno y Solarte, 1994). Dentro del área de estudio se tiene como rasgo sobresaliente el Sistema de Fallas de Bucaramanga y la Falla del Suárez, que se describen a continuación.

- **Falla de Bucaramanga**

Constituye la estructura principal de la zona, con una dirección general N15°–25°W. Según Ward et al (1973), su desplazamiento es sinextral acompañado de grandes desplazamientos verticales. Julivert (1961) muestra la falla de Bucaramanga como una serie de fallas inversas de alto ángulo con el bloque oriental levantado.

Es una falla de carácter regional, que tiene más de 220 km de longitud en Santander y Boyacá. Su trazo hacia el norte coincide con la falla de Santa Marta por lo cual es denominada sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta con más de 500 km de longitud. Según estudios realizados por el INGEOMINAS (1997) esta falla se considera activa y con capacidad de generar Magnitudes Máximas Probables de 7.2.

- **Falla del Suárez**

Presenta un trazo principalmente curvilíneo o sinuoso, con una dirección aproximada N30°E, siendo muy notorio y continuo, tanto en imágenes de satélite como en fotografías aéreas. Se caracteriza por un marcado contraste topográfico

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

en su lado oeste, resultado de su movimiento principalmente vertical, que permite junto con la falla del Carmen, la conformación de la serranía de los Cobardes. Unido a este rasgo geomorfológico se destacan también el control del río Suárez, la disposición de un gran número de silletas, notorios escarpes, cambios bruscos de pendiente y un plano de falla que sirve de contacto entre unidades litológicas de edades jurásicas, triásicas y cretácicas, correspondiente a una amplia franja dispuesta en la parte central del departamento de Santander.

4.1.3 Unidades Geológicas Superficiales (UGS)

En el presente estudio se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada 1:500, de acuerdo con las condiciones físico mecánicas de los suelos en diferentes sitios de la escarpa con el objetivo de hacer pre diseños para estabilización de las zonas consideradas como críticas. Se siguió la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

Estos mapas se obtienen a partir del análisis de la información geológica que permite separar diferentes tipos de roca de acuerdo con su grado de meteorización, fracturamiento y resistencia geológica, así como suelos de acuerdo con su origen en transportados y residuales. En Bucaramanga afloran depósitos de suelo de la formación Bucaramanga, además de suelos coluviales activos e inactivos y botaderos de escombros.

- **Unidades de Roca**

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales y en su estado actual dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de los materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las Unidades Geológicas Superficiales, se tuvieron en cuenta, entre otros aspectos: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante el análisis de perfiles de afloramientos rocosos. De acuerdo con los factores considerados anteriormente se caracterizaron las unidades de roca, en Dura, Intermedia y Blanda. En este capítulo únicamente se describen las unidades que afloran en el área de estudio.

- **Unidades de Roca Intermedia (Ri)**

En la nomenclatura del mapa de Unidades Geológicas Superficiales, las unidades de roca intermedia se identifican con las letras Ri, comprendiendo rocas de dureza media, con bandeamiento delgado a medio (entre 10 y 30 centímetros). En general son rocas moderadamente fracturadas (espaciamiento 20-60 centímetros) y un grado de meteorización moderado (grados III y IV). Incluye las rocas sedimentarias de la formación Bocas.

- **Unidades de Roca Blanda (Rb)**

En la nomenclatura del mapa de unidades geológicas superficiales, las unidades de roca blanda se identifican con las letras Rb, las cuales corresponden a rocas de naturaleza blanda a muy blanda, es decir alta a completamente meteorizadas, con fracturamiento ato a muy alto, un índice geológico de resistencia pobre a muy

pobre y en general con macizos rocosos afectados por tectonismo. Incluyen las rocas sedimentarias de la formación Bocas.

- **Unidades de Suelo**

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) (Tabla 4). En el área estudiada se reconocieron suelos transportados de origen aluvial-fluvio torrencial, de ladera y antrópicos, los cuales se describen a continuación.

Unidades de Suelo Transportado

Dentro de este tipo de materiales predominan los suelos aluviales derivados de la formación Bucaramanga que corresponden a un abanico de origen fluvio torrencial de aproximadamente 300 m de espesor, el cual presenta diferentes niveles bien diferenciados.

También se diferenciaron suelos coluviales, originados sobre laderas por efectos gravitatorios los cuales se encuentran inactivos, excepto por uno en la parte baja del barrio que amenaza algunas viviendas. Se identificaron además botaderos de escombros dispersos en los alrededores de viviendas que fueron reubicadas.

Tabla 4. Clasificación genética de las unidades de suelo

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- **Suelos del Miembro Finos (Formación Bucaramanga) (Sf11)**

Esta unidad está conformada principalmente por arcillas y limos de color gris claro a verde, con estratificación plano paralela; en algunos sectores se encuentran niveles areno-limosos, de un color amarillo a pardo y el espesor varía ampliamente en diferentes partes del área de Bucaramanga, infrayaciendo al miembro gravoso.

- **Suelo Gravoso del Miembro Órganos (Formación Bucaramanga) (Sft3)**

Corresponde a un depósito principalmente matriz soportado, cuya matriz es areno-arcillosa, de color gris claro, con tintes marrones y rojizos de alteración, altamente erodable. Los bloques y cantos son redondeados, se componen de arenisca cuarzosa, de grano fino, micácea, con grado de alteración bajo a moderado. También se aprecian limolitas rojas alteradas, cantos de cuarzo, conglomerados y cuarcitas frescas.

- **Suelo del Miembro Gravoso (Formación Bucaramanga) (Sft2)**

Los depósitos que conforman el miembro Gravoso de la formación Bucaramanga, presentan un grado de meteorización variable, fluctuando entre materiales inalterados a completamente meteorizados.

Los bajos porcentajes de humedad natural, el predominio granular y el grado de meteorización, sugiere que al menos la parte superficial de este miembro, tiene poca compactación y buena permeabilidad.

- **Suelos del Miembro Limos Rojos (Formación Bucaramanga) (Sf12)**

Geomorfológicamente este miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano; el drenaje es escaso, paralelo y poco profundo. La parte más superficial de este miembro se

 cdm b	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	C O N S O R C I O M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

- **Suelos Coluviales Activos (Sco1) e Inactivos (Sco2)**

Los coluviones son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia o movimientos en masa (INGEOMINAS, 2007). Se caracterizan por ser materiales clasto-soportados o matriz soportados según el origen de los sedimentos. Su tamaño de grano varía desde grava (sedimentos con diámetro mayor a 2 milímetros) hasta bloques de 0,8 m de diámetro. La matriz de estos depósitos tiene consistencia muy baja a baja en coluviones activos y media a alta en coluviones inactivos. Su composición litológica depende de la fuente de origen de los sedimentos.

- **Suelos de Botaderos de Escombros (Sla)**

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería o con la intención de aprovechar áreas de cauce de drenajes. Están compuestos principalmente por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción, excavaciones para minería o para adecuación de terrenos. Se incluyen los rellenos de basura (Ejemplo: El Carrasco). Este material presenta poca compactación.

- **Suelos Aluviales de Cauce Activo (Sa1)**

Son sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por una pequeña corriente de agua que nace en la parte baja de la ladera y que tiene una dirección Norte Sur. Esta corriente está canalizada y desarrolla un pequeño valle

aluvial de material areno arcilloso, medianamente compacto, con presencia esporádica de cantos de arenisca.

- **Suelos Antropogénicos (Sla)**

Son materiales heterogéneos dispuestos por el hombre después de realizar cortes en las laderas para construcción, generalmente en forma caótica y sin ningún tratamiento o adecuación.

Corresponden a materiales depositados en las laderas aledañas a cortes realizados para construcción de viviendas. No presentan ningún tipo de compactación y están compuestos principalmente por suelo Gravoso del Miembro Órganos (Sft3), cuya matriz es totalmente suelta y se compone de arena, arcilla, grava englobando fragmentos de roca subredondeados a subangulares. También se observan en estos depósitos restos de madera, botellas de plástico, bolsas etc. Su espesor no sobrepasa los 1.5 m.

- **Suelo residual de la Formación Bocas (Srb)**

Son suelos residuales de consistencia alta, de textura limo-arenosa y en algunas partes areno gravosa, de color amarillo a naranja pálido, con granos de cuarzo y fragmentos líticos, poco consolidado y algo friable.

De acuerdo con lo observado en campo, y por medidas realizadas sobre cortes geológicos, se estima que la profundidad a la que se extiende el suelo residual puede variar entre 2 y 4 metros.

4.1.4 Geología Local

Corresponde a la descripción de las Unidades Geológicas Superficiales que fueron diferenciadas a partir de las unidades Geológicas, las cuales afloran en cortes de talud y laderas de los sectores críticos de la escarpa occidental de Bucaramanga. Para cada sitio se presenta la Geología Local de acuerdo a las características presentes en el terreno. Las unidades Geológicas encontradas sobre la escarpa occidental de Bucaramanga son las siguientes:

- Suelo Gravoso del miembro Órganos (formación Bucaramanga) (Sft3)
- Suelo del miembro Gravoso (formación Bucaramanga) (Sft2)
- Suelo del Miembro Limos Rojos (formación Bucaramanga- Sfl2)
- Suelos Coluviales Inactivos (Sco2)
- Suelos Coluviales Activos (Sco1)
- Suelos de Botaderos de Escombros (Sla)
- Suelo residual de la Formación Bocas (Srb)

En los informes finales de los correspondientes cuarenta y un (41) puntos estratégicos definidos para caracterizar a la ciudad de Bucaramanga, se muestra a detalle la información correspondiente al estudio geológico.

4.2 INVESTIGACIÓN HIDROLÓGICA

Se evaluó la hidrología de los sectores localizados sobre la escarpa occidental de Bucaramanga a partir de los datos obtenidos de la totalidad de las estaciones meteorológicas de la ciudad. En el estudio hidrológico se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos.

4.2.1 Climatología e Hidrología General

En términos generales, los parámetros climáticos obtenidos por el IDEAM para la ciudad de Bucaramanga a nivel mensual se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Principales parámetros meteorológicos, Bucaramanga

Medios	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Precipitación	52.4	70.6	131.9	152.9	123.5	89.0	84.4	91.8	92.6	157.0	110.9	57.9
N° días	8	9	14	18	19	17	18	20	18	20	14	9
T. máx. abs.	29.2	30.5	29.6	29.0	29.0	29.2	29.0	30.2	29.4	28.8	29.0	28.4
T. mín. abs.	15.0	15.4	15.6	16.7	16.6	15.6	14.2	12.4	15.5	13.0	15.8	15.6
T. máx. med.	27.3	27.6	27.9	27.5	27.6	27.6	27.6	28.2	28.0	27.6	26.9	26.9
Temperatura	21.1	21.4	21.6	21.4	21.3	21.3	21.3	21.3	21.1	20.6	20.7	20.7
T. mín. med.	16.7	16.9	16.9	17.2	17.3	17.0	16.6	16.4	16.5	16.3	17	16.8
Humedad	82	83	84	87	88	87	85	84	86	89	90	88
Brillo	216.4	163.1	149.1	132.7	152.1	142.6	172.2	155.7	153.7	145.4	148.1	188.6
Evaporación	135.5	128.7	135.2	117.8	122.5	110.4	124.0	121.8	121.1	115.7	127.7	116.5
Nubosidad	4	5	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5

- **Descripción general de la temperatura, humedad y brillo solar**

A manera de ilustración sobre el comportamiento de las variables del clima en la región, se presentan los datos de los análisis tomados para este estudio, tales como temperatura, humedad relativa y brillo solar de las estaciones seleccionadas. En las siguientes imágenes se muestran los histogramas de dos estaciones seleccionadas para uno de los sectores de estudio.

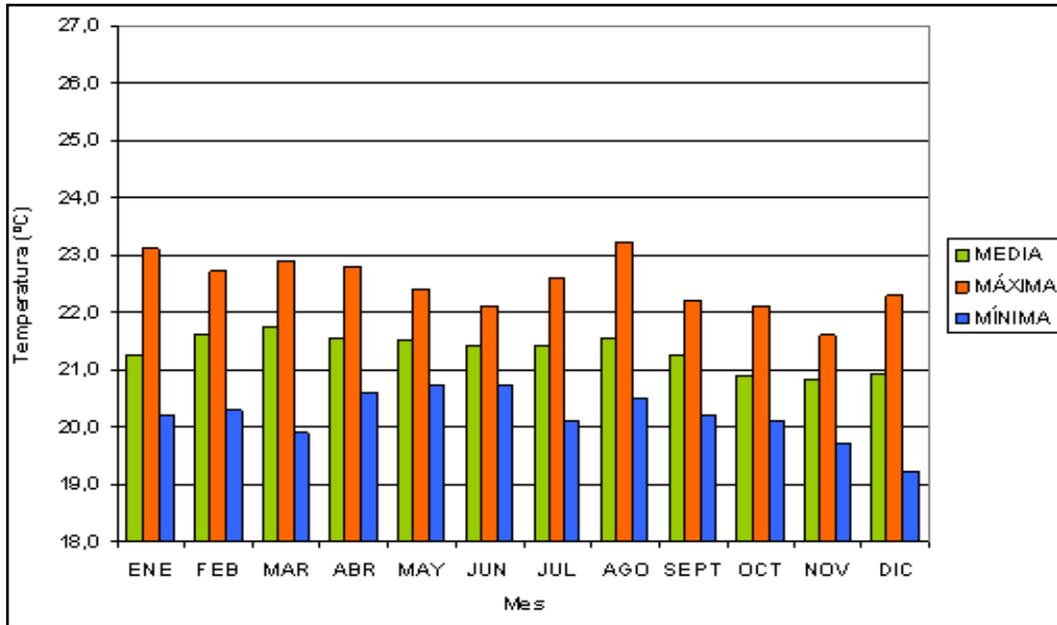


Figura 4. Temperatura media mensual multianual estación- UIS

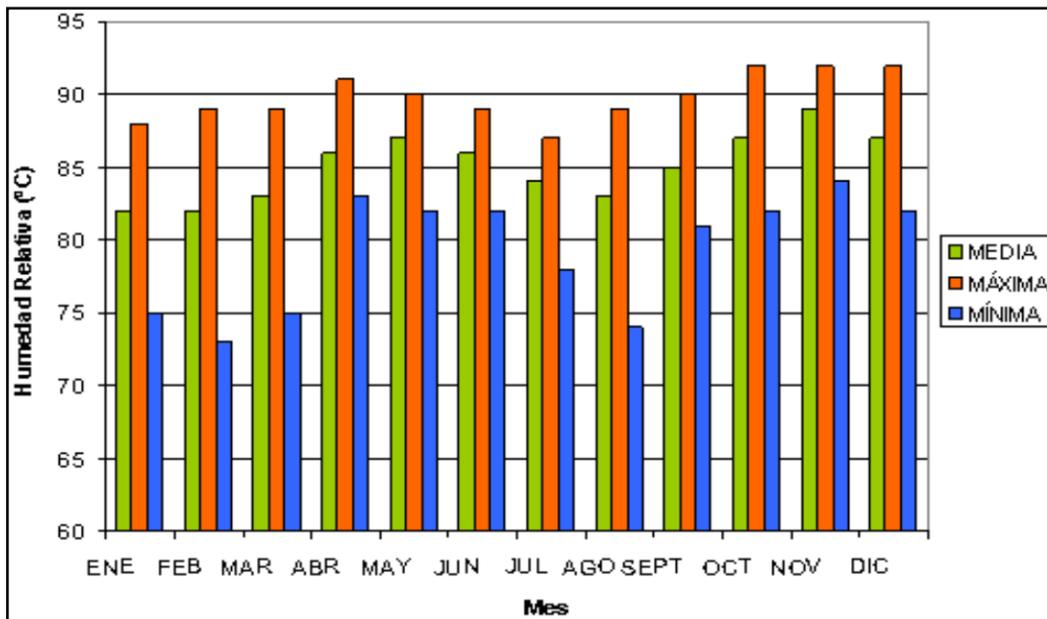


Figura 5. Humedad relativa (%) promedio mensual multianual estación Apto Palonegro

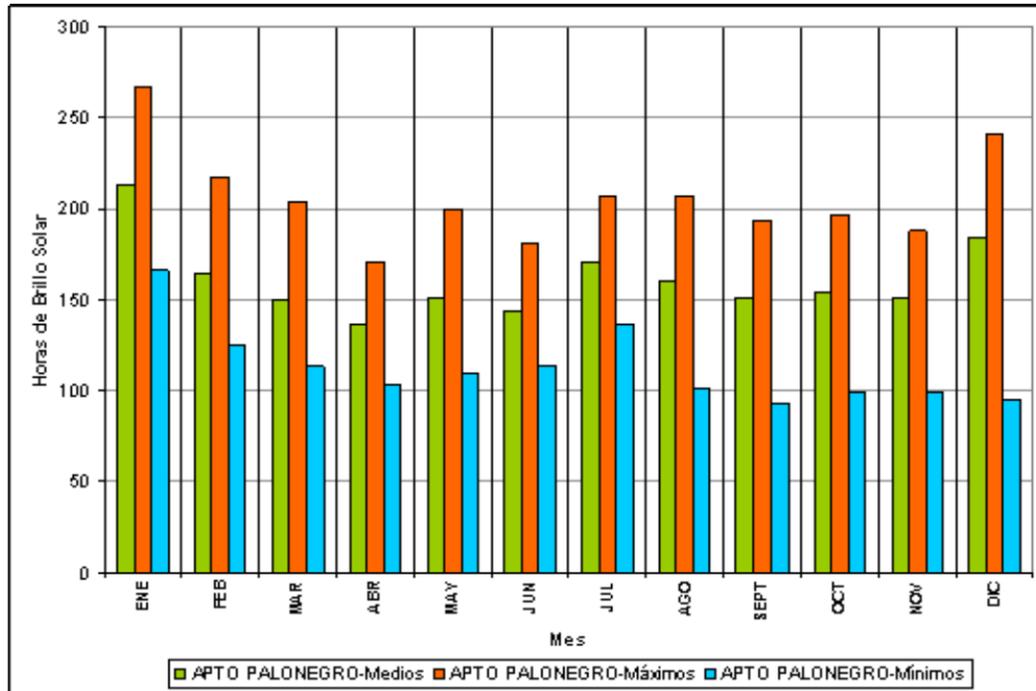


Figura 6. Brillo solar (Horas) mensual multianual estación Apto Palonegro

- **Descripción general de la precipitación**

La precipitación es de gran importancia en los análisis de amenaza que se realizarán en el área de estudio. Además, al ser un análisis detallado, es necesario determinar la incidencia de la precipitación sobre el terreno en términos de escorrentía y establecer las posibles obras requeridas.

A partir de los datos de precipitación entre los años 1985 y 2005 de las diferentes estaciones seleccionadas, se generaron los histogramas para las estaciones como se presenta en la Figura 7 de forma particular para la estación Aeropuerto Palonegro.

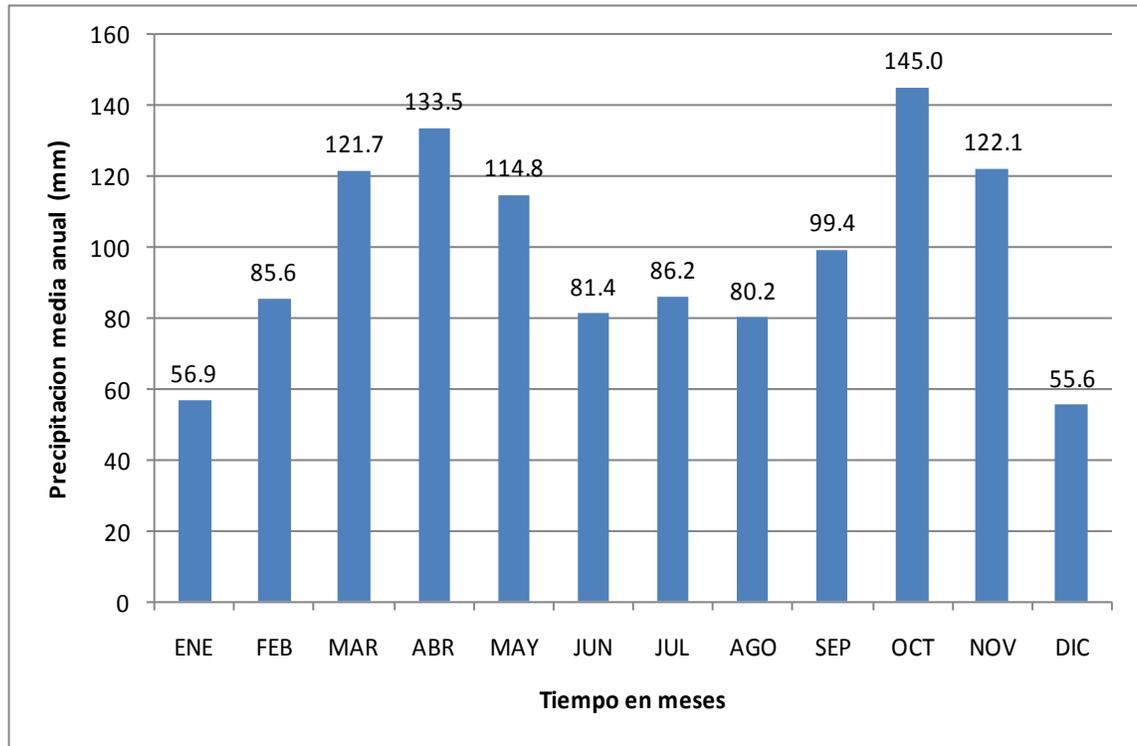


Figura 7. Precipitación media mensual multianual estación Aeropuerto Palonegro

Se evaluó el mapa de isoyetas de la ciudad de Bucaramanga para determinar la distribución de la precipitación anual.

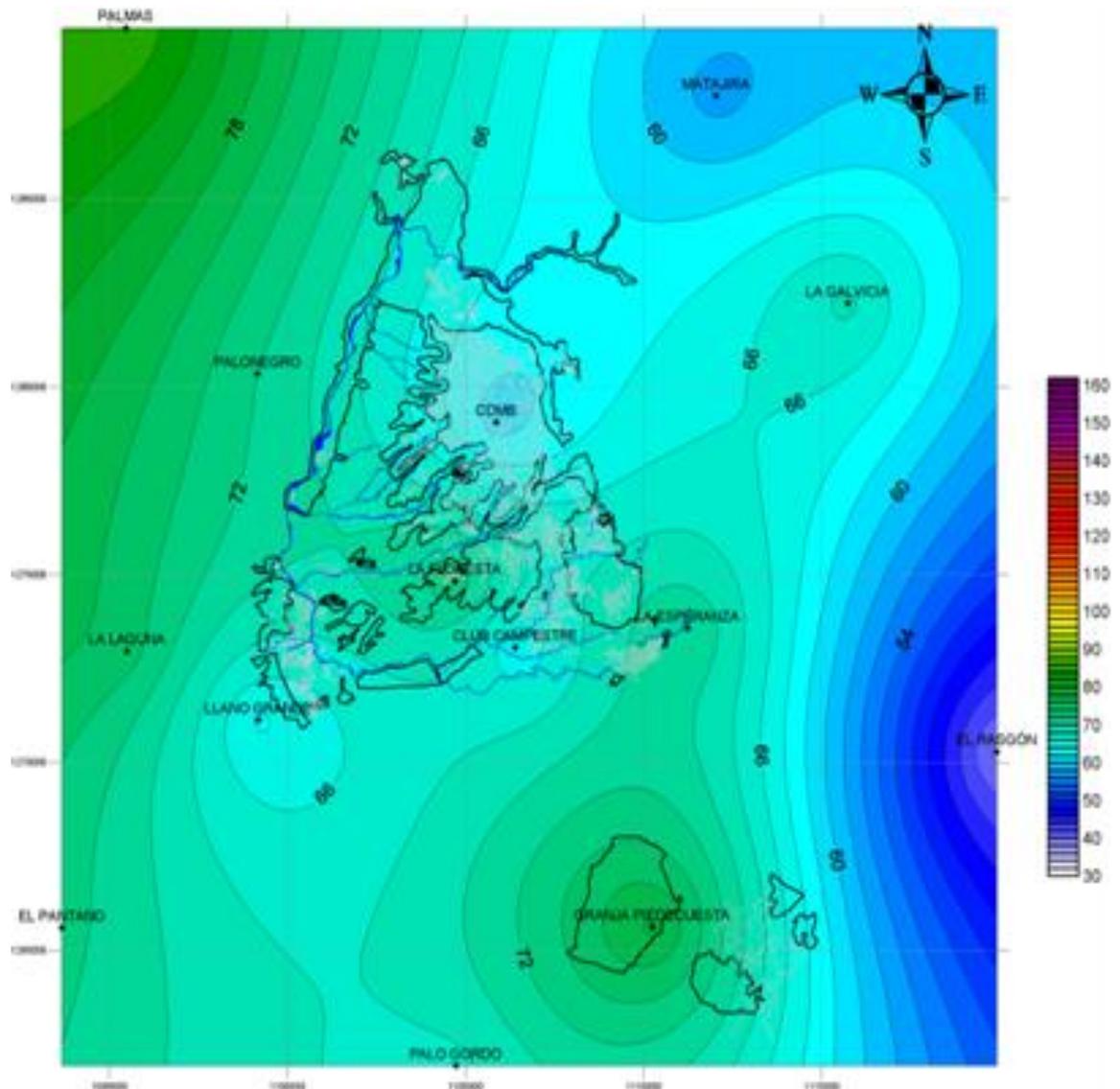


Figura 8. Isoyetas para un periodo de retorno de 2 años. (Fuente: INGEOMINAS 2008)

4.2.2 Datos Hidrometeorológicos

Antes de adquirir los datos hidrometeorológicos de la zona de estudio, se realizó un análisis cualitativo indicativo de la calidad de los registros, encontrándose que la periferia al área metropolitana es de menor cubrimiento espacial, mientras que en las proximidades a las cabeceras municipales mejora la calidad de registro.

 cdm b	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	C O N S O R C I O M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Seguidamente se elaboró el inventario de información oficial existente con base en el catálogo de estaciones WEB del IDEAM. Se observaron principalmente las estaciones con registros climatológicos (CO, CP y SP), de tipo Pluviométrico (PM) y Pluviográfico (PG), por ser ésta la información de mayor relevancia para el estudio.

Las estaciones fueron seleccionadas bajo criterio e interés particular requerido para éste estudio hidrológico. La información obtenida de las estaciones no solo permitirá la actualización de la información para observar el contexto hidrológico del territorio y observar el comportamiento temporal de la precipitación sino que también permitirá tener fundamentos sólidos para afirmar o concluir posibles relaciones sobre la ocurrencia de lluvias y deslizamientos.

4.2.3 Información Hidrológica

Los estudios técnicos elaborados en el área de estudio, proporcionan suficiente información técnica.

El Área Metropolitana de Bucaramanga se destaca desde el punto de vista de monitoreo hidrológico porque cuenta con un considerable número de estaciones hidrometeorológicas, en gran medida justificadas por ser esta zona de alta importancia como eje central del desarrollo de la región y por otra parte, por la necesidad de monitoreo de los fenómenos erosivos y de remoción en masa que se presentan, comparada con otras regiones del país.

No obstante el reconocimiento de las potencialidades del territorio y su red de monitoreo, de esa extensa red conformada según el IDEAM por 69 estaciones en los municipios de Bucaramanga, Lebrija, Girón, Piedecuesta, Floridablanca, Tona, Rionegro y Matanza, solo 32 se encuentran a la fecha activas conforme la Tabla 6.

 c d m b	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Tabla 6. Inventario de estaciones en el Área Metropolitana de Bucaramanga

N°	Código	Nombre estación	Tipo	Municipio	Corriente	Instalada
1	2319503	APTO GOMEZ NINO	SINOPTICA SUPLEMENTARIA	Bucaramanga	DE ORO	1/6/1940
2	2319083	BUCARAMANGA IDEAM	PLUVIOGRAFICA	Bucaramanga	SURATA	1/10/1996
3	2319080	HIMAT R.11	PLUVIOMETRICA	Bucaramanga	DE ORO	1/6/1984
4	2319504	UNIV IND SANTANDER	CLIMATOLOGICA PRINCIPAL	Bucaramanga	TONA	1/1/1957
5	2319505	VIVERO CHIMITA	CLIMATOLOGICA PRINCIPAL	Bucaramanga	SURATA	1/8/1968
6	2319746	ESPERANZA LA	LIMNIMETRICA	Floridablanca	FRIIO	1/1/1977
7	2319059	FLORESTA LA	PLUVIOGRAFICA	Floridablanca	Q DE LA IGLESIA	1/6/1978
8	2319040	GALVICIA LA	PLUVIOMETRICA	Floridablanca	TONA	1/1/1968
9	2319743	CONQUISTADOR EL	LIMNIMETRICA	Piedecuesta	DE ORO	1/7/1978
10	2319070	PIEDECUESTA GJA	PLUVIOGRAFICA	Piedecuesta	LATO	1/7/1970
11	2403701	PRIMAVERA	LIMNIMETRICA	Piedecuesta	MANCO	1/7/1978
12	2319740	ANGOSTURAS	LIMNIGRAFICA	Lebrija	LEBRIJA	1/8/1972
13	2319513	APTO PALONEGRO	SINOPTICA PRINCIPAL	Lebrija	DE ORO	1/8/1974
14	2319026	LAGUNA LA	PLUVIOMETRICA	Lebrija	Q LA ANGULA	1/5/1967
15	2319044	NARANJO EL	PLUVIOMETRICA	Lebrija	Q SAN BENITO	1/4/1971
16	2319038	PALMAS	PLUVIOMETRICA	Lebrija	Q HONDA	1/11/1967
17	3701502	BERLIN	CLIMATOLOGICA ORDINARIA	Tona	JORDAN	1/5/1968
18	3701701	BERLIN	LIMNIMETRICA	Tona	JORDAN	1/5/1972
19	2319030	PICACHO EL	PLUVIOMETRICA	Tona	TONA	1/7/1967
20	2319013	TONA	PLUVIOMETRICA	Tona	TONA	1/5/1958
21	2319729	CAFE MADRID	LIMNIGRAFICA	Giron	LEBRIJA	1/12/1968
22	2319511	LLANO GRANDE	CLIMATOLOGICA ORDINARIA	Giron	DE ORO	1/7/1971
23	2319028	PALO GORDO	PLUVIOMETRICA	Giron	DE ORO	1/6/1967
24	2319060	PANTANO EL	PLUVIOMETRICA	Giron	Q LA ANGULA	1/11/1967
25	2406007	PARROQUIA LA	PLUVIOGRAFICA	Giron	Q AGUA BLANCA	1/9/1959
26	2406503	TRIGUEROS HDA	CLIMATOLOGICA PRINCIPAL	Giron	SOGAMOSO	1/3/1996
27	2319730	VAHONDO	LIMNIMETRICA	Giron	DE ORO	1/12/1969
28	2319034	MATAJIRA	PLUVIOMETRICA	Matanza	SURATA	1/10/1967
29	2319035	LLANO DE PALMAS	PLUVIOMETRICA	Rionegro	Q HONDA	1/11/1967
30	2319046	PAPAYAL	PLUVIOMETRICA	Rionegro	LEBRIJA	1/5/1971
31	2319036	PORTACHUELO	PLUVIOMETRICA	Rionegro	NEGRO	1/10/1967
32	2319713	PTE SARDINAS	LIMNIGRAFICA	Rionegro	SANTA CRUZ	1/10/1967

4.2.4 Caracterización de la Precipitación

La caracterización de la precipitación se realizó teniendo en cuenta los respectivos análisis de precipitación total anual, variación espacial de la precipitación total, precipitación máxima en 24 horas y lluvias de corta duración.

Generalmente las precipitaciones son consideradas uno de los aspectos más influyentes en la estabilidad de las laderas al punto de considerarlas como factor detonante, bien sea por causa de un volumen acumulado en largos periodos de tiempo o por su intensidad comúnmente asociada a cortas duraciones.

Es por esta razón que en los estudios de estabilidad se debe considerar el evento de lluvia dentro de los detonantes de movimientos en masa. De otro lado, las lluvias de corta duración y elevado volumen resultan ser críticas a la hora de realizar un análisis de este tipo, dado que esta combinación incrementa las presiones de poros en los suelos de forma exagerada, con la consecuente disminución de los esfuerzos efectivos y por ende, pérdida de resistencia del material, produciéndose de forma casi instantánea la falla del talud.

Para el análisis de las lluvias de corta duración se recurre a la obtención de las denominadas Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia), las cuales son de uso fundamental en los diseños de obras hidráulicas. Las curvas IDF se obtienen a partir de registros pluviográficos donde cada aguacero entra a formar parte de la historia de registro de la estación, por esta razón las curvas ya construidas pueden variar en el tiempo, más aún si eventos extraordinarios de lluvia son registrados. Para el caso de cada sector en particular se recomienda emplear la curva IDF de la estación más cercana.

4.2.5 Cartografía Base

La hidrología trabajada en el presente estudio se realizó sobre la cartografía oficial del proyecto. La localización de las estaciones se encuentra en coordenadas planas correspondientes al área metropolitana de Bucaramanga conforme el proyecto INGEOMINAS 2008.

4.2.6 Drenaje Natural y Artificial

Con la cartografía suministrada se realizó un ejercicio de complementación de la información levantada respecto a los posibles drenajes que se conforman producto de los aguaceros y que para el mismo son interpretados a partir de las curvas de nivel del levantamiento suministrado.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Con ésta información se pueden esquematizar las sub cuencas o sub áreas de drenaje y extraer características generales del mismo por escorrentía en el sector.

4.2.7 Cálculo de la Escorrentía

Para estimar los caudales de escorrentía a manejar en las obras, se emplea dentro del análisis hidrológico el Método Racional¹ dado que se aplica en cuencas homogéneas pequeñas, naturales o urbanas, y preferiblemente en extensiones menores a las 10 hectáreas como en éste caso.

Se representa con la siguiente expresión dimensional:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde;

Q: es el caudal pico de la escorrentía que se genera a la salida de una cuenca o área vertiente en m³/s

A: es el área que concentra la escorrentía en km²

I: es la intensidad considerada constante en mm/h que tiene el aguacero de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

C: es el coeficiente de escorrentía; su valor está comprendido entre cero y uno, y depende de la morfometría de la cuenca y de su cobertura.

La asignación de valores apropiados al coeficiente de escorrentía es subjetiva porque, aun cuando existen tablas y recomendaciones generales, la experiencia y criterio de su selección a partir de la experiencia es determinante. Es necesario anotar que las corrientes naturales han sido interpretadas como los cursos de agua posibles de formarse luego de un aguacero y no corrientes permanentes.

¹Chow, VenTe, Open-Channel Hydraulics, 1960.

Teniendo en cuenta que dentro de la solución de estabilidad propuesta en el sector deberá darse manejo a la escorrentía producida, en especial de aquella que se concentra produciendo daño desde la parte alta de la ladera y hacia su base producto del curso que toman las aguas, se debe considerar este factor importante en la medida en que refleja con qué porcentaje la lluvia se traduce en caudal y alimenta el drenaje superficial.

El criterio en éste estudio es conservador dada la presión que existe sobre el suelo para ocupación ilegal. En la tabla 7 se muestran los coeficientes de escorrentía tomados de acuerdo al tipo de suelo o superficie presentes en el área.

Type of Drainage Area	Runoff Coefficient, C*
Business:	
Downtown areas	0.70 - 0.95
Neighborhood areas	0.50 - 0.70
Residential:	
Single-family areas	0.30 - 0.50
Multi-units, detached	0.40 - 0.60
Multi-units, attached	0.60 - 0.75
Suburban	0.25 - 0.40
Apartment dwelling areas	0.50 - 0.70
Industrial:	
Light areas	0.50 - 0.80
Heavy areas	0.60 - 0.90
Parks, cemeteries	0.10 - 0.25
Playgrounds	0.20 - 0.40
Railroad yard areas	0.20 - 0.40
Unimproved areas	0.10 - 0.30
Lawns:	
Sandy soil, flat, 2%	0.05 - 0.10
Sandy soil, average, 2 - 7%	0.10 - 0.15
Sandy soil, steep, 7%	0.15 - 0.20
Heavy soil, flat, 2%	0.13 - 0.17
Heavy soil, average 2 - 7%	0.18 - 0.22
Heavy soil, steep, 7%	0.25 - 0.35
Streets:	
Asphaltic	0.70 - 0.95
Concrete	0.80 - 0.95
Brick	0.70 - 0.85
Drives and walks	0.75 - 0.85
Roofs	0.75 - 0.95
* Higher values are usually appropriate for steeply sloped areas and longer return periods because infiltration and other losses have a proportionally smaller effect on runoff in these cases.	

Tabla 7. Coeficientes de escorrentía

4.3 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Este modelo sistemático detalla las actividades que se deben llevar a cabo para cumplir con las normas y metodologías existentes para desarrollar una Exploración Geotécnica. El modelo representa la caracterización geotécnica de los materiales y la clasificación geomecánica de las zonas críticas propuestas para desarrollar el análisis de detalle geotécnico dentro del estudio del Plan General de Control de la erosión.

La investigación obtendrá la identificación de las características geotécnicas de cada área de estudio mediante trabajos de campo que definan las propiedades del macizo rocoso o suelo, complementados con trabajos de laboratorio que permitan obtener la información suficiente y adecuada para caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados dentro del modelo geológico de cada sitio.

La investigación geotécnica involucrará un programa acertado de exploración directa mediante sondeos (perforaciones, apiques, trincheras, etc.), e indirecta mediante sondeos geofísicos, geoelectrónicos, etc., seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área de interés.

El informe final resultado del estudio de investigación geotécnico permite la caracterización geotécnica y geomecánica de los materiales que componen el suelo las zonas críticas de la escarpa de Bucaramanga y justifica la importancia de los trabajos y obras a desarrollar para mejorar la estabilidad de cada sector.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Los aspectos más importantes que revela el estudio geotécnico son los métodos o mecanismos con los que se pretende alcanzar los objetivos según el tiempo estimado y los recursos empleados para tal fin. Un Plan de Investigación debe ser completo, lo cual garantiza que se logre consolidar el conocimiento y la información necesaria para valorar e interpretar los resultados obtenidos. Como respuesta a este estudio se elaboró un documento final que contiene los resultados de la investigación geotécnica desarrollada en la totalidad de sectores de estudio, lo cual incluye, Levantamiento Topográfico de la zona, Desarrollo de perforaciones, Desarrollo de Apiques, Ensayos de Laboratorio, Geología e Interpretación de parámetros geotécnicos que sirven de base para la caracterización del comportamiento de los suelos del área de estudio.

5 EVALUACIÓN DEL PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSION EXISTENTE

Como se ha dicho anteriormente, El Plan General para el Control de la Erosión se ejecutó satisfactoriamente en su primera etapa hasta el año de 1984, dirigida ésta principalmente a la construcción de obras civiles para el control erosivo y distribuidas en los programas: Plan Maestro de Alcantarillado, Estructuras de Vertimiento, Control de cauces, estabilización de taludes y Vías Perimetrales. El desarrollo de esta etapa, permitió establecer una base para asegurar la estabilidad de la Meseta de Bucaramanga, pero no logró detener totalmente el avance del proceso erosivo.

Para alcanzar el objetivo de mantener bajo control el avance del proceso de erosión, era necesario el desarrollo de las actividades programadas dentro de la Segunda Etapa de este Plan, la cual implementaría todos los sistemas instaurados en la primera, contemplando la construcción de obras indispensables para evitar que nuevos focos erosivos se generaran o las obras ya construidas se deterioraran. Los programas involucrados dentro de esta etapa son: Control de Cauce, Estabilidad de Taludes y Remodelación Urbana.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de los programas que componen el Plan General para el Control de la Erosión en Bucaramanga durante el desarrollo de su Fase I y II.



Tabla 8. Evaluación del Plan General para el Control de la Erosión de Bucaramanga Fase I y II

NUMERO	PROGRAMA	DESCRIPCIÓN	META		INDICADOR	CRITERIO DE EVALUACIÓN
			PROGRAMADO	EJECUTADO		
1	PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO	Realizar el Plan Maestro de Alcantarillado para racionalizar el drenaje de la ciudad mediante la construcción de una red de interceptores habilitando el alcantarillado existente y conectando las aguas residuales y las aguas pluviales.	30,5 Kilometros	30,5 Kilometros	100%	Bueno
2	ESTRUCTURAS DE VERTIMINETOS	Conducir las aguas captadas por el sistema de alcantarillado desde el borde de la meseta hasta la cabecera de las cañadas.	3,767 Kilometros	3,767 Kilometros	100%	Bueno
3	CONTROL DE CAUCES	Realización de canales abiertos y estructuras escalonadas para superar los cambios de nivel y evitar la acción erosiva del agua sobre sus taludes adyacentes	28,578 Kilometros	16,866 Kilometros	59,02%	Aceptable
4	ESTABILIZACION DE TALUDES	La acción de las aguas subterráneas y de escorrentía superficial la profundización de los cauces de las quebradas localizadas en las zonas occidental la existencia de viviendas en las escarpa o al borde de ella, los taludes de la escarpa occidental han presentado deslizamientos con la cosecuente pérdidas de viviendas.	54,870 Kilometros	6,170 Kilometros	11,24%	Muy Deficiente
5	REMODELACIÓN URBANA, ADQUISICIÓN Y MANEJO DE PREDIOS	Se adquirieron predios con el propósito de facilitar construcción de obras y evitar el asentamiento de viviendas en estos sectores y lograr establecer una franja verde seguridad al borde.	54,870 Kilometros	5,111 Kilometros	9,31%	Muy Deficiente
6	REFORESTACIÓN	Se implementó el programa de reforestación en áreas recuperadas y destinadas a la protección ambiental teniendo en cuenta el tipo de vegetación más aconsejable según el estudio ecológico de la escarpa.	2034 Hectareas	500 Hectareas	24,58%	Muy Deficiente
Criterio de Evaluación : Muy Deficiente (0% - 25%) Regular (26% - 50%) Aceptable (51% - 75%) Bueno (76% - 100%)						

5.1 PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO

Como lo han determinado los resultados de los estudios preliminares realizados para el control de la erosión, una de las causas principales de este fenómeno era el mal manejo de las aguas de la ciudad por falta de una buena conducción de aguas lluvias y un buen mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial. Atendiendo esta necesidad, la CDMB construyó alrededor de treinta y cuatro (34) obras de redes de colectores e interceptores que alcanzan una longitud de 41.5 Km a lo largo y ancho de la ciudad. Este Plan Maestro de Alcantarillado fue elaborado tratando de utilizar al máximo el sistema existente y dividiendo a la ciudad en una serie de zonas de acuerdo con el sistema de drenaje natural de la meseta, lo cual permitió proyectar el reemplazo o el complemento de los colectores principales de capacidad deficiente; de esta forma, este programa es uno de los de mayor cubrimiento dentro del desarrollo del PGCE.

Dentro de las obras más importantes en la ejecución del Plan Maestro de Alcantarillado se encuentran:

- Colector de la Carrera 19 entre Calles 39 y 31.
- Colector Calle 22 entre Carreras 15 y 22
- Colector Calle 45 - La Rosita
- Colector La Rosita III
- Interceptor Carrera 25 – La Rosita
- Interceptor Carrera 33 – El Loro
- Interceptor Carrera 36 – La Presentación
- Interceptor Carrera 29 – Calle 34
- Alcantarillado Barrio La Victoria
- Alcantarillado Barrio Mutis

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Alcantarillado Barrio Campo Hermoso
- Alcantarillado Barrio San Miguel
- Alcantarillado Barrio La Joya
- Reposición de 25 Km de longitud de tuberías al sistema de alcantarillado por efecto de cumplimiento de su vida útil.

El desarrollo del programa Plan Maestro de alcantarillado contribuyó en gran medida a eliminar el flujo de aguas lluvias sobre la escarpa; sin embargo, este programa presenta algunas falencias dentro de su estructura operacional:

- Actualmente el Servicio de Alcantarillado no es responsabilidad de la CDMB, a partir del año 2006, el servicio quedó a cargo de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander -EMPAS-S.A. ESP, la cual no puede desarrollar obras de control pluvial en algunas zonas de la escarpa para minimizar los procesos erosivos, ya que solo puede ejecutar obras dentro del suministro de alcantarillado sanitario y pluvial en sectores formalmente desarrollados mas no en barrios subnormales.
- El mantenimiento de algunos colectores e interceptores y estructuras de vertimiento como complemento del sistema de alcantarillado, no ha sido desarrollado de manera adecuado, la falta de vías de acceso no ha permitido hacer un correcto seguimiento al estado de las obras.
- En algunos sectores de la escarpa, la falta de construcción de sumideros, cunetas, canaletas y obras para el manejo de aguas superficiales agravan la problemática y la incrementan en épocas de fuertes lluvias.
- Hace falta la proyección de nuevas obras para el control pluvial en el sector de la escarpa de Bucaramanga.

5.2 ESTRUCTURAS DE VERTIMIENTO

La descarga constante de los colectores de aguas sanitarias y pluviales desde el borde de la meseta hasta el lecho de las quebradas, era otra causa de gran importancia en la generación de procesos erosivos, ya que la descarga libre de agua remueve la vegetación protectora y el suelo superficial, acelerando de esta forma la acción destructora de las lluvias sobre los materiales granulares que conforman los taludes protectores de la base de la escarpa. La Corporación para ocuparse de resolver este problema, inicialmente propuso construir dieciocho (18) estructuras de vertimiento nuevas, ubicando algunas de ellas en puntos donde ya se habían fallado por incapacidad o diseño hidráulico inadecuado.

Dentro de las obras más importantes en la ejecución del programa Estructuras de Vertimiento se encuentran:

- Estructura de Vertimiento de la Calle 10
- Estructura de Vertimiento de la Calle 6ª
- Estructura de Vertimiento del Barrio Nariño
- Estructura de Vertimiento del Barrio Campo Hermoso I, II, III y IV.
- Estructura de Vertimiento Barrio La Victoria
- Estructura de Vertimiento Barrio Mutis
- Estructura de Vertimiento Barrio La Joya III
- Estructura de Vertimiento Barrio Bucaramanga
- Estructura de Vertimiento Quebrada La Iglesia

Con el desarrollo de este programa se construyó un total de veinticuatro (24) estructuras de vertimientos de tipo escalonada, vórtice, rápida lisa y rugosa; las cuales, van desde el borde de la meseta salvando diferencias de nivel hasta de

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

130 mts, ubicadas en sitios estratégicos para conducir las aguas captadas por el sistema de alcantarillado hasta la cabecera de las cañadas. De esta manera este programa se logró encauzar, controlar y evitar la formación de socavones en la escarpa occidental.

Sin embargo, a pesar que la CDMB ha estado desarrollando actividades de mantenimiento general a las estructuras de vertimiento localizadas sobre la escarpa de Bucaramanga y a lo largo de los catorce (14) Km de longitud, este programa requiere de una acción permanente que promueva la superación de los siguientes aspectos:

- La mayor parte de las obras de este tipo presentan deterioro por la falta de mantenimiento, no existen vías de acceso a las estructuras, se debe prever el arreglo de las vías de acceso que faciliten la llegada a las estructuras y para que equipos y maquinaria pueden llegar hasta la zona baja de las cañadas.
- El mal estado de las tapas de los pozos y tuberías de algunos vertimientos que generan mayores problemas de erosiones locales.
- La obstrucción de las estructuras de vertimiento que origina represamiento de agua y contaminación; en algunos casos, en las zonas bajas de la escarpa se han encontrado algunas estructuras tapadas con materiales de construcción y basuras arrojadas por la misma comunidad.
- El desarrollo de viviendas en zona de la escarpa ha facilitado la construcción encima de las estructuras de vertimiento, lo que dificulta la ejecución de trabajos en las estructuras de vertimiento.

5.3 CONTROL DE CAUCES

Las principales quebradas que reciben las aguas lluvias y negras provenientes de la Meseta de Bucaramanga, que luego transportan a la fuente receptora del Río de Oro, sufrían una sucesiva profundización en sus cauces debido a las altas pendientes, dicho fenómeno afectaba la estabilidad de los taludes que conforman las correspondientes cañadas, originando taludes verticales generadores de deslizamientos. La consecución del programa Control de Cauces obligó a diseñar la rectificación y estabilización de los cauces a través de obras de mampostería gavionada del tipo escalonado y abierto, para reducir al máximo el poder de arrastre de las aguas, los desbordamientos y la erosión regresiva de las corrientes.

De este modo, la corporación se encargó de realizar canales abiertos y estructuras escalonadas para superar los cambios de nivel y evitar la acción erosiva del agua sobre el fondo de sus taludes adyacentes, invirtiendo recursos técnicos y económicos en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Canalización Quebrada La Rosita
- Canalización Quebrada La Iglesia
- Canalización Quebrada El Loro
- Canalización Quebrada La Rosita
- Complejo Calle 42 – La Rosita
- Complejo La Flora
- Complejo Forjas
- Control de Cauce Quebrada La Cuyamita

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Así mismo, este programa incluyó obras para mitigar procesos erosivos y de socavación del fondo y márgenes de las corrientes, en donde se construyeron cerca de siete (7) Km de canalizaciones y muros de protección marginal en diferentes sitios críticos. Sin embargo, en este programa es importante advertir, que ante la decisión de separar de la CDMB la prestación del servicio de alcantarillado, dentro del cual se manejaba el sistema de Control de Cauces, se requiere reestructurar el diseño, construcción y mantenimiento de este importante componente, con el fin de dar solución a las siguientes dificultades:

- La revisión de los controles de cauce permitieron determinar que en algunos tramos de canalización, las estructuras en gaviones ya se encuentran colapsadas por erosión local, lo cual incrementa la obstrucción de la sección hidráulica de la canalización.
- El deterioro de la protección de los gaviones, donde el concreto se ha desgastado de tal forma que estas obras se encuentran desprotegidas, incrementándose los procesos erosivos locales.
- La falta de continuidad de las canalizaciones han imposibilitado controlar la divagación de los cauces; por esta razón, en los puntos de inicio y finalización de los tramos de canalización que no están continuos se presentan fisuras y fractura de las estructuras.
- La falta de mantenimiento ha generado que la misma naturaleza genere obstrucción en los cauces y represamiento en algunos tramos de canalización.
- En algunos sectores se observó la afectación por parte de la misma comunidad que ayuda a deterior las obras con el objeto de extraer el acero de refuerzo y la malla de protección del gavión esto conlleva a aumentar el deterioro de las obras.

5.4 ESTABILIDAD DE TALUDES

Las escarpas y laderas aledañas a la Meseta de Bucaramanga, han sido consideradas como de alto riesgo y de gran importancia para la estabilidad de la ciudad. Sus condiciones topográficas, geológicas, agrícolas, e hidrológicas las hacen susceptibles al fenómeno de la erosión. Así mismo, la acción de las aguas subterráneas y de escorrentía superficial, la profundización de los cauces de las quebradas localizadas en el occidente de la meseta, la existencia de viviendas en zona de escarpa o al borde de ella, los taludes de la escarpa occidental y norte han presentado deslizamientos con la consecuente pérdida de viviendas. Para contrarrestar la acción de este fenómeno, la Corporación ha desarrollado el programa de Estabilidad de Taludes mediante un plan de obras civiles y acciones complementarias que han permitido garantizar la permanencia de la ciudad.

Dentro de las estructuras de mayor uso como mecanismo para estabilizar taludes en el marco del Plan General para el Control de la Erosión se destacan las siguientes: Filtros en Zanja, Filtros de Pantalla, Drenes de Penetración, Muros en Concreto Alzado y Ciclópeo, Muros en Concreto Reforzado y Pantallas Ancladas. Entre las obras de estabilización de mayor impacto ejecutadas por la CDMB en el desarrollo de este programa en la ciudad de Bucaramanga se encuentran:

- Taludes Quebrada Cuyamita
- Taludes Quebrada La Iglesia
- Taludes Perimetrales de la Escarpa III La Flora
- Ejecución de Perforaciones para la Instalación de Piezómetros
- Taludes La Presentación
- Taludes Perimetrales Escarpa II La Cascada
- Taludes Perimetrales Escarpa III La Rosita

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Taludes Perimetrales Escarpa III La Joya, Olas II e Independencia
- Muro en Concreto Alzado Barrio Nariño
- Instalación de Concreto Alzado Barrio Albania
- Muro en Concreto Alzado Barrio San Miguel
- Estabilización del Talud Sur – Occidental Barrio Balconcitos
- Estabilización de Taludes Barrio Santander
- Estabilización del Talud Barrio Pablo IV

A pesar que la CDMB culminó la primera fase del PGCE, continuó ejecutando un cuidado mantenimiento de las obras, especialmente en lo correspondiente a la Estabilización de Taludes; pero debido a los altos costos de las obras requeridas, la necesidad de complementación de las obras construidas y a la disminución de los recursos para este programa ocasionado por la eliminación de la contribución por erosión que tributaba la ciudad, no ha sido posible culminar la etapa de construcción de este programa.

Por otro lado, la ciudad ha venido expandiéndose con la formación asentamientos sin el cumplimiento de las normas legales vigentes hacia otros sitios que requieren atención dado que ya presentan problemas de inestabilidad generados precisamente por la ubicación de viviendas en áreas detectadas como amenaza alta, lo que aumenta en gran medida el problema y se suma a la lista de aspectos que afectan la funcionalidad de este programa:

- La mayoría de los filtros de zanja y de pantallas construidos presentan obstrucciones y taponamientos, así que es necesario programar la construcción de filtros en la zona de la escarpa para abatir los niveles freáticos encontrados.
- A medida que pasa el tiempo los drenes se saturan y se obstruyen, de forma que en los sectores donde se han construido drenes, se deberán construir

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

nuevos drenes para disminuir el nivel freático en el sector y minimizar la saturación de aguas en la zona.

- El deterioro de las estructuras de la escarpa como por ejemplo: tapas destruidas, tuberías en mas estado, filtraciones y conexiones de aguas negras en la zona de la escarpa que conectan las aguas residuales a los drenes.
- Las obras de canalización y cunetas construidas en el borde de la escarpa se hallan deterioradas, han fallado con el paso de los años y presentan deterioro por el aumento de maleza y vegetación.
- Las obras de estabilización han brindado protección a los sectores en donde se construyeron; sin embargo, se deberán construir en toda la zona de la escarpa muchas más obras de protección.
- La construcción de viviendas y ranchos en la zona de escarpa y principalmente en los sectores donde se han construido pantallas ancladas, muros en concreto reforzados y obras de estabilización, no permiten verificar su estado y mantenimiento.

5.5 REMODELACIÓN URBANA

Desde los estudios realizados para la elaboración del Plan General para el Control de la Erosión, se detectó como una de las causas concurrentes para producir inestabilidad en los taludes, el asentamiento humano desordenado a lo largo de todo el perímetro de la escarpa y en los taludes occidental y norte de la meseta; ya que la construcción de viviendas y tugurios en zonas adyacentes a la escarpa occidental, producto del desarrollo urbanístico incontrolado y caótico sin infraestructura de servicios y sin hábitos adecuados de vida, contribuye a incrementar el proceso erosivo en esta zona de la Meseta.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Para el desarrollo de este programa, la CDMB contó con el apoyo de entes como la Administración Departamental y Municipal, El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, La Electrificadora de Santander y La Presidencia de la República, a través de la Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Las actividades de atender a las comunidades localizadas en la zona de erosión se iniciaron en 1989 con los proyectos de la Urbanización El Bosque Zona Norte y Urbanización Los Estoraques, alcanzando un total de 860 soluciones que comprendieron 773 lotes con servicios y cimientos, disminuyendo de este modo el número de familias expuestas al riesgo por deslizamiento en el área metropolitana.

Teniendo en cuenta que uno de los problemas para el desarrollo del programa radica en la dificultad de adquisición de los predios, por una parte y además, de acuerdo con la Ley 9/89, es responsabilidad de la Administración Municipal la reubicación de viviendas ubicadas en zonas de riesgo, es necesario una acción conjunta que permita facilitar el proceso de negociación, el traslado de las familias a sitios adecuados y un control efectivo de nuevas construcciones para evitar que los problemas continúen indefinidamente. Sin embargo, la Corporación sigue efectuando la adquisición de aquellas áreas de terreno localizadas en las escarpas que bordean la Meseta de Bucaramanga, en el año de 1999 fueron adquiridos 13 predios y 4 mejoras, con una extensión de 16.6 hectáreas que permitió a la CDMB integrar 1.389 Ha del total de 2.034 hectáreas que comprende la zona de la escarpa occidental.

Así mismo, la ejecución del programa Remodelación Urbana plantea el concepto de Vía Perimetral para producir un aislamiento físico entre el borde de la escarpa y la zona urbanizada, con esto se protege la vida de de las familias allí localizadas ante eventuales deslizamientos, se consigue una zona segura para las viviendas mas próximas y se facilita el mantenimiento de las obras de control establecidas.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

De acuerdo con esto, se han ejecutado diseños de tratamientos y obras necesarias para el establecimiento de la franja de seguridad que a la fecha no ha perdido vigencia y que por la falta de mecanismos eficaces y de recursos financieros ha sido difícil la adquisición de los predios indispensables para el desarrollo de esta actividad y sólo se ha ejecutado parcialmente.

5.6 REFORESTACIÓN

Como complemento al programa de estabilización de taludes, se proyectó el componente de reforestación a través del cubrimiento vegetal con especies herbáceas y arbustivas de buen prendimiento y programación para mitigar la erosión causada por el escurrimiento superficial del agua por las laderas de la escarpa occidental. Para lo cual, la Corporación ha estudiado la vegetación natural y artificial de la escarpa occidental, para encontrar mediante las relaciones de vegetación, clima, suelos e influencia humana, el tipo de vegetación óptima como acción complementaria a las obras civiles de control de la erosión, contempladas dentro del Plan General para el Control de la Erosión.

En la actualidad, dentro del plan de recuperación de la zona de la escarpa occidental de Bucaramanga, además de los predios que se requiere adquirir para la implementación de la franja de seguridad mencionada en el programa de Remodelación Urbana, la zona de escarpa y en general, las definidas por el Distrito de Manejo Integrado (DMI), como zonas de recuperación para la preservación que han venido siendo adquiridas solo por la CDMB al comprobarse que es la única forma de asegurar su conservación y adecuado mantenimiento, se han adquirido predios en donde se adelanta programas de reforestación, construcción de cercas vivas, cerramientos, obras de estabilización y vigilancia.

6 CONVENIENCIA Y CONTINUIDAD DEL PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSION

Para el análisis de la conveniencia y continuidad del Plan General para el Control de la Erosión de acuerdo a sus fases implementación se empleó la matriz DOFA, que es una herramienta de gran utilidad para entender y tomar decisiones en toda clase de situaciones de negocios y proyectos. DOFA es el acrónimo de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. Los encabezados de la matriz proveen un buen marco de referencia para revisar la estrategia, posición y dirección de una idea, proyecto o propuesta de negocios.

El análisis DOFA es una evaluación subjetiva de datos organizados en el formato DOFA, que los coloca en un orden lógico que ayuda a comprender, presentar, discutir y tomar decisiones. Puede ser utilizado en cualquier tipo de toma de decisiones, ya que la plantilla estimula a pensar pro-activamente, en lugar de las comunes reacciones instintivas.

A continuación se presenta las características de las cuatro (4) dimensiones que emplea el análisis DOFA aplicado a cada uno de los siete (7) programas que componen al Plan General para el Control de la Erosión y que son una extensión de los encabezados sencillos de los Pro y Contras identificados en las acciones desarrolladas por la CDMB en el marco de la ejecución del Plan para controlar la erosión en la ciudad de Bucaramanga.



1. PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO

FORTALEZAS

- Se amplió la Cobertura del servicio y se optimizó el funcionamiento del sistema de alcantarillado en Bucaramanga.
- Mejoró el del sistema de alcantarillado mediante la construcción de estructuras complementarias.
- Creación de la empresa pública de Alcantarillado EMPAS S.A. E.S.P.
- Se ejecutó actividades de mantenimiento y reposición de redes del sistema de alcantarillado.

OPORTUNIDADES

- El reconocimiento monetario por la prestación de servicio de alcantarillado.
- La consolidación de nuevos proyectos de alcantarillado mediante la gestión de recursos.
- La implementación de las nuevas tecnologías como la cámara de investigación de las redes de alcantarillado para evaluar el estado en el que se encuentran el sistema.
- Ampliar la cobertura en el servicio de alcantarillado.

DEBILIDADES

- El tipo de sistema de alcantarillado combinado (pluvial y sanitario).
- La falta de tratamiento de las aguas residuales del municipio de Bucaramanga.
- La falta de construcción de sumideros, cunetas, canaletas y obras para el manejo de aguas superficiales y que se incrementan en épocas de fuertes lluvias.
- Conexiones sin criterios técnicos de los asentamientos construidos sin las normas legales establecidas.

AMENAZAS

- La mala administración de los recursos, debido a que los asignan a otros programas.
- Eventos de precipitación máxima.
- Crecimiento de la población de Bucaramanga.
- La apatía política en la gestión de recursos para la proyección de nuevas obras para el control pluvial y sanitario.



2. ESTRUCTURAS DE VERTIMIENTO

FORTALEZAS

- Control del derrame de las aguas superficiales sobre la base de la escarpa occidental.
- Construcción de nuevas estructuras de vertimiento como parte integral del sistema de alcantarillado.
- Remodelación de estructuras de vertimiento que presentaban fallas por incapacidad o diseño hidráulico.
- Disminución de malos olores por la incorporación de oxígeno durante el recorrido de la estructura del agua residual.

OPORTUNIDADES

- La consolidación de nuevos proyectos mediante la gestión de recursos.
- La investigación e implementación de nuevos materiales de construcción que hagan más eficientes estas estructuras.
- La construcción de diferentes tipos de estructuras de vertimiento que permitan aumentar la capacidad hidráulica de las mismas.
- La participación activa de la comunidad en el control de vertimientos sobre las laderas de la escarpa.

DEBILIDADES

- La falta de limpieza y mantenimiento de las estructuras genera obstrucción en el flujo de agua.
- Capacidad hidráulica insuficiente ante aguaceros torrenciales.
- Los efectos que causan las grandes pendientes y longitudes en el funcionamiento hidráulico de las estructuras de vertimientos.
- El difícil acceso hasta la zona baja de entrega a las cañadas por el mal estado de las vías.

AMENAZAS

- La mala administración de los recursos, debido a que los asignan a otros programas.
- Fenómenos naturales como sismos y eventos de precipitación máxima.
- Aumento de asentamientos humanos sobre la escarpa.
- La presencia de vertimientos sin el cumplimiento de las normas técnicas establecidas.



3. CONTROL DE CAUCES

FORTALEZAS

- La protección de las obras de vertimiento ya existentes y el control de la erosión de la zona comprendida entre el borde de la meseta de Bucaramanga y el río de Oro.
- La canalización de las quebradas la Iglesia, el Loro, La Joya, Chapinero, Dos Aguas, la Cuyamita, Quebrada Seca, La Rosita y La Flora.
- La regularización de las condiciones naturales del cauce de las quebradas.
- El manejo y control de las aguas lluvias en los sectores inestables de la escarpa.

OPORTUNIDADES

- La recuperación de la inversión a través de la valorización de los predios aledaños a estas canalizaciones.
- La consolidación de nuevos proyectos de control de cauce mediante la gestión de recursos.
- La implementación de medidas de orden técnico que aseguren la estabilidad de las estructuras y disminuyan el efecto de arrastre de las aguas.
- La creación de un parque lineal a través de estas canalizaciones e incrementar el espacio público.

DEBILIDADES

- La falta de limpieza, mantenimiento y remodelación a las obras de control de cauce.
- El desarrollo de actividades inadecuadas sobre estas estructuras por parte de la comunidad.
- La comunidad no está respetando el aislamiento mínimo estimado en las normas establecidas.
- La falta de continuidad de las canalizaciones lo cual imposibilita controlar la divagación del cauce.

AMENAZAS

- El aumento de los procesos erosivos en los sectores que no se encuentran canalizados.
- El aumento de zonas en conflicto de uso de suelo por la consolidación de viviendas en zonas de rondas hídrica.
- La falta de cultura de la comunidad que ayuda a deteriorar las obras con el objeto de extraer los materiales constructivos de éstas.
- Eventos de precipitación máxima que aumenten el riesgo de avalanchas y el desbordamiento del cauce.



4. ESTABILIZACION DE TALUDES

FORTALEZAS

- La construcción de obras de estabilidad en la zona de la escarpa.
- La mitigación de riesgos sobre zonas de amenazas y vulnerabilidad alta.
- El empleo de las normas Geotécnicas para la realización de estudios y diseños.
- La CDMB posee una determinante ambiental para el aislamiento en corona y talud.

OPORTUNIDADES

- La gestión de recursos ante Minambiente y el Ministerio del Interior.
- Creación de un incentivo para las entidades privadas que desarrollen obras de estabilización mediante reducción de impuestos o sanciones ambientales.
- La participación activa de la comunidad en el desarrollo de actividades que garanticen la estabilidad en la escarpa.
- El desarrollo de estudios que permitan plantear una obra de estabilización general de todo el borde de la meseta.

DEBILIDADES

- La falta de un equipo técnico –operativo para el seguimiento y monitoreo del estado de las obras.
- La falta de mantenimiento y seguimiento de dichas obras.
- La falta de organización y pérdida de la información sobre los diseños de las obras construidas.
- La construcción de viviendas y ranchos en la zona de la escarpa aumentan la inestabilidad de los taludes.

AMENAZAS

- El aumento de asentamientos precarios sobre zonas de amenaza alta en la zona de la escarpa.
- Generación de deslizamientos en zonas subnormales por falta de control y manejo de las aguas lluvias y residuales.
- Los movimientos imperceptibles de tierra que ayudan a la inestabilidad estructural del borde de la escarpa.
- El aumento en el nivel freático debido a la intensidad y frecuencia de las precipitaciones.



5. REMODELACION URBANA

FORTALEZAS

- El diseño de una vía perimetral a lo largo de la escarpa.
- El control ambiental ejecutado por la CDMB para recuperar los espacios invadidos por los asentamientos levantados sin el cumplimiento de las normas legales.
- Los activos fijos de la CDMB se aumentaron por la adquisición de predios.
- Ampliación de espacios públicos con zonas de integración con la escarpa.

OPORTUNIDADES

- Desarrollar en la zona de alto riesgo parques lineales para la recreación y esparcimiento de la comunidad.
- Mejorar la calidad de vida de las comunidades que se ubican en las zonas de alto riesgo.
- La creación de un organismo independiente encargado de la compra, legalización y manejo de estos predios.
- Intervención de los entes municipales y gubernamentales en la obtención de recursos para la ejecución de proyectos urbanísticos.

DEBILIDADES

- Falta de recursos para la adquisición de predios.
- Falta de instrumentos de planificación que permitan gestionar la recuperación pasiva de estos suelos de protección ambiental.
- Falta de estudios de vulnerabilidad en la zona de la escarpa.
- Falta de un departamento dentro de la CDMB encargado de administrar estos espacios.

AMENAZAS

- Por falta de una política administrativa entre el municipio y la CDMB se aumenten los asentamientos precarios en el área de la escarpa del municipio de Bucaramanga.
- Aumento de las zonas susceptibles en el área urbana del municipio de Bucaramanga por procesos de fenómenos de remoción en masa.
- La construcción de vivienda y tugurios en las zonas adyacentes a la escarpa occidental, producto de un desarrollo urbanístico incontrolado.
- El riesgo geológico en la zona de la escarpa.



6. REFORESTACIÓN

6. REFORESTACIÓN	
<p style="text-align: center;"><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none">• La CDMB cuenta con sus propios viveros.• La estabilización de áreas marginales de la escarpa.• El manejo paisajístico que se le da a la zona de la escarpa occidental.• El valor protector de las obras y sus beneficios de tipo sanitario.	<p style="text-align: center;"><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Creación de instrumentos de gestión para proyectos producción ambiental y reserva forestal.• Crear un bono pro reforestación de incentivo para empresas industriales de alto impacto.• Creación de un incentivo para las entidades privadas que desarrollen obras de reforestación mediante reducción de impuestos o sanciones ambientales.• Desarrollar proyectos de investigación de nuevas especies exóticas aplicables en el proceso de reforestación.
<p style="text-align: center;"><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none">• La falta de mantenimiento y conservación de las reforestaciones realizadas por la entidad.• Falta de Georeferenciación de las especies plantadas.• Falta de conciencia ambiental por parte de la comunidad.• La ejecución parcial de las obras de reforestación.	<p style="text-align: center;"><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none">• La biodegradación por procesos antropogénicos de urbanismo en zonas de escarpa.• Aumento de asentamientos humanos sobre la escarpa.• El acceso de animales que puedan ejercer acciones destructivas sobre las zonas reforestadas de la escarpa.• La acción directa del clima sobre las especies herbáceas.

De acuerdo al dimensionamiento de las cuatro características que aporta el análisis de la matriz DOFA en los diferentes componentes del PGCE, se puede establecer que es pertinente continuar ejecutando las actividades y obras involucradas en dicho Plan y conviene al mismo tiempo, plantear un nuevo Plan General para el Control de la Erosión que incorpore nuevos programas que permitan superar las falencias encontradas en el desarrollo del Plan existente.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

7 PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035

Teniendo en cuenta que el Plan General para el Control de la Erosión no se ha desarrollado totalmente, donde programas como el Plan Maestro de Alcantarillado y las Estructuras de Vertimiento requieren del replanteo de sus facultades, los vinculados con la Estabilización de Taludes, Remodelación Urbana y Reforestación presentan un bajo índice de desarrollo, la reactivación de la problemática cada vez que llega el invierno y la constante influencia de factores tales como: el crecimiento de la ciudad en la zona de la escarpa, especialmente en la zona occidental, la falta de cultura ciudadana, el daño ambiental que se ha hecho a los lugares destinados como reservas, la tala indiscriminada de arboles, el deterioro de las obras de estabilización y su mantenimiento, la ubicación de viviendas en zonas no permitidas para urbanizar y la generación de vertimientos no controlados, entres otros, hace necesario fortalecimiento de la estructura del Plan General para el Control de la Erosión existente; en donde se restauren, organicen y optimicen los programas ya establecidos y se incluyan nuevos componentes para disolver de manera integral todos aquellos aspectos que dificultan el correcto desarrollo de las actividades programadas dentro del PGCE actual.

De acuerdo a esto, se plantea a continuación los programas del nuevo esquema recomendado por esta consultoría para llevar a cabo el Plan General para el Control de la Erosión en el municipio de Bucaramanga dentro de los próximos 25 años, garantizando de esta forma, una estructura estable en términos de erosión.



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

Tabla 9. Plan General para el Control de la Erosión en el Municipio de Bucaramanga 2010 - 2035

PROGRAMA	PROYECTO	PLAZO			PRESUPUESTO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
		C/1 A	M/ 2 a 5 A	L/ + de 5 A			
1. SISTEMA DE ALCANTARILLADO, ACUEDUCTO Y MANTENIMIENTO DE REDES	Reposición y mantenimiento de las redes de Acueducto y Alcantarillado Sanitario y Pluvial de la meseta de Bucaramanga.	-	-	-	Estos presupuestos y la ejecución de las obras, deben ser determinados por las empresas E.M.P.A.S. y A.M.B. de acuerdo a las necesidades y requerimientos del Sistema de Alcantarillado y Acueducto de la meseta de Bucaramanga.	Empresas Públicas del Alcantarillado de Santander y Acueducto Metropolitano de Bucaramanga	Las redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial se deben reponer por tubería flexible PVC y es responsabilidad de EMPAS S.A. E.S.P. Se debe realizar inspección, evaluación y reposición de las redes en mal estado del acueducto de Bucaramanga, siendo responsabilidad de AMB S.A. E.S.P.
2. ALCANTARILLADO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE DE LA ESCARPA OCCIDENTAL	Reposición de las redes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los sistemas de drenaje de la escarpa occidental de la ciudad de Bucaramanga.	\$ 1.058.237.116	\$ 2.469.219.937	\$ 3.527.457.053	\$ 7.054.914.106	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	Este programa comprende la construcción pozos y cajas de inspección y la reposición de tramos de tubería existentes que ya cumplieron su vida útil.
3. REMODELACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS DE VERTIMIENTO	Remodelación y Mantenimiento estructuras de Vertimiento	\$ 131.250.000	\$ 306.250.000	\$ 437.500.000	\$ 875.000.000	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El valor presupuestado representa el costo de mantenimiento de la totalidad de estructuras de vertimiento existentes durante un periodo de 25 años. Se consideró que a mayor tiempo, mayores son los costos de mantenimiento debido al desgaste de los materiales.
4. CONTROL DE CAUCE	Continuidad canalización de las quebradas de la escarpa occidental de la ciudad de Bucaramanga.	\$ 6.298.976.998	\$ 14.697.612.996	\$ 20.996.589.994	\$ 41.993.179.988	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	Las quebradas a las que se les dará continuidad en su canalización son: La Picha, Chapinero, Dos Aguas, Navas, La Argelia, La Marino, La Cuyamita, Quebrada Seca, La Joya, La Rosita, El Loro, La Guacamaya, El Macho y La Cuellar.
5. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES	Construcción de Obras de mitigación para el control de la erosión en el municipio de Bucaramanga.	\$ 44.123.264.709	\$ 102.954.284.322	\$ 283.220.000.000	\$ 430.297.549.031	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El valor de las obras de estabilización de taludes comprende la construcción de obras de contención, obras para el manejo de aguas subterráneas y superficiales y revegetalización para 121 sectores críticos que presentan problemas de erosión en la ciudad de Bucaramanga.



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

PROGRAMA	PROYECTO	PLAZO			PRESUPUESTO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
		C/1 A	M/ 2 a 5 A	L/ + de 5 A			
6. REFORESTACIÓN	Establecimiento de arbolización y cobertura vegetal para la recuperación y estabilidad de los taludes de la escarpa de Bucaramanga.	\$ 1.150.000.000	\$ 2.300.000.000	\$ 8.050.000.000	\$ 11.500.000.000	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El costo de esta actividad no incluye la compra de predios.
7. REMODELACIÓN URBANA, ADQUISICIÓN DE PREDIOS Y VÍA PERIMETRAL	Los proyectos correspondientes a este programa deben ser definidos por la Alcaldía Municipal de Bucaramanga con el apoyo técnico del programa "Gestión Social y Ambiental" de la C.D.M.B.	-	-	-	Estos presupuestos deben ser aprobados por la Alcaldía Municipal de Bucaramanga con el apoyo técnico del programa "Gestión Social y Ambiental" de la C.D.M.B.	ALCALDÍA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA	La CDMB brindará asesoría técnica y especializada al municipio con el fin de facilitar el buen desarrollo de las actividades inherentes al programa.
8. MANTENIMIENTO	Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado de la Escarpa Occidental, de las obras de estabilización y áreas reforestadas de los taludes de la ciudad de Bucaramanga.	\$ 375.000.000	\$ 875.000.000	\$ 1.250.000.000	\$ 2.500.000.000	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El costo de este programa comprende el mantenimiento del sistema de alcantarillado y canalizaciones de las quebradas de la escarpa occidental, de la totalidad de las obras proyectadas para la estabilización de taludes y las áreas reforestadas de la ciudad de Bucaramanga.
9. INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SEGUIMIENTO DE UNA RED DE PIEZÓMETROS PARA EL MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	\$ 195.000.000	\$ 455.000.000	\$ 650.000.000	\$ 1.300.000.000	Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El costo presupuestado corresponde al diseño, instalación, monitoreo y mantenimiento de una red de 100 piezómetros.
	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SEGUIMIENTO DE UNA RED DE INCLINÓMETROS PARA EL CONTROLAR EL DESPLAZAMIENTO DE LOS TALUDES DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA	\$ 270.000.000	\$ 630.000.000	\$ 900.000.000	\$ 1.800.000.000	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	El costo presupuestado corresponde al diseño, instalación, monitoreo y mantenimiento de una red de 100 inclinómetros.
10. GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	Gestión Social y Ambiental para el desarrollo, viabilidad, conveniencia y socialización de proyectos para el control de la erosión en el municipio de Bucaramanga.	\$ 151.776.000	\$ 607.104.000	\$ 3.035.520.000	\$ 3.794.400.000	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB	Se plantea un equipo de trabajo conformado por un Director del Proyecto, un Ingeniero Coordinador, dos trabajadores sociales, un Ingeniero Civil y un Ingeniero Ambiental. El costo presentado en este programa comprende un periodo de tiempo equivalente a 10 años. Cabe anotar que este programa debe tener continuidad y su costo debe ser ajustado con el paso del tiempo.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

7.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO, ACUEDUCTO Y MANTENIMIENTO DE REDES

OBJETIVOS

- Mejorar la vida útil del sistema de alcantarillado mediante el mantenimiento de colectores e interceptores que captan aguas sanitarias y lluvias de la meseta de Bucaramanga
- Aumentar la vida útil de las redes del acueducto del municipio de Bucaramanga.
- Realizar diagnóstico e inspección de las redes de alcantarillado existente sobre la meseta de Bucaramanga.
- Realizar inspección detallada de los sistemas de alcantarillado de drenaje perimetrales que captan y conducen el flujo de aguas lluvias sobre la escarpa.
- Realizar diagnóstico e inspección de las redes del acueducto de Bucaramanga.
- Evitar la saturación y colmatación de las redes de acueducto y alcantarillado existente sobre la meseta de Bucaramanga.

DESCRIPCIÓN

De acuerdo a las falencias encontradas dentro del programa Plan Maestro de Alcantarillado como: la falta de mantenimiento de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario y redes de acueducto de la zona urbanizada de Bucaramanga y que las obras planteadas en el Plan General para el control de la Erosión Fase I y II se habían cumplido en su totalidad, nace el programa Sistema de Alcantarillado, Acueducto y Mantenimiento de Redes.

 cdm	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Este programa consiste en realizar reposición y mantenimiento de las redes del Acueducto y el Alcantarillado Sanitario y Pluvial que se encuentren en mal estado o colmatados sobre la meseta de Bucaramanga, para evitar infiltraciones y saturaciones de terrenos que generen fenómenos de remoción en masa.

ALCANCE

El alcance de este programa consiste en realizar la inspección y el mantenimiento de los Planes Maestros de Alcantarillado Sanitario y Pluvial y los Interceptores construidos sobre la meseta de Bucaramanga a lo largo de estos años, así como también la reposición de redes en mal estado por materiales de mejor calidad como son las tuberías flexibles de PVC.

Por otra parte Se debe realizar la inspección, evaluación y reposición de las redes en mal estado del acueducto de Bucaramanga, con el fin de evitar infiltración y saturación de agua sobre los taludes de la escarpa que generan procesos erosivos y deslizamientos.

7.2 ALCANTARILLADO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE DE LA ESCARPA OCCIDENTAL

OBJETIVOS

- Mejorar el saneamiento básico de la escarpa occidental de Bucaramanga.
- Construcción de estructuras para el control de las aguas residuales sobre la escarpa de Bucaramanga como pozos y cajas de inspección.
- Reposición de tramos de tuberías existentes que ya cumplieron la vida útil sobre la escarpa de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Realizar diagnóstico e inspección de las redes de alcantarillado existente sobre la escarpa de Bucaramanga.
- Revisión del catastro de redes de alcantarillado existente sobre la escarpa occidental de Bucaramanga.
- Proponer nuevos colectores si es necesario y construir sumideros y obras necesarias hasta la zonas de baja pendiente evitando la entrega directa de las aguas lluvias a los taludes.
- Evitar la saturación y colmatación de los taludes por las aguas residuales provenientes de los asentamientos construidos sin las normas legales establecidas.

DESCRIPCIÓN

El programa Alcantarillado de los Sistemas de Drenaje de la Escarpa Occidental se creó con la finalidad de dar seguimiento a los sistemas de alcantarillado sobre la escarpa de Bucaramanga ya que esta no es competencia de la Empresas Públicas de Alcantarillado de Santander.

Por consiguiente, este programa consiste en mejorar el saneamiento básico y ambientalmente la escarpa de Bucaramanga evitando los vertimientos de los Planes Maestros de Alcantarillado construidos sobre la meseta de Bucaramanga.

ALCANCE

La CDMB como responsable de este programa deberá realizar la inspección, mantenimiento y construcción de colectores del sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial construidos sobre la escarpa de Bucaramanga a lo largo de estos años, así como también la reposición de redes en mal estado por materiales de mejor calidad como son las tuberías flexibles de PVC.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

7.3 REMODELACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS DE VERTIMIENTO

OBJETIVOS

- Remodelación de las estructuras de vertimiento construidas sobre la escarpa de Bucaramanga.
- Mantenimiento de las estructuras de vertimiento construidas sobre la escarpa occidental de Bucaramanga.
- Aumentar la vida útil de las estructuras de vertimientos construidas en la escarpa occidental de Bucaramanga.
- Conducir las aguas del sistema de alcantarillado combinado desde el borde de la meseta hasta los cauces de las quebradas.
- Encausar, controlar y evitar la formación de socavones en la escarpa occidental.
- Aprovechar las características hidráulicas para tratar de recuperar las aguas residuales.

DESCRIPCIÓN

El programa de Remodelación y Mantenimiento de Estructuras de Vertimiento se creó por la necesidad de reparar el deterioro y la falta de mantenimiento de estas estructuras ya que fueron construidas para evitar el derramamiento incontrolado de las aguas sobre la base de los barrancos occidentales que ocasionaban acciones erosivas.

Sin embargo, la CDMB como responsable de este programa será la encargada de efectuar el mantenimiento, reparación, remodelación, correcciones y mejoras en las estructuras de vertimientos con el fin de aumentar la vida útil y las eficiencias

 cdm b	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	C O N S O R C I O M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

en la función para la cual fueron construidas y así dar seguridad y estabilidad a los taludes de la escarpa occidental de Bucaramanga.

ALCANCE

El alcance de este programa es realizar el mantenimiento, reparación, remodelación, correcciones y mejoras en las siguientes estructuras de vertimientos construidas a lo largo de estos años:

- Estructura de Vertimiento María Paz
- Estructura de Vertimiento El Caney
- Estructura de Vertimiento Calle Sexta
- Estructura de Vertimiento Gaitán
- Estructura de Vertimiento Gaitán II
- Estructura de Vertimiento Nariño
- Estructura de Vertimiento Nariño Sur
- Estructura de Vertimiento Barrio Napoles
- Estructura de Vertimiento La Feria
- Estructura de Vertimiento Cosagra – Cuyamita
- Estructura de Vertimiento Colector Quebrada Seca
- Estructura de Vertimiento Barrio Santander
- Estructura de Vertimiento Don Bosco
- Estructura de Vertimiento Joya I
- Estructura de Vertimiento Joya II
- Estructura de Vertimiento Joya II a
- Estructura de Vertimiento Joya III
- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso I
- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso II



- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso III
- Estructura de Vertimiento Primero de Mayo
- Estructura de Vertimiento Quinta Estrella I
- Estructura de Vertimiento Quinta Estrella II
- Estructura de Vertimiento Rosita IV
- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso V
- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso VI
- Estructura de Vertimiento Campo Hermoso VII
- Estructura de Vertimiento El Loro – Ciudadela
- Estructura de Vertimiento Balconcitos I
- Estructura de Vertimiento Balconcitos II
- Estructura de Vertimiento Mutis
- Estructura de Vertimiento San Miguel I
- Estructura de Vertimiento El Loro
- Estructura de Vertimiento San Miguel II
- Estructura de Vertimiento Calle 61
- Estructura de Vertimiento La Ceiba
- Estructura de Vertimiento San Gerardo

El mantenimiento de estas estructuras se hace con el fin de aumentar su vida útil por un período de 25 años.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

7.4 CONTROL DE CAUCE

OBJETIVOS

- Continuar las canalizaciones de las quebradas de la escarpa occidental de la ciudad de Bucaramanga hasta su desembocadura en el Río de Oro.
- Disminuir los cambios de nivel y evitar la acción erosiva de las aguas sobre el fondo del cauce y taludes adyacentes.
- Reducir los procesos erosivos por socavación lateral en cada una de las quebradas de la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga.
- Disminuir al máximo el poder de arrastre de las aguas, los desbordamientos y la erosión regresiva de las corrientes en los sitios de entrega de las estructuras de vertimientos.

DESCRIPCIÓN

El programa de Control de Cause consiste en la construcción de la continuidad de los controles de cauce a través de obras de mampostería gavionada del tipo escalonado y abierto, para reducir al máximo el poder de arrastre de las aguas, los desbordamientos y la erosión regresiva de las corrientes, con el fin de dar estabilidad a los taludes que conforman las correspondientes cañadas de la escarpa occidental de Bucaramanga.

De este modo, la corporación será la encargada de construir canales abiertos y estructuras escalonadas para superar los cambios de nivel y evitar la acción erosiva del agua sobre el fondo de sus taludes adyacentes, invirtiendo recursos técnicos y económicos en el desarrollo de este programa.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

ALCANCE

El alcance de este programa es la continuidad de las canalizaciones de las siguientes quebradas de la escarpa occidental hasta el punto de entrega al Río de Oro, con el objeto de controlar el fondo y disminuir los procesos erosivos de socavación y movilidad del cauce.

- La Picha
- Chapinero
- Dos Aguas
- Navas
- La Argelia
- La Marino
- La Cuyamita
- Quebrada Seca
- La Joya
- La Rosita
- El Loro
- La Guacamaya
- El Macho
- La Cuellar

7.5 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

OBJETIVOS

- Realizar los movimientos de tierra como excavaciones y rellenos sobre las zonas inestable de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Construir estructuras de contención como sistema flexible de cables, mallas y anclajes, taludes reforzados, sistema tecco, taludes de terraplén reforzado y pantallas ancladas para estabilización de taludes con procesos erosivos.
- Construcción de las estructuras para el manejo de las aguas subterráneas como zanjas drenantes, drenes horizontales y geodrenes.
- Construcción de las estructuras para el manejo de las aguas superficiales como canales.
- Realizar obras de bioingeniería como la revegetación para esta para dar estabilidad y recuperar los suelos erosionados.

DESCRIPCIÓN

El programa de Estabilización de taludes de las escarpas y laderas aledañas a la meseta de Bucaramanga, han sido consideradas de gran importancia para combatir el fenómeno de erosión que se presenta sobre la ciudad, debido a sus condiciones topográficas, a las actividades del hombre, etc. Por consiguiente, se pretende con este programa ejecutar obras civiles y acciones complementarias para el control de la erosión y así garantizar la estabilidad de taludes susceptibles a fenómenos de remoción en masa.

ALCANCE

El alcance de este programa comprende la construcción de las obras de estabilización de taludes, obras de contención, obras para el manejo de aguas subterráneas y superficiales y la revegetalización para 121 sectores críticos que presentan problemas de erosión en la ciudad de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

7.6 REFORESTACIÓN

OBJETIVOS

- Evitar los procesos erosivos en la zona de la escarpa.
- Mejorar el paisaje mediante el cubrimiento vegetal con especies herbáceas y arbustivas de buen prendimiento en la zona de la escarpa.
- Controlar el efecto directo de las lluvias sobre los taludes inclinados de la escarpa occidental.

DESCRIPCIÓN

Además de medidas de orden técnico ya determinadas, como la construcción de pantallas, gaviones, canales, drenes y otras estructuras para la estabilización de taludes, se implementaron programas de reforestación en áreas recuperadas y destinadas a la protección ambiental, mediante el recubrimiento de la superficie con especies vegetales protectoras teniendo en cuenta el tipo de vegetación más aconsejable según estudios ecológicos de la escarpa.

Este plan implica la expropiación de un área considerable de terrenos vecinos a la escarpa, en donde se ubican una gran cantidad de asentamientos construidos sin las normas legales establecidas, lo cual desde el punto de vista social representa la rehabilitación y relocalización de los habitantes de estas zonas.

El sistema de reforestación propuesto consiste en el recubrimiento de prados y debe evitar la plantación de árboles debido al efecto de las raíces ya las cargas que generan sobre el terreno una vez adquieran tamaño considerable, lo cual podría desestabilizar más la escarpa. Debido a esto se debe realizar un estudio detallado, técnico y experimental que permita determinar las especies más apropiadas para estabilizar la meseta de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

ALCANCE

La CDMB adquirió un total de 1386 hectáreas de las 2034 proyectadas e inició el proceso de reforestación de las mismas, encontrándose hasta el momento un área aproximada de 500 hectáreas reforestadas. El alcance de este programa es la reforestación de un área equivalente a 460 hectáreas definida como la zona de la escarpa con mayor necesidad de ser recuperada y protegida ambientalmente.

7.7 REMODELACIÓN URBANA, ADQUISICIÓN DE PREDIOS Y VÍA PERIMETRAL

OBJETIVOS

- Asegurar el control de la franja de tierra adjunta al borde de la meseta.
- Articular la movilidad de las zonas de la escarpa mediante una vía perimetral.
- Adquirir predios que se encuentran afectados por procesos intensivos de erosión y amenaza alta.
- Recuperar espacios urbanos degradados por los procesos de consolidación subnormal precaria en la zona de escarpa.

DESCRIPCIÓN

La problemática surgida a partir de la construcción de viviendas en las zonas de la escarpa occidental y al levantamiento de asentamientos humanos en estas áreas, ha incrementado el problema de la erosión en la ciudad de Bucaramanga.

El programa de remodelación urbana se justifica dada la necesidad de dar continuidad a una vía perimetral a lo largo de la escarpa que permita estabilizar el borde de la meseta y controlar las condiciones favorables a los deslizamientos. Además, comprende la compra de predios destinados a la construcción y

 cdm	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

establecimiento de áreas urbanísticas y de recreación que permitan mejorar la calidad de vida de la comunidad. Es importante considerar el impacto social generado, por lo cual se debe estudiar la reubicación de los habitantes del sector y las medidas a tomar para mitigar la formación de un mayor número de zonas marginales en la escarpa occidental.

ALCANCE

La Alcaldía Municipal de Bucaramanga con la asesoría técnica y especializada del programa “Gestión Social y Ambiental” de la Corporación Autónoma Regional de Bucaramanga CDMB deben realizar a corto, mediano y largo plazo el planteamiento de proyectos urbanísticos que busquen mantener el orden en la ciudad y aumenten la estabilidad de la escarpa.

7.8 MANTENIMIENTO

OBJETIVOS

- Realizar el mantenimiento del alcantarillado de los sistemas de drenaje de la escarpa occidental.
- Realizar el mantenimiento de las estructuras para el control de cauce de las quebradas de la escarpa occidental.
- Realizar el mantenimiento y vigilar la conservación de las obras existentes y propuestas para la estabilización de taludes en la ciudad de Bucaramanga.
- Realizar seguimiento al programa de Reforestación con el fin de mantener y conservar vivas las especies plantadas.
- Aumentar la vida útil de las estructuras existentes.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

DESCRIPCIÓN

El programa incluye el mantenimiento y conservación de las estructuras existentes y propuestas con el fin de aprovechar al máximo su funcionalidad y aumentar su tiempo de vida útil.

Los fenómenos naturales como fuertes precipitaciones y sismos han causado problemas de acumulación de material de arrastre, obstrucción en los cauces y represamiento en algunos tramos de las canalizaciones, además de fisuras y fracturas en algunas obras de contención de taludes, tramos de tubería de alcantarillado en regular estado y áreas anteriormente reforestadas nuevamente con problemas erosivos.

La existencia de un programa enfocado en la recuperación y mantenimiento de las obras para la estabilización de los taludes de la escarpa de Bucaramanga, permite realizar un seguimiento sobre el estado actual de las estructuras existentes y evaluar el desarrollo, la ejecución y la construcción de las obras propuestas actualmente por el Plan General para el Control de la Erosión 2010-2035.

ALCANCE

El alcance del programa es el mantenimiento y seguimiento de las obras existentes y propuestas para la estabilización de taludes, para las zonas reforestadas y para el alcantarillado de la escarpa occidental, e incluye además el mantenimiento y remodelación de gaviones y de las canalizaciones sobre los siguientes sistemas de drenaje de la escarpa:

- La Picha
- Chapinero

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

- Dos Aguas
- Navas
- La Argelia
- La Marino
- La Cuyamita
- Quebrada Seca
- La Joya
- La Rosita
- El Loro
- La Guacamaya
- El Macho
- La Cuellar.

El costo de mantenimiento de las estructuras propuestas se realizó para un periodo de 25 años equivalente a aproximadamente su vida útil. Para las estructuras existentes, se estimó un tiempo de vida útil menor, sin embargo, se consideró que los costos de mantenimiento y reparación de las mismas será mayor debido al alto desgaste y mal estado de los materiales constructivos.

7.9 INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO

OBJETIVOS

- Diseñar e instalar una red de piezómetros en la ciudad de Bucaramanga.
- Realizar periódicamente mantenimiento de los piezómetros instalados.
- Diseñar e instalar una red de inclinómetros en la ciudad de Bucaramanga.
- Realizar periódicamente mantenimiento de los inclinómetros instalados.

 <p>cdmb</p>	<p>PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035</p>	<p>CONSORCIO M&CI</p>
<p>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</p>		

- Monitorear el comportamiento de las aguas subterráneas en la ciudad de Bucaramanga.
- Monitorear el desplazamiento de los taludes en los sectores críticos de la ciudad de Bucaramanga.

DESCRIPCIÓN

La falta de control y monitoreo sobre el nivel freático en el suelo, ha impedido medir el aumento de la saturación de agua en los taludes de la escarpa, ocasionando inestabilidad e incrementando la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Surge entonces la necesidad de instalar una red de piezómetros que permita periódicamente medir el comportamiento de las aguas subterráneas y tomar medidas correctivas en caso de presentarse un nivel de amenaza alta.

Por otro lado, es de gran importancia medir y controlar el desplazamiento horizontal y vertical de los taludes de la escarpa por lo que se propone la instalación de una red de inclinómetros en las zonas de alto riesgo de la ciudad de Bucaramanga.

El programa, además de controlar los niveles freáticos y el movimiento de los taludes de la escarpa, busca plantear medidas de estabilización del suelo y prever la ocurrencia de fenómenos naturales de alto riesgo con el fin de reubicar y proteger a la población vulnerable a estos eventos.

ALCANCE

El alcance de este programa es la instalación de una red de cien (100) piezómetros y cien (100) inclinómetros distribuidos en puntos críticos de la ciudad

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

de Bucaramanga con el de mantener un monitoreo permanente sobre el nivel freático del suelo y el desplazamiento lateral y vertical de los taludes.

7.10 GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

OBJETIVOS

- Crear un equipo de trabajo permanente como apoyo a la ejecución del Plan General para el Control de la Erosión 2010-2035.
- Brindar asesoría técnica y especializada al municipio de Bucaramanga para el desarrollo de proyectos de remodelación urbana.
- Socializar con la comunidad los proyectos a desarrollarse para el control de la erosión en la escarpa de Bucaramanga.
- Concientizar y educar a la comunidad en el no desarrollo de actividades que aumenten la inestabilidad de los taludes.
- Evitar la conformación de asentamientos constituidos sin las normas legales establecidas.

DESCRIPCIÓN

El programa de Gestión social y ambiental consiste en realizar el seguimiento y apoyo social a las comunidades asentadas en zonas vulnerables para evitar los riesgos de pérdidas humanas y materiales, así como también, proteger los recursos naturales con el propósito de garantizar el desarrollo sostenible del municipio, y por ende prevenir y controlar los factores del deterioro ambiental sobre la escarpa de Bucaramanga.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Consecuente con lo anterior, este programa busca alternativas de sensibilización para evitar los asentamientos contruidos sin las normas legales establecidas los cuales generan focos de contaminación altos y aumentan los procesos erosivos.

El grupo conformada para el programa de gestión social y ambiental, cuenta con ingenieros civiles y ambientales, que brindarán seguimientos y vigilancia de las obras ejecutadas en el plan general para el control de la erosión con el fin de garantizar el cumplimiento de la función para la cual fueron construidas.

Además de las anteriores funciones, el grupo de gestión social y ambiental de la CDMB brindará asesoría técnica y especializada al municipio sobre remodelación urbana, adquisición de predios y vía perimetral.

ALCANCE

El programa Gestión Social y Ambiental será de carácter permanente y debe constituirse como herramienta de apoyo al Plan General para el Control de la Erosión. Se propone su existencia como un departamento de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga con la responsabilidad de realizar el seguimiento técnico, social y ambiental del Plan y de cooperar con entidades políticas en la viabilidad y conveniencia de proyectos para el control de la erosión en la ciudad de Bucaramanga.

En la siguiente tabla se relaciona el costo aproximado de las obras planteadas para lograr establecer un control constante sobre la Escarpa de Bucaramanga dentro del desarrollo del nuevo esquema del Plan General para el Control de la Erosión 2010 - 2035. En el Anexo 3 se presenta el Plano con las Obras propuestas en este Plan.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Tabla 10. Obras Planteadas para el Control de la Erosión sobre La Escarpa de Bucaramanga 2010 -235

BARRIO	LONGITUD	VALOR TOTAL DE LAS OBRAS
Portal de Provenza	340	\$ 1.465.720.730
Barcelona	420	\$ 1.800.669.578
Bucaramanga - Coca Cola	320	\$ 1.881.486.945
Brisas de Provenza	380	\$ 5.331.253.433
Bucaramanga - Manzana 10	160	\$ 2.024.309.221
Granjas de Provenza	780	\$ 674.672.180
Guayacanes	340	\$ 3.527.030.940
La Gran Ladera	240	\$ 2.363.448.623
Malpaso	240	\$ 12.336.721.428
Nariño	410	\$ 6.441.139.777
Cordoncillo I	1040	\$ 9.574.221.497
Villa Helena	850	\$ 6.398.813.141
Villa María	225	\$ 1.788.055.724
Vegas de Morrórico	200	\$ 4.623.565.108
Monteredondo	160	\$ 3.731.852.998
La Torre - Tanque de Acueducto	310	\$ 1.621.789.509
Villa Lina - Pablon Alto	175	\$ 1.136.662.324
Pan de Azúcar alto	1210	\$ 4.945.283.627
Pan de Azúcar bajo	340	\$ 1.134.165.446
El diviso	180	\$ 1.400.547.456
Los Cedros	300	\$ 880.050.783
Morrórico - Albania	115	\$ 1.605.037.621
Omagá	540	\$ 2.094.811.068
Buenos Aires	525	\$ 869.629.131
Buenavista	820	\$ 8.721.144.366
Don Bosco	1060	\$ 3.958.392.953
Los Guadales Hoyo I y II	460	\$ 6.756.232.158
Balconcitos	120	\$ 11.181.461.245
Terminal de Transporte	280	\$ 636.726.143
La Independencia	120	\$ 3.492.814.889
La Ceiba	260	\$ 999.572.018
Villa Rosa	400	\$ 776.924.634
La Malaña	200	\$ 8.721.144.366



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

BARRIO	LONGITUD	VALOR TOTAL DE LAS OBRAS
La Floresta	120	\$ 3.775.020.798
Diamante II	420	\$ 5.697.722.395
El Cristal	200	\$ 1.400.547.456
La Joya	280	\$ 1.400.547.456
Quebrada La Iglesia Fontana III	160	\$ 796.448.449
Santander	140	\$ 1.605.037.621
UDES	200	\$ 3.775.020.798
Juan XXIII	560	\$ 3.731.852.998
El Rosal	120	\$ 840.000.000
Los Colorados	570	\$ 3.990.000.000
Vía a la costa	100	\$ 700.000.000
Confluencia ríos Surata y Oro, El Túnel, Cable I y II, La Playita, El Playón	980	\$ 6.860.000.000
Las Hamacas	260	\$ 1.820.000.000
Las Olas	160	\$ 1.120.000.000
Villa Alicia	320	\$ 2.240.000.000
Villa María	240	\$ 1.680.000.000
Villa Helena	570	\$ 3.990.000.000
Granjitas	190	\$ 1.330.000.000
Tejar Norte	200	\$ 1.400.000.000
Norte abajo	200	\$ 1.400.000.000
San Rafael	400	\$ 2.800.000.000
El Cinal	240	\$ 1.680.000.000
Modelo Kr 15 con Cll 7	380	\$ 2.660.000.000
Gaitán	720	\$ 5.040.000.000
Gaitán Cll 15	220	\$ 1.540.000.000
Gloria	480	\$ 3.360.000.000
Cr 9 entre cll18 a Cll 21	640	\$ 4.480.000.000
Granada	260	\$ 1.820.000.000
Nariño	500	\$ 3.500.000.000
Granada	980	\$ 6.860.000.000
Nariño sur	440	\$ 3.080.000.000
Napoles	1280	\$ 8.960.000.000
La Feria	620	\$ 4.340.000.000
Santander	320	\$ 2.240.000.000
Napoles	700	\$ 4.900.000.000



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

BARRIO	LONGITUD	VALOR TOTAL DE LAS OBRAS
K9occ - k5occ entre cli 31 y 32 Santander	320	\$ 2.240.000.000
k3-6 sobre Cll 32 Santander	380	\$ 2.660.000.000
av. Q. Seca con K9 Santander	200	\$ 1.400.000.000
García Rovira	380	\$ 2.660.000.000
Alfonso López	420	\$ 2.940.000.000
La joya	960	\$ 6.720.000.000
Campo Hermoso Kra 5 - 60occ	3620	\$ 25.340.000.000
Primero de Mayo	1400	\$ 9.800.000.000
Quinta Estrella	900	\$ 6.300.000.000
San Miguel	680	\$ 4.760.000.000
Ciudadela Real de Minas	660	\$ 4.620.000.000
Balconcitos	240	\$ 1.680.000.000
Laureles	250	\$ 1.750.000.000
Estoraques	700	\$ 4.900.000.000
Prados del Mutis	420	\$ 2.940.000.000
Monterredondo	980	\$ 6.860.000.000
Cordoncillo 2	400	\$ 2.800.000.000
San Gerardo	1360	\$ 9.520.000.000
África	160	\$ 1.120.000.000
La Victoria	500	\$ 3.500.000.000
Nueva Granada	300	\$ 2.100.000.000
San Luis	560	\$ 3.920.000.000
Diamante II	130	\$ 910.000.000
Fontana	160	\$ 1.120.000.000
Diamante I	480	\$ 3.360.000.000
Los Conquistadores	240	\$ 1.680.000.000
El Porvenir	1120	\$ 7.840.000.000
Manuela Beltrán	200	\$ 1.400.000.000
Dangón	800	\$ 5.600.000.000
Granjas de Don Julio Rincón	540	\$ 3.780.000.000
Comultrasan	360	\$ 2.520.000.000
Toledo Plata	980	\$ 6.860.000.000
Provenza	1160	\$ 8.120.000.000
Vía al cementerio	500	\$ 3.500.000.000
La Flora	180	\$ 1.260.000.000
Terrazas	420	\$ 2.940.000.000



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

BARRIO	LONGITUD	VALOR TOTAL DE LAS OBRAS
UNAB	300	\$ 2.100.000.000
El Jardín	360	\$ 2.520.000.000
Parque Morrórico	100	\$ 700.000.000
Puerto Rico	580	\$ 4.060.000.000
Calle 42 y 44 con K6	200	\$ 1.400.000.000
K50 # 16 - 05	220	\$ 1.540.000.000
Calle 70 con 31B	1100	\$ 7.700.000.000
Calle 73 # 26 - 55	300	\$ 2.100.000.000
Carrera 51 # 19 - 47 Miraflores	200	\$ 1.400.000.000
Bavaria S.A.	260	\$ 1.820.000.000
Carrera 30 con calle 88 San Martín	340	\$ 2.380.000.000
Laureles bajo carrera 12 # 63-01	160	\$ 1.120.000.000
Carrera 3bw # 64d-03 y Calle 64e # 3w-13	180	\$ 1.260.000.000
Calle 7 con Carrera 31	170	\$ 1.190.000.000
Calle 14 con Carrera 50	200	\$ 1.400.000.000
Carrera 22A # 2b - 53 Sector 5	400	\$ 2.800.000.000
Manzanares	240	\$ 1.680.000.000
TOTAL OBRAS PROPUESTAS		\$ 283.220.000.000

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

8 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

8.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS RENTAS RECIBIDAS POR LA CDMB

Acorde con la información obtenida, hasta el año 1995 la CDMB contaba con una renta denominada “Contribución de Valorización”, cuya destinación era exclusiva para el proyecto que vinculaba las obras y las acciones en pro de la mitigación de la erosión en la Meseta. Se cobraba un 1% sobre el avalúo catastral de los predios de la ciudad. Esta renta en 1993 se convirtió en lo que hoy se denomina “Sobretasa Ambiental”, que tal como lo señala la Ley 99 de 1993 en su artículo 44 fija un “porcentaje sobre el total del recaudo por concepto de impuesto predial, que no podrá ser inferior al 15% ni superior al 25.9% del impuesto predial”. Sin embargo, “los municipios y distritos podrán optar en lugar de lo establecido anteriormente, por una sobretasa que no podrá ser inferior al 1.5 por mil, ni superior al 2.5 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial”. En la actualidad Bucaramanga aplica entre el 1.5 y el 2.5 por mil del avalúo según el tipo de predio al que se les aplique. En concordancia con el Acuerdo 073 de diciembre 30 de 2010², el Honorable Concejo Municipal de la capital de Santander, aprobó la “estructura tarifaria de la sobretasa ambiental”, y en su artículo primero fija “la Sobretasa Ambiental de que trata el artículo 44 de la ley 99 de 1993, con destino a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga “C.D.M.B.”, la que se liquidará sobre el avalúo catastral de los bienes inmuebles que sirven de base para liquidar

² Tomado de la página web que publica los Acuerdos del Honorable Concejo de Bucaramanga en link Gaceta así:

<http://www.concejodebucaramanga.gov.co/gacetas/GACETAS%202010/EDICION%20030%20DE%202010.pdf>

el Impuesto Predial Unificado de conformidad con la siguiente estructura tarifaria aplicable al año gravable 2011.

PREDIOS CONSTRUIDOS

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
		ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
Habitacional							
	Todos los rangos de Avaluos	1.50	1.50	1.60	1.80	2.50	2.50

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
		ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
Comercial , Recreacional Salubridad , Cultural Educativo, Religioso, Servicios Especiales (T)							
	Todos los rangos de Avaluos	2.10	2.10	2.50	2.50	2.50	2.50

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
		ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
Industrial, Agroindustrial Minero - , Forestal							
	Todos los rangos de Avaluos	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
		ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
Institucional							
	Todos los rangos de Avaluos	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

PREDIOS NO CONSTRUIDOS (LOTES)

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
Urbanizable no urbanizado Urbanizado no edificado	Todos los rangos de Avalúos	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
No urbanizables y de Reserva.	Todos los rangos de Avalúos	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

PREDIOS RURALES

DESTINO	RANGOS AVALUOS	TARIFAS POR MIL					
Agropecuario Agrícola Pecuario	Todos los rangos de Avaluos	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Pequeña propiedad rural.	Todos los rangos de avalúos	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

ARTÍCULO SEGUNDO

“La Sobretasa Ambiental se liquidará y cobrará en forma conjunta e inseparable con la Liquidación oficial del Impuesto Predial Unificado. El valor recaudado deberá ser transferido por la Tesorería General del Municipio a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, por trimestres a medida que se efectúe el mismo. La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga rendirá un informe detallado y específico

en las respectivas áreas y sectores geográficos del Municipio, barrios, comunas, veredas y corregimientos de la inversión de los mismos, dicho informe se presentará a la administración Municipal y al Concejo Municipal por escrito y en sesión plenaria a desarrollarse en cada uno de los periodos de sesiones ordinarias de la respectiva Corporación.

ARTÍCULO TERCERO

“Los recursos que reciba la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga en virtud del presente Acuerdo Municipal deberán ser destinados a programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de conformidad con el Plan de Desarrollo del Municipio de Bucaramanga y la Ley 99 de 1993”

Los valores que figuran como recaudados por la Corporación en los últimos años son los siguientes:

Tabla 11. Recaudos históricos de Sobretas Ambiental de Bucaramanga

VIGENCIA	MONTO RECAUDADO	INCREMENTO %
2004	\$ 6.662.990.606	
2005	\$ 7.125.414.710	6,94%
2006	\$ 8.898.440.767	24,88%
2007	\$ 10.214.467.420	14,79%
2008	\$ 11.911.192.021	16,61%
2009	\$ 12.830.944.226	7,72%
2010	\$ 15.112.134.564	17,78%
2011	\$ 14.386.539.000	-4,80%

* Cifra proyectada tomada de la página web de la CDMB

Si bien es cierto que los datos demuestran un crecimiento significativo, donde los incrementos son superiores al 14%, es necesario señalar que la partida del año 2011 (que muestra una reducción del 4.80% con respecto al año anterior) fue

presentada a aprobación del Consejo Directivo de la CDMB en el 2010, tal como lo expresa el Acuerdo 1191 de noviembre 29 de dicho órgano³, razón por la cual se puede estimar que no se conocían las partidas definitivas, dándole un margen de manejo cuando los montos superen o se acerquen significativamente a dicha cifra, a través de la figura que permite ajustar las partidas presupuestadas.

8.2 ANÁLISIS FUTURO DE LA SOBRETASA AMBIENTAL RECIBIDAS POR LA CDMB DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

Por otra parte, los movimientos de avalúos y cambios en el total de predios que se presentan en la ciudad de Bucaramanga, fueron obtenidos a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Las cifras que se muestran a continuación fueron obtenidas a través de datos entregados directamente por el IGAC así:

Tabla 12. Análisis de evolución de avalúos de Bucaramanga

AÑO 2008	TIPO	AVALÚC PROPIEDADES	PROPIETARIOS	SUPERFICIE (HAS)	ÁREA CONST	VALOR AVALÚO
RURAL						
- Predios	00	2.419	3.598	9.424,3632	239	38.138.514.800
- Mejoras	00	49	51		3.042	229.833.000
- Propiedad Horizontal	00	16	24	0,0783	1.054	123.212.000
- Predios Estatales	00	64	64	712,1755	8.797	1.233.263.500
- Mejoras Estatales	00	2	2		632	60.013.000
SUB-TOTAL		2.550	3.739	10.136,6170	13.764	39.784.836.300
URBANO						
- Predios	01	60.408	92.310	2.843,1787	10.117.184	4.141.877.583.600
- Mejoras	01	2.641	3.069		210.509	23.794.543.500
- Condominios	01	4.439	6.695	65,6806	474.679	271.255.346.000
- Propiedad Horizontal	01	63.720	87.134	201,0613	4.285.006	2.135.727.842.000
- Predios Estatales	01	3.046	3.077	1.862,4110	722.396	483.375.879.800
- Mejoras Estatales	01	17	18		1.914	264.523.000
- Condominios Estatales	01	36	38	0,1980	1.603	440.806.000
- Propied Horiz Estatal	01	2.206	2.222	4,0299	37.947	15.915.197.000
SUB-TOTAL		136.513	194.563	4.976,5595	15.851.238	7.072.651.720.900
GRAN TOTAL		139.063	198.302	15.113,1765	15.865.002	7.112.436.557.200

Base para análisis: IGAC – Subdirección Nacional de Catastro

³ Tomado de la página web de la CDMB <http://www.cdm.gov.co/web/index.php/presupuesto-anual-infomenu-231.html>



**PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035**



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

AÑO 2009

RURAL	TIPO AVALÚC	PROPIEDADES	PROPIETARIOS	SUPERFICIE (HAS)	ÁREA CONST	VALOR AVALÚO
- Predios	00	2.199	3.357	9.319,1601	227.747	36.802.600.200
- Mejoras	00	250	250		13.808	1.591.821.000
- Propiedad Horizontal	00	9	14	0,0461	528	73.843.000
- Predios Estatales	00	66	66	704,8105	8.327	1.180.360.300
- Mejoras Estatales	00	2	2		632	63.014.000
SUB-TOTAL		2.526	3.689	10.024,0167	251.042	39.711.638.500

URBANO

- Predios	01	60.394	92.706	2.181,7255	10.187.040	3.686.979.917.600
- Mejoras	01	2.816	3.274		223.554	27.292.856.000
- Condominios	01	4.536	6.854	67,6520	487.193	293.807.293.000
- Propiedad Horizontal	01	66.420	90.812	209,5197	4.480.533	2.358.915.922.000
- Predios Estatales	01	3.206	3.246	1.944,9385	797.291	538.763.062.000
- Mejoras Estatales	01	16	16		12.932	1.977.745.000
- Condominios Estatales	01	31	33	0,1705	1.388	407.742.000
- Propied Horiz Estatal	01	2.518	2.531	4,5418	48.913	18.402.110.000
SUB-TOTAL		139.937	199.472	4.408,5480	16.238.844	6.926.546.647.600

GRAN TOTAL **142.463** **203.161** **14.432,5647** **16.489.886** **6.966.258.286.100**

2,44% Δ Propiedades Por Δ Avalúos **-2,06%**

Base para análisis: IGAC – Subdirección Nacional de Catastro

Base para análisis: IGAC – Subdirección Nacional de Catastro

AÑO 2010

RURAL	TIPO AVALÚC	PROPIEDADES	PROPIETARIOS	SUPERFICIE (HAS)	ÁREA CONST	VALOR AVALÚO
- Predios	00	2.269	3.611	9.289,3738	231.136	36.767.077.700
- Mejoras	00	234	254		14.108	1.686.230.000
- Propiedad Horizontal	00	9	14	0,0461	528	76.058.000
- Predios Estatales	00	73	74	729,2702	8.362	1.216.713.000
- Mejoras Estatales	00	2	2		632	64.905.000
SUB-TOTAL		2.587	3.955	10.018,6901	254.766	39.810.983.700

URBANO

- Predios	01	61.462	94.910	2.145,9095	10.203.631	3.782.592.238.800
- Mejoras	01	2.837	3.305		217.583	27.118.986.500
- Condominios	01	4.669	6.996	81,9337	492.341	331.497.604.000
- Propiedad Horizontal	01	71.971	98.840	221,2836	4.859.144	2.665.299.286.300
- Predios Estatales	01	3.524	3.565	1.946,4204	779.202	538.154.281.800
- Mejoras Estatales	01	24	24		14.150	2.227.780.000
- Condominios Estatales	01	25	27	0,1375	1.117	339.305.000
- Propied Horiz Estatal	01	2.222	2.225	4,3106	39.272	16.356.674.000
SUB-TOTAL		146.734	209.892	4.399,9953	16.606.440	7.363.586.156.400

GRAN TOTAL **149.321** **213.847** **14.418,6854** **16.861.206** **7.403.397.140.100**

4,81% Δ Propiedades Por Δ Avalúos **6,28%**

Base para análisis: IGAC – Subdirección Nacional de Catastro



**PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035**



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

AÑO 2011						
RURAL	TIPO AVALÚC	PROPIEDADES	PROPIETARIOS	SUPERFICIE (HAS)	ÁREA CONST	VALOR AVALÚO
- Predios	00	2.268	3.644	92.479,8489	230.968	36.739.152.700
- Mejoras	00	233	253		14.059	1.682.548.000
- Propiedad Horizontal	00	9	14	0,0461	528	76.058.000
- Predios Estatales	00	74	75	732,5702	8.530	1.236.442.000
- Mejoras Estatales	00	2	2		632	64.905.000
SUB-TOTAL		2.586	3.988	93.212,4652	254.717	39.799.105.700
URBANO						
- Predios	01	61.428	94.914	2.142,4656	10.199.379	3.893.933.878.500
- Mejoras	01	2.825	3.298		216.912	27.840.467.000
- Condominios	01	4.669	6.978	81,9337	492.341	341.442.625.000
- Propiedad Horizontal	01	72.563	99.425	222,1592	4.907.869	2.778.866.071.000
- Predios Estatales	01	3.533	3.574	1.948,5592	777.872	554.084.701.100
- Mejoras Estatales	01	27	27		14.279	2.307.510.000
- Condominios Estatales	01	117	119	0,7723	1.117	561.636.000
- Propied Horiz Estatal	01	2.217	2.221	4,3425	39.589	16.858.617.000
SUB-TOTAL		147.379	210.556	4.400,2325	16.649.358	7.615.895.505.600
GRAN TOTAL		149.965	214.544	97.612,6977	16.904.075	7.655.694.611.300
		0,43%	Δ Propiedades		Por Δ Avalúos	3,41%

Base para análisis: IGAC – Subdirección Nacional de Catastro

De las cifras mostradas, se puede estimar que el crecimiento de los avalúos en un 3.41% en el año 2011 ha tenido como base los predios de tipo urbano (crecieron un 2,94%), la propiedad horizontal (creció un 4,26% con respecto al 2010) y los condominios estatales (con un incremento porcentual del 65,53%). Es importante señalar que debido a los montos que manejan estos últimos predios, su aporte al crecimiento total de los avalúos no es tan representativo, sin dejar de ser importante.

Por lo anterior, y considerando los ajustes que muy seguramente se deberán hacer a los recursos estimados del año 2011, se hace una aproximación de los ingresos de la CDMB por sobretasa ambiental de la ciudad de Bucaramanga, aplicándoseles un crecimiento del 3,4% para los años 2011 y 2012, y reduciéndola a una constante del 3% en los próximos 5 años y llevándola a un 2.5% en las vigencias posteriores. Es necesario señalar que las partidas calculadas no podrán ser tomadas en su totalidad para las actividades propuestas en la actualización del Plan, sino que, además, según lo expresado por el artículo 25 de la ley 344 de

1996, “las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, financiarán sus gastos de financiamiento, inversión y servicio de la deuda con los recursos propios que les asigna la Ley 99 de 1993”

Bajo los criterios señalados, las partidas proyectadas hasta el año 2020 son las siguientes:

Tabla 13. Proyección Sobretasa Ambiental Bucaramanga

VIGENCIA	MONTO RECAUDADO	INCREMENTO %
2004	\$ 6.662.990.606	
2005	\$ 7.125.414.710	6,94%
2006	\$ 8.898.440.767	24,88%
2007	\$ 10.214.467.420	14,79%
2008	\$ 11.911.192.021	16,61%
2009	\$ 12.830.944.226	7,72%
2010	\$ 15.112.134.564	17,78%
2011	\$ 15.625.947.140	3,40%
2012	\$ 16.157.229.343	3,40%
2013	\$ 16.641.946.223	3,00%
2014	\$ 17.141.204.610	3,00%
2015	\$ 17.655.440.748	3,00%
2016	\$ 18.185.103.970	3,00%
2017	\$ 18.730.657.089	3,00%
2018	\$ 19.198.923.516	2,50%
2019	\$ 19.678.896.604	2,50%
2020	\$ 20.170.869.019	2,50%

8.3 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DE SOBRETASA AMBIENTAL PARA EJECUTAR OBRAS

De las partidas anteriores, y tomando la información del presupuesto de la CDMB para la vigencia 2011, las partidas señaladas deberán cubrir también algunas

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

partidas del servicio de la deuda y de funcionamiento. El análisis del año 2011, con base en la información que aparece en la página web de la CDMB es así:

Sobretasa proyectada para Bucaramanga	\$ 14.386.539.000
Recursos proyecto Apoyo Técnico y Económico a las Administraciones Municipales para el Control de la Erosión y Manejo de la Degradación de los Suelos	\$ 2.858.407.000

De lo anterior se deduce que aproximadamente el 20% de la renta está dedicada a la ejecución de obras, por lo cual, se harán los cálculos con dicho porcentaje así:

Tabla 14. Disponibilidad para Obras Sobretasa Ambiental Proyectada de Bucaramanga

VIGENCIA	MONTO RECAUDADO	VR PARA OBRAS
2011	\$ 15.625.947.140	\$ 3.125.189.428
2012	\$ 16.157.229.343	\$ 3.231.445.869
2013	\$ 16.641.946.223	\$ 3.328.389.245
2014	\$ 17.141.204.610	\$ 3.428.240.922
2015	\$ 17.655.440.748	\$ 3.531.088.150
2016	\$ 18.185.103.970	\$ 3.637.020.794
2017	\$ 18.730.657.089	\$ 3.746.131.418
2018	\$ 19.198.923.516	\$ 3.839.784.703
2019	\$ 19.678.896.604	\$ 3.935.779.321
2020	\$ 20.170.869.019	\$ 4.034.173.804
TOTAL DISPONIBLE PARA OBRAS		\$ 35.837.243.654

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

9 PLAN DE OBRAS A EJECUTAR

9.1 SISTEMAS DE DRENAJE

Los estudios adelantados por el contratista muestran que existen catorce (14) sistemas de drenaje que requieren ser mantenidos y/o proyectado su continuidad así:

Tabla 15. Obras en Sistemas de Drenaje requeridos en la Escarpa de Bucaramanga

SISTEMA DE DRENAJE	REMODELACION Y MANTENIMIENTO	CONTINUIDAD CANALIZACIÓN	AIU E INTERVENTORIA	TOTAL
Quebrada La Picha	234.405.281	2.037.206.400	726.915.738	2.998.527.419
Quebrada Chapinero	930.854.647	896.370.816	584.712.149	2.411.937.612
Quebrada Dos Aguas	202.481.865	1.445.058.406	527.212.887	2.174.753.158
Quebrada Las Navas	241.974.602	950.696.320	381.654.695	1.574.325.617
Quebrada La Argelia	429.534.966	2.444.647.680	919.738.447	3.793.921.093
Quebrada La Marino	199.899.528		63.967.849	263.867.377
Quebrada La Cuyamita	307.916.184	1.358.137.600	533.137.211	2.199.190.995
Quebrada Seca	300.447.906	3.259.530.240	1.139.193.006	4.699.171.152
Quebrada La Joya	559.337.455	4.346.040.320	1.569.720.888	6.475.098.663
Quebrada La Rosita	1.112.467.473	3.259.530.240	1.399.039.269	5.771.036.982
Quebrada El Loro	175.896.836	1.086.510.080	403.970.213	1.666.377.129
Quebrada La Guacamaya	790.117.326	2.037.206.400	904.743.592	3.732.067.318
Quebrada El Macho	559.997.381	3.259.530.240	1.222.248.838	5.041.776.459
Quebrada La Cuellar	819.755.257	5.432.550.400	2.000.737.810	8.253.043.467
TOTALES	6.865.086.707	31.813.015.142	12.376.992.592	51.055.094.441

Con base en la tabla anterior, se estima que las obras prioritarias están destinadas a la remodelación y el mantenimiento cuyo costo alcanza los \$ 6.865.086.707,

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

conllevarlo que a esta partida se le deba adicionar el AIU del 20%, y sobre el resultado se le calcula el 10% de Interventoría generando un valor a invertir por \$ 9.061.914.453. Esta partida equivale al 25% de los posibles montos destinados a ejecución de obra calculados en la Tabla 14. La priorización de estas obras, depende las comunidades que se beneficien con el mantenimiento de las mismas, en primera instancia, y en segundo orden, de la magnitud del deterioro en que se encuentra, ya que la reposición de las mismas puede ser igual o superior a las cifras que aparecen en la columna denomina “Continuidad Canalización” de la Tabla 15.

9.2 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Con respecto a la ejecución de obras de estabilización, se han detectado los siguientes sitios críticos, teniendo en cuenta que en algunos casos se ha planteado la existencia de dos alternativas que permiten solucionar en primera instancia la misma situación crítica. Las obras planteadas en el estudio son:

Tabla 16. Obras Estabilización Taludes Priorizadas

SITIO DE LA OBRA	COSTOS DIRECTOS	AIU	INTERVENTORÍA	TOTAL
Villa Rosa - Alternativa II	472.844.699	124.263.587	59.710.829	656.819.115
Villa Rosa - Alternativa I	485.785.717	127.664.486	61.345.020	674.795.223
Obras Mitigación La Ceiba	710.480.217	186.714.201	89.719.442	986.913.860
Sector La Independencia	2.456.085.347	645.459.229	310.154.458	3.411.699.034
Terminal de Transporte	461.665.055	121.325.576	58.299.063	641.289.694
Guamales Hoyo I y II	4.582.911.521	1.204.389.147	578.730.067	6.366.030.735
Don Bosco Alternativa I	2.728.035.436	716.927.714	344.496.315	3.789.459.465
Don Bosco Alternativa II	2.593.998.165	681.702.718	327.570.088	3.603.270.971
Buena Vista	6.217.666.759	1.634.002.825	785.166.958	8.636.836.542
Buenos Aires Alternativa I	488.838.263	128.466.695	61.730.496	679.035.454
Buenos Aires Alternativa II	624.878.615	164.218.100	78.909.672	868.006.387



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

SITIO DE LA OBRA	COSTOS DIRECTOS	AIU	INTERVENTORÍA	TOTAL
Omagá	1.513.005.050	397.617.728	191.062.278	2.101.685.056
Morrórico Albania	1.145.282.054	300.980.123	144.626.218	1.590.888.395
Los Cedros	625.148.579	164.289.047	78.943.763	868.381.389
El Diviso	1.009.655.970	265.337.589	127.499.356	1.402.492.915
Pan de Azúcar Bajo	785.550.090	206.442.563	99.199.265	1.091.191.918
Pan de Azúcar Alto	3.183.527.310	836.630.978	402.015.829	4.422.174.117
Villa Lina	796.855.902	209.413.732	100.626.963	1.106.896.597
La Torre-Tanque Acueducto	1.163.262.314	305.705.336	146.896.765	1.615.864.415
Monteredondo - Alternativa I	2.673.341.935	702.554.261	337.589.620	3.713.485.816
Monteredondo-Alternativa II	1.377.601.004	362.033.543	173.963.455	1.913.598.002
Villa María - Alternativa I	1.190.823.973	313.158.540	150.377.251	1.654.359.764
Villa María - Alternativa II	849.527.145	223.258.734	107.278.288	1.180.064.167
Villa Helena - Alternativa I	4.355.916.875	1.144.734.955	550.065.183	6.050.717.013
Villa Helena - Alternativa II	2.866.282.352	753.259.002	361.954.135	3.981.495.489
Cordoncillo I-Alternativa I	6.717.531.373	1.765.367.245	848.289.862	9.331.188.480
Cordoncillo I-Alternativa II	3.140.020.080	825.197.277	396.521.736	4.361.739.093
Nariño	4.682.368.161	1.230.526.352	591.289.451	6.504.183.964
Malpaso - Alternativa I	8.740.806.055	2.297.083.832	1.103.788.989	12.141.678.876
Malpaso - Alternativa II	7.415.603.226	1.948.820.528	936.442.375	10.300.866.129
La Gran Ladera	1.642.148.523	431.556.632	207.370.515	2.281.075.670
Guayacanes	2.487.806.855	653.795.642	314.160.250	3.455.762.747
Granjas de Provenza	486.449.226	127.838.857	61.428.808	675.716.891
Manzana 10-Alternativa I	675.007.813	177.392.053	85.239.987	937.639.853
Manzana 10-Alternativa II	1.452.670.742	381.761.870	183.443.261	2.017.875.873
Brisas Provenza-Alternativa I	3.860.193.073	1.014.458.739	487.465.181	5.362.116.993
Brisas Provenza-Alternativa II	3.385.339.496	889.667.221	427.500.672	4.702.507.389
Obras Mitigación Coca Cola	1.349.011.231	354.520.152	170.353.138	1.873.884.521
Barcelona-Alternativa I	1.278.377.618	335.957.638	161.433.526	1.775.768.782
Barcelona-Alternativa II	538.706.877	141.572.167	68.027.904	748.306.948
Portal Provenza	1.061.843.604	279.052.498	134.089.610	1.474.985.712

Habida cuenta que las obras señaladas como Alternativa I y Alternativa II cumplen en primera instancia con el objetivo inmediato de satisfacer la necesidad expuesta, la siguiente tabla hace alusión a las propuestas seleccionadas, lo cual se dio en virtud al precio más bajo.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

Tabla 17. Obras de Estabilización Taludes priorizadas

SITIO DE LA OBRA	COSTOS DIRECTOS	AIU	INTERVENTORÍA	TOTAL
Villa Rosa - Alternativa II	472.844.699	124.263.587	59.710.829	656.819.115
Obras Mitigación La Ceiba	710.480.217	186.714.201	89.719.442	986.913.860
Sector La Independencia	2.456.085.347	645.459.229	310.154.458	3.411.699.034
Terminal de Transporte	461.665.055	121.325.576	58.299.063	641.289.694
Guamales Hoyo I y II	4.582.911.521	1.204.389.147	578.730.067	6.366.030.735
Don Bosco Alternativa II	2.593.998.165	681.702.718	327.570.088	3.603.270.971
Buena Vista	6.217.666.759	1.634.002.825	785.166.958	8.636.836.542
Buenos Aires Alternativa I	488.838.263	128.466.695	61.730.496	679.035.454
Omagá	1.513.005.050	397.617.728	191.062.278	2.101.685.056
Morrórico Albania	1.145.282.054	300.980.123	144.626.218	1.590.888.395
Los Cedros	625.148.579	164.289.047	78.943.763	868.381.389
El Diviso	1.009.655.970	265.337.589	127.499.356	1.402.492.915
Pan de Azúcar Bajo	785.550.090	206.442.563	99.199.265	1.091.191.918
Pan de Azúcar Alto	3.183.527.310	836.630.978	402.015.829	4.422.174.117
Villa Lina	796.855.902	209.413.732	100.626.963	1.106.896.597
La Torre-Tanque Acueducto	1.163.262.314	305.705.336	146.896.765	1.615.864.415
Monteredondo-Alternativa II	1.377.601.004	362.033.543	173.963.455	1.913.598.002
Villa María-Alternativa II	849.527.145	223.258.734	107.278.288	1.180.064.167
Villa Helena Alternativa II	2.866.282.352	753.259.002	361.954.135	3.981.495.489
Cordocillo I-Alternativa II	3.140.020.080	825.197.277	396.521.736	4.361.739.093
Nariño	4.682.368.161	1.230.526.352	591.289.451	6.504.183.964
Malpaso - Alternativa II	7.415.603.226	1.948.820.528	936.442.375	10.300.866.129
La Gran Ladera	1.642.148.523	431.556.632	207.370.515	2.281.075.670
Guayacanes	2.487.806.855	653.795.642	314.160.250	3.455.762.747
Granjas de Provenza	486.449.226	127.838.857	61.428.808	675.716.891
Manzana 10 - Alternativa I	675.007.813	177.392.053	85.239.987	937.639.853
Brisas Provenza Alternativa II	3.385.339.496	889.667.221	427.500.672	4.702.507.389
Obras Mitigación Coca Cola	1.349.011.231	354.520.152	170.353.138	1.873.884.521
Barcelona - Alternativa II	538.706.877	141.572.167	68.027.904	748.306.948
Portal Provenza	1.061.843.604	279.052.498	134.089.610	1.474.985.712
TOTALES	60.164.492.888	15.811.231.732	7.597.572.162	83.573.296.782

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Tal como se desprende de este cuadro, el total de obras priorizadas conlleva a realizar una inversión total de \$ 83.573.296.782. En razón a esta situación, y partiendo del hecho que solamente se cuenta con un saldo de \$ 26.775.329.201; ya que del total de ingresos proyectados de los años 2011 a 2020 por \$ 35.837.243.654 (Ver tabla 14) se había ya descontado un total de \$ 9.061.914.453 destinado a las obras de remodelación y mantenimiento señaladas en la Tabla 15, incluidas en el numeral 9.1 de este capítulo.

Con base en ello se requiere, por lo tanto, indicar cuáles serían las obras a ejecutar con recursos propios al año 2020, quedando por disponibilidad de recursos las siguientes:

Tabla 18. Obras de Estabilización Taludes a ejecutar con Recursos Propios

SITIO DE LA OBRA	COSTOS DIRECTOS	AIU	INTERVENTORÍA	TOTAL
Nariño	4.682.368.161	1.230.526.352	591.289.451	6.504.183.964
Villa Rosa-Alternativa II	472.844.699	124.263.587	59.710.829	656.819.115
Terminal de Transporte	461.665.055	121.325.576	58.299.063	641.289.694
Granjas de Provenza	486.449.226	127.838.857	61.428.808	675.716.891
Buenos Aires Alternativa I	488.838.263	128.466.695	61.730.496	679.035.454
Barcelona-Alternativa II	538.706.877	141.572.167	68.027.904	748.306.948
Los Cedros	625.148.579	164.289.047	78.943.763	868.381.389
Manzana 10-Alternativa I	675.007.813	177.392.053	85.239.987	937.639.853
Obras Mitigación La Ceiba	710.480.217	186.714.201	89.719.442	986.913.860
Pan de Azúcar Bajo	785.550.090	206.442.563	99.199.265	1.091.191.918
Villa Lina	796.855.902	209.413.732	100.626.963	1.106.896.597
Villa María-Alternativa II	849.527.145	223.258.734	107.278.288	1.180.064.167
El Diviso	1.009.655.970	265.337.589	127.499.356	1.402.492.915
Portal Provenza	1.061.843.604	279.052.498	134.089.610	1.474.985.712
Morrórico Albania	1.145.282.054	300.980.123	144.626.218	1.590.888.395
La Torre-Tanque Acueducto	1.163.262.314	305.705.336	146.896.765	1.615.864.415
Obras Mitigación Coca Cola	1.349.011.231	354.520.152	170.353.138	1.873.884.521
Monteredondo-Alternativa II	1.377.601.004	362.033.543	173.963.455	1.913.598.002
Omagá	1.513.005.050	397.617.728	191.062.278	2.101.685.056
TOTALES	20.193.103.254	5.306.750.533	2.549.985.079	28.049.838.866

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

En el único que no primó el criterio del precio fue en el sector Nariño por las consecuencias que allí se tienen generadas por los deslizamientos de la vigencia 2010. En los demás casos, y aún pasándose un poco de la cifra disponible citada anteriormente, la partida de \$ 28.049.838.866 podría llegar a ajustarse con cierta facilidad al hacer alguna corrección en los porcentajes de AIU e IVA (que suman un total del 41%) o de la Interventoría que está calculada como un 10% de la sumatoria de los costos directos más el AIU e IVA.

9.3 OTRAS FUENTES DE FINANCIACIÓN

Tal como se desprende de lo mencionado anteriormente, se requiere contar con un total de \$ 83.573.296.782 para ejecutar la totalidad de las obras priorizadas en el estudio. Considerando que hay obras que se pueden ejecutar con los recursos de la CDMB por la suma de \$ 28.049.838.866, queda pendiente un saldo de \$ 55.523.457.916, el cual puede ser obtenido a través de otras fuentes de financiación.

Al observar en primera instancia un crédito línea Findeter por esa cantidad, se requeriría de tener una partida adicional para cubrir el servicio de la deuda.

La información tomada de la página web de Findeter señala las siguientes condiciones:



➤ Tasas de Redescuento

Las tasas de interés sobre DTF que aplican para el redescuento de **FINDETER**, a partir del de noviembre de 2010, son las siguientes:

▣ Tasas de Redescuento Convencionales

Tasas de Redescuento (DTF+ puntos % T.A.)

		1-5 años	+5 - 12 años	+12 - 15 años
Sector Público	Todos los sectores	2.30%	2.50%	2.70%
Sector Privado	Grupo I*	2.30%	2.50%	2.70%
	Grupo II	2.40%	2.60%	2.80%

* Sector Salud y Educación

Tasas de Redescuento (IPC+puntos % E.A.)

		1-5 años	+5 - 12 años	+12 - 15 años
Sector Público	Todos los sectores	4.00%	4.2%	4.4%
Sector Privado	Grupo I	4.00%	4.2%	4.4%
	Grupo II	4.1%	4.3%	4.5%

Tasas de Redescuento en Dolares (Libor+ puntos % E.A.)

		0-5 años	+5 - 8 años	+8 - 12 años
Sector Público - Privado	Todos los sectores	2.65%	2.85%	3.05%
Monto Destinado USD \$100.000.000 así:				
<ul style="list-style-type: none"> ■ USD \$50.000.000 con plazo hasta 12 años incluidos hasta 2 años de gracia a capital. ■ USD \$50.000.000 con plazo hasta de 5 años sin periodo de gracia a capital. 				

Operaciones Tasa Fija

		1-3 Años (gracia 1 año)	+3-5 años (gracia 1 año)
Instituciones Públicas - Privadas	Tasas de Redescuento	6.20% E.A.	7,20% E.A.

Se deduce que la CDMB podría aplicar a un crédito hasta de 15 años con una tasa de DTF + 2.7% T.A., lo cual significa que la tasa total sería de 6.2%, ya que la DTF TA no ha superado el 3.5% durante el último semestre de 2010. Es necesario tener en cuenta que esta tendencia podría cambiar, sin embargo, es poco probable que supere el 4% en razón a los controles que está colocándole el Banco de la República a la economía del país. Para mayor seguridad, el cálculo de la tasa se hará con este último porcentaje (4%) pues el tiempo del crédito es bastante extenso.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

Con base en lo anterior, se obtendrían las siguientes cifras:

Crédito	\$ 55.500.000.000
Tasa	1,63%
Cuotas Trimestrales	60
Valor cuota	\$ 1.456.855.941

Bajo estas condiciones no se estima viable que la entidad pueda pagar una cuota fija trimestral durante 15 años de \$ 1.456.855.941, ya que esto le restaría capacidad de ejecución de obras, pues en la Tabla 14 ninguno de los años supera el valor de la sumatoria de las 4 cuotas trimestrales del crédito que asciende a \$ 5.827.423.763.

Por lo anterior, se debe descartar un crédito por la totalidad de los recursos requeridos, dejándose a selección de la Corporación cuál sería el monto a tomar, sin dejar de tener en cuenta que se han aplicado a recursos línea Fondo Nacional de Regalías, en donde se tienen previsto presentar proyectos por más de \$ 30 mil millones.

Esto implicaría que la propuesta de línea de crédito podría ser en las siguientes condiciones:

Crédito	\$ 25.500.000.000
Tasa	1,63%
Cuotas Trimestrales	60
Valor cuota	\$ 669.366.243

Al igual que en el caso anterior, al ser multiplicada esta partida trimestral por 4, la cifra por servicio de la deuda anual es de \$ 2.677.464.972 generando no contar la entidad con capacidad de gestión para obras propias.

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

De lo anterior se desprende que se hace necesario considerar muy en serio la aplicación a recursos del orden nacional o tomar muy en serio la propuesta del Alcalde Fernando Vargas Mendoza publicada por el diario Vanguardia Liberal el pasado 28 de noviembre, cuyo titular muy resaltado expresa que muy “Probablemente vamos a tener que crear un impuesto para controlar la erosión”, comentario que surge de la entrevista realizada por el periodista Juan Carlos Chio al hacerle la siguiente pregunta:

“¿Por qué se han demorado tanto las acciones para controlar la erosión en la escarpa occidental?”

“Ese es un tema muy complicado, la ciudad se nos está desmoronando producto de una construcción no planificada, especialmente en la escarpa. En este momento no tenemos ninguna esperanza de que el Gobierno Nacional nos ayude y por ello es necesario convocar a todas las fuerzas vivas de la ciudad para mirar que hacemos. Me atrevo a decir que va a ser necesario un impuesto en donde todos los bumangueses nos vamos a tener que meter la mano en el bolsillo para enfrentar este fenómeno”⁴.

Por lo anterior, no estaría de más presentar el estudio del Plan General de la Erosión Actualizado a consideración del señor Alcalde de Bucaramanga y de los Honorables miembros del Concejo de Bucaramanga, con el fin de que retomen la desaparecida Contribución de Valorización que permitió estabilizar por muchos años, hasta casi borrar el problema de la erosión en las nuevas generaciones, fruto de una excelente administración de dichos recursos en cabeza de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

⁴ Ver el artículo completo en: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/83977-probablemente-vamos-a-tener-que-crear-un-impuesto-para-controlar-la-eros>

	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	<small>CONSORCIO</small> M&CI
<small>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE</small> <small>COORDINACION GESTION DEL RIESGO</small>		

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los continuos cambios climáticos, el mal uso del recurso hídrico, las construcciones sin el cumplimiento de las normas legales establecidas, la falta de conciencia ciudadana, el inadecuado licenciamiento y acometida de servicios públicos entre otros, son factores que acompañan el deterioro de nuestra ciudad y agudizan progresivamente el fenómeno de la erosión.
- El desarrollo parcial del Plan General para el Control de la Erosión no es una solución acertada para mitigar el problema de la erosión. Las obras fragmentadas solo servirán para posponer los efectos que la erosión produce, pero no garantizan una estructura de estabilidad para atacar a fondo el fenómeno erosivo.
- Es pertinente seguir ejecutando las obras complementarias dentro del Plan General de la Erosión de manera sistemática dadas las condiciones geológicas, edafísticas y topográficas a las que está expuesta la ciudad de Bucaramanga, donde el fenómeno de remoción en masa es una constante principalmente en zonas de escarpa.
- Es necesario la implementación de un nuevo esquema del Plan General para el Control de la Erosión, como herramienta útil para mitigar y controlar el fenómeno erosivo que actualmente adolece el Municipio de Bucaramanga.
- Gestionar la compra y adquisición de predios como zonas de protección ambiental y adelantar jornadas de reforestación que permitan mitigar los efectos erosivos sobre los suelos de la escarpa occidental.

 cdm	PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035	CONSORCIO M&CI
SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO		

- Limitar el acceso de animales y personas a las áreas reforestadas para evitar procesos de remoción de la capa vegetal plantada.
- Iniciar inmediatamente las actividades de mantenimiento con el fin de recuperar la funcionalidad de las estructuras existentes. Realizar el mantenimiento periódico de las estructuras nuevas con lo que se garantice su conservación y total cumplimiento de la vida útil.
- Iniciar las actividades del programa Gestión Social y Ambiental en cuanto a la asesoría dada a la Alcaldía del Municipio de Bucaramanga con el fin de adelantar la reubicación de los habitantes de la escarpa y la sociabilización de los proyectos con la comunidad.
- Crear un comité con las empresas de servicios públicos – AMB – EMPAS – GAS donde se realice un revisión de los barrios en alto riesgo y se haga un seguimiento a las obras construidas y por ejecutar con el objeto de realizar las obras antes que se generen mayores problemas en los barrios de la escarpa. En estos comités se solicitara a las entidades responsable que se abstengan de dar servicio público hasta tanto no se tenga la aprobación y legalización de estos asentamientos o barrios.
- Hacer una revisión del catastro de redes de alcantarillado de la ciudad y en particular en los sectores de la escarpa, para proponer nuevos colectores si es necesario y construir los sumideros y obras necesarias hasta las zonas de baja pendiente en la escarpa evitando la entrega directa de aguas lluvias a los taludes.

 <p>cdmb</p>	<p>PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN 2010 - 2035</p>	<p>CONSORCIO M&CI</p>
<p>SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE COORDINACION GESTION DEL RIESGO</p>		

- Realizar un programa de revisión y mantenimiento de las vías de acceso que permitan llegar a las estructuras de vertimiento e iniciar las obras de reparación y mantenimiento de las mismas de acuerdo a lo requerido en cada época.
- Se deberán realizar obras para el reforzamiento de algunas de las estructuras de vertimiento encontradas ya que el deterioro por fatiga de los materiales es tal que se visualiza el acero de refuerzo y otras no poseen barandas ni elementos que permitan acceder a realizar los mantenimientos.
- Programar limpieza de todos los cauces de la escarpa retirando obstrucciones y materiales que han sido arrastrados hasta el fondo de las canalizaciones, el retiro se deberá realizar con maquinaria pesada y con cuadrillas de limpieza en cada una de las estructuras.
- Continuar con las canalizaciones hasta el punto de entrega en el Rio de Oro, con el objeto de controlar y disminuir los procesos de socavación y movilidad del cauce; además, se deben realizar las reparaciones de las canalizaciones existentes y construir los gaviones que han fallado y que se encuentran en mal estado.
- Programar mantenimientos periódicos en las estructuras de cada canalización ya que después de las fuertes precipitaciones se generan problemas de acumulación de material de arrastre.
- Adelantar la compra e instalación de las redes de piezómetros e inclinómetros y realizar el monitoreo constante de la misma con el fin de tomar de tomar las medidas de prevención adecuadas ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.



**PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035**



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

ANEXO 1. PLANO DELIMITACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



**PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035**



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

**ANEXO 2. PLANO GEOLÓGICO CIUDAD DE
BUCARAMANGA**



PLAN GENERAL PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN
2010 - 2035



SUBDIRECCION DE GESTION AMBIENTAL URBANA SOSTENIBLE
COORDINACION GESTION DEL RIESGO

**ANEXO 3. PLANO OBRAS PROPUESTAS DENTRO DEL
PLAN GENERAL PARA EL CONTROL
DE LA EROSIÓN 2010 - 2035**