



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

INFORME FINAL

**Bogotá, D.C.
Noviembre de 2005**



ÍNDICE

ÍNDICE	2
LISTADO DE FIGURAS	5
LISTADO DE TABLAS	9
LISTADO DE FOTOS	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PRODUCTO I: DIAGNÓSTICO DE AL MENOS 80 OBRAS QUE INCLUYE LA EVALUACIÓN Y LA BITÁCORA DE CADA OBRA DE MITIGACIÓN DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA.	15
2.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BASE.....	15
2.1.1. Análisis de información de oficina.....	20
2.1.1.1. Estudios y diagnósticos	20
2.1.1.2. Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio	22
2.1.1.3. Grado de coincidencia	23
2.1.1.4. Inversiones realizadas.....	24
2.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO	24
2.2.1. Elaboración de formatos de campo y bitácora de seguimiento (plan de visitas de obra)	25
2.2.2. Diagnóstico de obras de mitigación	26
2.3. PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LAS OBRAS DE MITIGACIÓN	33
3. PRODUCTO II: RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MEDIDAS Y/O OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y/O CORRECTIVAS PARA CADA UNA DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN	50
3.1. RECOMENDACIONES DE DISEÑO.....	50
3.2. ESTIMATIVO APROXIMADO DE CANTIDADES DE OBRA PARA MANTENIMIENTO Y PRESUPUESTOS	67
3.3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL MANTENIMIENTO	83
3.3.1. Sellado de grietas en muros y mallas mortero.....	83
3.3.1.1. Diagnóstico	84
3.3.1.2. Medidas correctivas.....	85
3.3.2. Anticorrosivos para anclajes, pernos y malla de gaviones	86
3.3.2.1. Diagnóstico	87
3.3.2.2. Medidas correctivas.....	87



4. PRODUCTO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y PROTOCOLOS PARA EL MANEJO DE LAS OBRAS QUE INCLUYE LAS RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN.....	89
5. PRODUCTO IV: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN.....	96
5.1. EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO	96
5.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	97
5.2.1. Taludes en roca	97
5.2.1.1. Remoción del material rocoso	98
5.2.1.2. Medidas de refuerzo en taludes rocosos	98
5.3. TALUDES EN SUELO	103
5.3.1. Descarga de taludes.....	103
5.3.2. Muros.....	106
5.3.2.1. Muros en concreto	107
5.3.2.2. Muros en llantas	108
5.3.2.3. Muros en tierra armada.....	111
5.3.2.4. Muros en gaviones.....	112
5.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE CRITERIOS DE DISEÑO.....	113
6. PRODUCTO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN BASE Y GEOREFERENCIADO PARA EL SEGUIMIENTO PERIÓDICO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN.	115
6.1. MODELAMIENTO CONCEPTUAL	115
6.2. DISEÑO LÓGICO.....	117
6.3. DISEÑO FÍSICO	117
6.4. NORMALIZACIÓN DEL MODELO ENTIDAD -RELACIÓN	117
6.5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE APLICACIONES.....	117
6.6. ALIMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	125
6.7. UBICACIÓN PRELIMINAR DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN EN EL SIG	125
6.8. GEORREFERENCIACIÓN DE LAS OBRAS VISITADAS.....	125
6.9. ALIMENTACIÓN DEL SIG	125
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	126
7.1. PRODUCTO I: DIAGNÓSTICO QUE INCLUYE EVALUACIÓN LA BITÁCORA DE LAS OBRAS.....	126
7.2. PRODUCTO II: RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MEDIDAS Y/O OBRAS PARA MANTENIMIENTO Y/O CORRECTIVAS.....	127



7.3. PRODUCTO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y PROTOCOLOS PARA EL MANEJO DE LAS OBRAS INCLUYENDO RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	128
7.4. PRODUCTO IV: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA BOGOTÁ D.C.	128
7.5. PRODUCTO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN BASE Y GEORREFERENCIADO PARA EL SEGUIMIENTO PERIÓDICO DE OBRAS.	129
8. REFERENCIAS	131

ANEXO I: Formatos de Oficina
ANEXO II: Formatos de Campo
ANEXO III: Registro Fotográfico
ANEXO IV: Precios Unitarios Estimados
ANEXO V: Planos



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma del proyecto	14
Figura 2: Información obtenida durante el desarrollo del contrato	20
Figura 3: Distribución de estudios y diagnósticos por localidades para los diseños de obras	21
Figura 4: Distribución de estudios y diagnósticos por año de ejecución de obra.....	21
Figura 5: Distribución por localidades de diseños de obras basados en investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio.....	22
Figura 6: Distribución por años, de diseños basados en investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio.....	22
Figura 7: Distribución por localidades de obras con grado de coincidencia entre cantidades de obra diseñadas y ejecutadas superior al 80 %	23
Figura 8: Distribución por años de obras con grado de coincidencia entre cantidades de obra diseñadas y ejecutadas superior al 80 %	23
Figura 9: Distribución por localidades de las inversiones realizadas por el FOPAE en obras de mitigación de riesgo por remiosión en masa. Valores en millones de pesos ...	24
Figura 10: Relación de obras de mitigación visitadas	27
Figura 11: Distribución en porcentaje del nivel de daño de 94 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004	28
Figura 12: Distribución del nivel de daño de 24 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Ciudad Bolívar.....	28
Figura 13: Distribución del nivel daño de 16 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de San Cristóbal	29
Figura 14: Distribución del nivel de daño de 23 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Rafael Uribe Uribe	29
Figura 15: Distribución del nivel de daño de 03 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Suba	29



Figura 16: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 1998.....	30
Figura 17: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 1999.....	30
Figura 18: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2000.....	31
Figura 19: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2001.....	31
Figura 20: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2002.....	31
Figura 21: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2003.....	32
Figura 22: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2004.....	32
Figura 23: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL entre 1998 y 2004	32
Figura 24: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero pernada como estructura de protección.....	41
Figura 25: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daños asociados con la malla mortero como estructura de protección	42
Figura 26: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con el muro de gaviones como estructura de contención	44
Figura 27: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la reconformación de taludes con tierra armada como estructura principal.....	45
Figura 28: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con muros / pantallas en concreto reforzado o ciclópeo como estructura de contención.	47
Figura 29: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con muros en llantas como estructura de contención.....	47



Figura 30: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con otras estructuras principales	47
Figura 31: Inversión en mantenimiento por localidades para obras FOPAE	82
Figura 32: Inversión en mantenimiento por localidades para obras UEL	82
Figura 33: Inversión en mantenimiento por localidades para Bogotá D.C.	83
Figura 34: Frecuencia de los meses más lluviosos en Bogotá D.C desde el año 2000 ...	90
Figura 35: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de Ciudad Bolívar desde el año 2000	91
Figura 36: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de Usme desde el año 2000	91
Figura 37: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de San Cristóbal desde el año 2000	92
Figura 38: Organigrama propuesto para la ejecución del plan de mantenimiento.....	93
Figura 39: Periodicidad de la ejecución del mantenimiento.....	95
Figura 40: Partes de un anclaje. Modificada de López et al, 1999.	99
Figura 41: Anclajes con mallas a) Malla anclada en taludes con planos inestables. b) Malla anclada en taludes en roca fracturada. Modificada de López et al, 1999.....	102
Figura 42: Descarga superior del talud. Modificada de López et al, 1999.....	104
Figura 43: Perfilado de taludes. Modificada de López et al, 1999.	105
Figura 44: Terraceo de taludes. Modificada de López et al, 1999.....	106
Figura 45: Partes de un muro en concreto. Modificada de López et al, 1999.....	108
Figura 46: Colocación de las llantas. Modificada de López et al, 1999.	108
Figura 47: Esquema de un talud protegido con muro en llantas. Modificada de López et al, 1999.....	109
Figura 48: Esquema de muro en tierra armada con geotextil como refuerzo. Modificada de López et al, 1999.	111
Figura 49: Secciones típicas de muros en gaviones. Modificada de López et al, 1999.....	112
Figura 50: Modelo entidad relación para la base de datos del FOPAE	116
Figura 51: Interfaz de inicio general de la base de datos	118
Figura 52: Interfaz de inicio de la consulta de información general, visita de campo, diagnóstico y estudio, relacionados con cada obra	118



Figura 53: Interfaz del formato de recolección de información de estudios y construcción.....	119
Figura 54: Formato para imprimir la recopilación de información base de los estudios.....	120
Figura 55: Continuación de formato para imprimir la información de diseño y construcción de las obras.....	121
Figura 56: Formato de diagnóstico de campo	122
Figura 57: Continuación formato de diagnóstico de campo.....	123
Figura 58: Formato de diagnóstico final	124



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de las obras contratadas por el FOPAE	16
Tabla 2: Ubicación de las obras contratadas por la UEL	19
Tabla 3: Intervalos de calificación de daño.....	25
Tabla 4: Resumen por localidades del nivel de daño promedio de las obras	27
Tabla 5: Resumen de problemas encontrados en las obras de mitigación.....	34
Tabla 6: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero pernada como estructura de protección	41
Tabla 7: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero como estructura de protección	42
Tabla 8: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con el muro en gaviones como estructura de contención.....	43
Tabla 9: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la reconformación de taludes en tierra armada como estructura principal	45
Tabla 10: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con los muros / pantallas en concreto reforzado o ciclópeo como estructura de contención.....	45
Tabla 11: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con los muros en llantas como estructura de contención	47
Tabla 12: Recomendaciones para las obras contratadas por el FOPAE	52
Tabla 13: Recomendaciones para las obras contratadas por la UEL	65
Tabla 14: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE	68
Tabla 15: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL	73
Tabla 16: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Ciudad Bolívar	74
Tabla 17: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Tunjuelito.....	75



Tabla 18: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Usme	76
Tabla 19: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Usaquén.....	77
Tabla 20: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Suba	77
Tabla 21: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en San Cristóbal	78
Tabla 22: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en San Cristóbal	79
Tabla 23: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOAPE en Santa Fe	79
Tabla 24: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en Santa Fe	80
Tabla 25: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Rafael Uribe Uribe.....	80
Tabla 26: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en Rafael Uribe Uribe.....	81
Tabla 27: Valores de mantenimiento por localidad.....	82
Tabla 28: Registro de los dos meses más lluviosos del año en Bogotá D.C.	89
Tabla 29: Recomendaciones de predimensionamiento para anclajes (U.S. Army Corp of Engineers; Modificada)	100
Tabla 30: Tensiones de adherencia permitidas en los anclajes a base de cemento (Willye, 1980; citado por López et al, 1999)	100



LISTADO DE FOTOS

Foto 1: Falla del sistema de protección en la interfaz con otro sistema (Los Chircales – Rafael Uribe Uribe)	36
Foto 2: Falla de fondo de la protección del cauce con flexoadoquín (Barrio San Francisco, cauce de la Quebrada Limas - Ciudad Bolívar)	37
Foto 3: Trinchos fallados (Arborizadora Alta - Ciudad Bolívar)	38
Foto 4: Muro en llantas (San Joaquín del Vaticano - Ciudad Bolívar)	39
Foto 5: Sector para sellado de grietas (Playón Playitas – Rafael Uribe Uribe).....	84
Foto 6: Sector para reparación de malla de gaviones (Barranquillita – Usme).....	87
Foto 7: Sistema de anclaje con malla y concreto lanzado	103
Foto 8: Muro en llantas funcional (Barrio Villas del Recuerdo - Rafael Uribe Uribe)	110
Foto 9: Muro en llantas con fallas. (San Joaquín del Vaticano - Ciudad Bolívar)	110
Foto 10: Entrabamiento inadecuado de gavión	113



1. INTRODUCCIÓN

En este documento, se consignan los resultados obtenidos en desarrollo del contrato No. 512-2004 entre el FOPAE y la Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ingeniería, el cual tiene por objeto específico la realización del diagnóstico de por lo menos ochenta (80) de las obras construidas para la mitigación del riesgo por movimientos en masa en Bogotá D.C. Además se incluye la elaboración y el diseño de un sistema de mantenimiento y seguimiento a este tipo de obras.

Para la presentación del informe, éste se ha organizado de acuerdo con los productos contratados mostrando los resultados de cada uno de éstos. Los productos para cumplir el objetivo del contrato, se enumeran a continuación:

1. Diagnóstico que incluya la evaluación y la Bitácora de las obras de mitigación del riesgo por movimientos en masa.
2. Recomendaciones de diseño de medidas y/o obras para mantenimiento y/o correctivas para cada una de las obras de mitigación.
3. Diseño del sistema y Protocolos para el manejo de las obras que incluya las recomendaciones y criterios de evaluación, operación y mantenimiento de las obras de mitigación.
4. Criterios de diseño de obras de mitigación para Bogotá D.C.
5. Un sistema de información base y georreferenciado para el seguimiento periódico de las obras.

• METODOLOGÍA

La metodología para la consecución de los objetivos propuestos en el convenio inició con la elaboración de los formatos para la consignación de información de diseño y construcción de las obras. Estos formatos fueron elaborados y revisados conjuntamente con los funcionarios del FOPAE. Simultáneamente con esta actividad se dio inicio a la creación del Sistema de Información Georreferenciada del proyecto, el cual se fue alimentando a medida que se iba obteniendo información.

Una vez se adelantó considerablemente la obtención de información de estudios y diseños se procedió a hacer el planteamiento lógico para las visitas a las obras. Para ellos se elaboró un formato de diagnóstico también en concordancia con los funcionarios del FOPAE. Se realizaron las correspondientes visitas y se procesó la información para su posterior análisis.



Se inició entonces la elaboración del informe, se analizó la información y se obtuvieron los productos I, II, III y IV acordados en el convenio. El producto V correspondiente a la Sistema de Información Georreferenciada fue culminado una vez se terminó la recopilación de información y los diagnósticos de cada una de las obras.

Finalmente se terminó la edición del informe final, se obtuvieron los correspondientes resultados, conclusiones y recomendaciones basados en los análisis y se organizó el cuerpo del trabajo.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo de las actividades ejecutadas dentro del convenio, mostrando la dependencia entre cada una de ellas, así como las requeridas para lograr la consecución de los productos establecidos en el contrato.



Figura 1: Flujograma del proyecto



2. PRODUCTO I: DIAGNÓSTICO DE AL MENOS 80 OBRAS QUE INCLUYE LA EVALUACIÓN Y LA BITÁCORA DE CADA OBRA DE MITIGACIÓN DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA.

El objetivo general de esta actividad consistió en determinar el estado actual de cada una de las obras, lo cual sirvió como base para establecer las acciones a implementar de manera inmediata con el fin de continuar garantizando la estabilidad de la obra, así como para determinar los planes de mantenimiento adecuados para cada una de ellas.

A continuación de manera detallada se presentan las diferentes actividades realizadas.

2.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BASE

En primer lugar, se recurrió a la recopilación de información existente en los archivos del FOPAE y de la UEL. Dicha información se compone de los estudios y diseños de obras, así como de los diferentes documentos contractuales y de interventoría generados antes y durante la construcción de las mismas.

Para la recopilación de información, se elaboró un formato denominado "formato de oficina" que permitiera de manera eficaz recopilar los aspectos relevantes de los estudios y de la obra efectivamente construida. Este formato hace parte del ANEXO I y comprende tres grupos de información los cuales se listan a continuación.

- **Identificación de la obra**

Se referencia el número del contrato de obra, el nombre del contratista, el barrio, localidad y el nombre del Interventor y número de contrato de interventoría.

- **Información sobre el estudio y las obras construidas**

En esta sección se encuentran datos como el número de contrato de consultoría, autor, título del estudio, descripción del problema, área afectada, infraestructura afectada, descripción geológica de la zona de estudio, tipo de investigación del subsuelo, ensayos de campo, ensayos de laboratorio, parámetros de diseño, metodologías de análisis de estabilidad utilizadas. También se registró la información concerniente al costo total de la obra. En cuanto al diseño y construcción de las obras, se discretizan los tipos de obras planteadas, los sistemas utilizados, las cantidades de obra diseñadas, contratadas y finalmente ejecutadas, con el fin de poder llevar a cabo un análisis del grado de coincidencia entre lo diseñado, contratado y construido, tal como se verá más adelante.



- **Observaciones y esquemas de obras tipo**

Se realizan observaciones pertinentes al estudio o contrato y los esquemas de las obras tipo planteadas en el estudio, con el fin de permitir hacer comparaciones con las obras realmente construidas.

A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos de esta actividad.

El FOPAE priorizó para este estudio 79 obras de mitigación construidas en el periodo comprendido entre 1998-2004. Adicionalmente, se asignaron 22 obras construidas por la UEL en entre el 2001 y 2003. Las obras junto con su ubicación, correspondientes al FOPAE se muestran en la Tabla 1, y las correspondientes a la UEL se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1: Ubicación de las obras contratadas por el FOPAE

ID	CONTRATO	DIRECCION	LOCALIDAD	BARRIO
1	G-602-54-98	Transv. 77G Diag. 63 Sur	CIUDAD BOLIVAR	CASAVIANCA
2	G-739-84-98	Cra 12A Este con calle 36 sur	SAN CRISTÓBAL	LOS ALPES
3	G-797-99-98	Transv. 49D Bis con calle 68G sur	CIUDAD BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS
4	G-935-129-98	Entre Cras. 7 Este y 7A Este	SAN CRISTÓBAL	NUEVA GLORIA
5	G-940-131-98	Cra 8 Este con Calle 2A	SANTA FÉ	EL ROCIO MEDIO
6	G-1052-154-98	Cra. 12A No. 49-32 sur	RAFAEL URIBE URIBE	MARCO FIDEL SUAREZ
7	G-1105-173-98	Calle 62A sur / cras 18K y 18U	CIUDAD BOLIVAR	ALTOS DE JALISCO
8	COP-196-99	Cll. 48C sur No. 7-12	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL SOL
9	COP-329-99	Cra 24 con calle 184	USAQUÉN	MIRADOR CONJUNTO CERRADO
10	COP-381-99	Transv. 12B Este No 28-33 y la Transv 12 Este No. 28-09	SAN CRISTÓBAL	AMAPOLAS
11	COP-419-99	Calle 84A Sur con Cra 26 Este	USME	EL NEVADO
12	COP-189-99	Cra. 17B entre Clls.76 sur y 76C Sur	CIUDAD BOLIVAR	BUENOS AIRES
13	COP-244-99	Cra 20 Sector Oeste entre calles 70 y 73 Sur	CIUDAD BOLIVAR	BRISAS DEL VOLADOR
14	COP-292-99	Cra 11D entre calles 49-50 Sur	RAFAEL URIBE URIBE	PLAYON PLAYITA
15	COP-342-99	Cll 62B Sur con Cra 3 Este	USME	LA FISCALA
16	COP-455-99	Cll 166 A con Cra 6	USAQUÉN	SORATAMA
17	COP-460-99	Transv. 49D Bis entre Cll 68G -68H	CIUDAD BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS
18	COP-516-99	Cras 18Q y 18QBis con Diag. 68B -69 Sur	CIUDAD BOLIVAR	JUAN PABLO II - GRAN CHAPARRAL
19	COP-573-99	Clls 62A Sur y 63 Sur con Cra 18K	CIUDAD BOLIVAR	ALTOS DE JALISCO
20	COP-577-99		CIUDAD BOLIVAR	SANTA VIVIANA SECTOR VISTA HERMOSA
21	COP-606-99	Cll 70C Sur con Cra 20D Bis	CIUDAD BOLIVAR	JUAN JOSE RONDON - LA CASONA
22	COP-611-99	Diag. 70C Sur con Cra 18	CIUDAD BOLIVAR	JUAN PABLO II - LA ESPERANZA



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID	CONTRATO	DIRECCION	LOCALIDAD	BARRIO
23	COP-517-99	Cra 17A No. 30B-50 Sur	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO
24	COP-509-99	Transv 14 y 15 y Diag. 32 y 32B Bis	RAFAEL URIBE URIBE	LUIS LOPEZ DE MESA
25	COP-540-99	Cra 27ABis Este No. 83 D-11 Sur	USME	NEVADO
26	COP-565-99	Cll 48 Sur No. 14B-53	RAFAEL URIBE URIBE	EL SOCORRO
27	COP-571-99		SAN CRISTÓBAL	LAURELES
28	COP-589-99	Transv 1B Bis Este (Calle 86 Sur)	USME	EL PEDREGAL
29	COP-587-99	Transversal 16 Este a la altura de la Diag. 46Sur	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY
30	COP-594-99	Transv 8 No. 163-64	USAQUÉN	SANTA CECILIA ALTA
31	COP-622-99	Cll 141 con Cra 81A	SUBA	CASA BLANCA
32	COP-624-99	Cras 7A Este y 8 A Este con Clls 47 y 48	CHAPINERO	VILLA DEL CERRO
33	COP-634-99	Diag. 48A No. 16A-85 Sur	SAN CRISTÓBAL	QUINDIO
34	COP-129-00	Cra 9A Este con cll 84 C Sur	USME	EL PORVENIR
35	COP-136-00	Cra 36 Este con Cll 83 Sur	USME	STA LIBRADA
36	COP-155-00	Calle 152B con Carrera 87	SUBA	TUNA ALTA EL ROSAL
37	COP-159-00	Cra 85 entre Cll 121 y 122A	SUBA	CIUDAD HUNZA
38	COP-199-00	Cll 48Sur con Cra 5J	RAFAEL URIBE URIBE	ZARAZOTA
39	COP-177-00	Cra 7A entre Clls 4 y 6 Sur	SANTA FÉ	EL DORADO CARTAGENA
40	COP-222-00	Cra 48D Sur con Cra 8	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL RECUERDO
41	COP-266-00	Transv. 27B calle 188	USAQUÉN	BUENAVISTA II SECTOR
42	COP-269-00	Cra 15A Este calle 16 sur	SAN CRISTÓBAL	TRIANGULO BAJO
43	COP-163-00	Cras 16A y 16C y Clls 32C y 32D sur	RAFAEL URIBE URIBE	LAS COLINAS
44	COP-184-00	Cra 5 con Cll 1D	SANTA FÉ	SANTA ROSA DE LIMA
45	COP-272-00	Calles 67Sur, 66A sur con Cras 18L y 18K	CIUDAD BOLIVAR	JUAN PABLO II SECTOR LAGUNA
46	COP-186-01	Calle 90 Sur con carrera 8 Este	USME	EL PARAISO
47	COP-193-01	Calle 54 Sur con carrera 5C bis A	RAFAEL URIBE URIBE	SAN AGUSTIN
48	COP-224-01	Transversal 17 B entre Calles 36 y 36 A	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO
49	COP-279-01	Carrera 6ª con calle 53 Sur	TUNJUELITO	ABRAHAM LINCOLN
50	COP-347-01	Diagonal 71 Sur 1 A-41 Este	USME	BARRANQUILLITA
51	COP-354	Calle 61 y 68 Sur y las Carreras 42B y 43	CIUDAD BOLIVAR	NUEVA CANDELARIA
52	COP_361	Carrera 15 E y la calle 26 sur	SAN CRISTÓBAL	MANANTIAL
53	COP-370-01	Calle 155 A No. 10-08	USAQUÉN	BARRANCAS ALTO
54	COP-369-01	Calle 44 Sur No. 16-09 Este	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY
55	CO-038-02	Diagonal 48 T con carrera 1 B	RAFAEL URIBE URIBE	DIANA TURBAY
56	CO-062-02	Avenida Guacamayas con carrera 5 sur	RAFAEL URIBE URIBE	MOLINOS
57	CO-080-02	Diagonal 21 Sur con carrera 17 B Este	SAN CRISTÓBAL	EL TRIANGULO
58	CO-087-02	Calle 69 D Sur con carrera 20 C Bis	CIUDAD BOLIVAR	JUAN JOSE RONDON
59	CO-313-02	Carrera 38 con diagonal 69 G sur	CIUDAD BOLIVAR	ARBORIZADORA ALTA
60	CO-085-02	Calle 68 C Sur con carrera 20 A	CIUDAD BOLIVAR	JUAN JOSE RONDON
61	CO-381-02	Calle 41 I Bis sur con carrera 11 B	RAFAEL URIBE URIBE	PROVIDENCIA ALTA
62	CO-347-02	Cll 133 Sur con Carrera 48 Este	USME	OASIS
63	CO-470-02		USAQUÉN	VILLA NIDIA
64	CO-076-03	Calles 71 y 73 sur con transversal 81 y carrera 81	CIUDAD BOLIVAR	SAN JOAQUIN DEL VATICANO



ID	CONTRATO	DIRECCION	LOCALIDAD	BARRIO
65	CO-158-03	Calle 16D Sur No.16-90 Este	USME	SIERRA MORENA
66	CO-127-03	Calles 66 C sur y 66 B sur y las carreras 18 R y 18 T Bis	CIUDAD BOLIVAR	PERDOMO ALTO
67	CO-229-03		SAN CRISTÓBAL	EL TRIANGULO BAJO
68	230-03	Carrera 27 D entre calles 187 C y 188	CIUDAD BOLIVAR	JUAN PABLO II SECTOR EL VOLCAN
69	292-03	Carrera 14A # 50B-04 Sur	CIUDAD BOLIVAR	JUAN PABLO II SECTOR LA ESPERANZA
70	355-03	Carrera 5 A con calle 95 C sur	USAQUÉN	BUENAVISTA
71	359-03	Carrera 14A # 50B-04 Sur	RAFAEL URIBE URIBE	LOS CHIRCALES ZONA 5
72	358-03	Carrera 5 A con calle 95 C sur	USME	LA ORQUIDEA
73	COP 218/2004	Talud localizado al frente del colegio Plan Canteras en la Transv. 49D Bis # 68G – 59 sur	CIUDAD BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS
74	COP 224/2004	Margen izquierda de la quebrada El Zanjón de Limas entre las calles 69 G y 69 F sur	CIUDAD BOLIVAR	NUEVA COLOMBIA
75	COP 355/2004	Márgenes de la quebrada Limas a la altura de la transversal 18 C con calle 68L sur	CIUDAD BOLIVAR	VILLA DEL DIAMANTE
76	COP 347/2004	Márgenes de la quebrada Zanjón de Limas a la altura de la diagonal 70 sur entre calles 69 I Bis sur y 70 sur	CIUDAD BOLIVAR	EL TRIUNFO
77	COP 368/2004	Márgenes de la quebrada De Limas a la altura de la calle 67 D sur con carrera 18U	CIUDAD BOLIVAR	MARANDÚ
78	COP 355/2004	Márgenes de la quebrada De Limas a la altura de la calle 67 sur con carrera 20A	CIUDAD BOLIVAR	SAN FRANCISCO
79	COP 466/2004	Entre las calles 41 E Sur y 42 A Sur y Carreras 17 A Este y 18 Este de la Urbanización Paseito Sector III	SAN CRISTÓBAL	PASEITO SECTOR III



Tabla 2: Ubicación de las obras contratadas por la UEL

ID	CONTRATO	DIRECCION	LOCALIDAD	BARRIO
80		Cra 2E Este Calle 43	CHAPINERO	San Martín de Porres
81	SGDC-OP-02-0029-00-02	Cra1 Esta Calle 43 y Calle 46 entre carreras 5 este y 1 este.	CHAPINERO	San Martín de Porres
82	SGDC-OP-02-0029-00-02	Calle 46 entre carreras 5 este y 1 este.	CHAPINERO	San Martín de Porres / Villa Anita
83		Calle 43 entre Cras 1 y 2 Este	CHAPINERO	San Martín de Porres
84	039 / 2002	Carrera 4 este frente a la nomenclatura 2-65	SANTA FÉ	Girardot
85	039 / 2002	Calle 3a con Carrera 11 Este	SANTA FÉ	Los Laches
86		Calle 1D Frente a la vivienda con nomenclatura 7-12 Este	SANTA FÉ	Santa Rosa de Lima
87	SGDC-OP-4-0034-02	Calle 8 Sur entre Carreras 15 y 15A Este	SAN CRISTÓBAL	Montecarlo
88	SGDC-OP-4-0034-02	Calle 16A Bis Sur entre Cras 7B y 7C Este	SAN CRISTÓBAL	La Castaña
89	SGDC-OP-4-0034-02	Parte media del barrio en carretera principal	SAN CRISTÓBAL	El Triángulo
90	SGDC-OP-4-0035-00-03	Cra 2 A con Calle 39 Sur	SAN CRISTÓBAL	San Martín de Loba
91	SGDC-OP-4-0035-00-03	Calle 37 Sur No 12 C-15 Este	SAN CRISTÓBAL	Nueva España
92	SGDC-OP-4-0035-00-03	Carretera Oriente- Calle 14C Sur	SAN CRISTÓBAL	Sagrada Familia
93	SGDC-OP-18-0059-00-02	Carrera 2D este entre calles 51A y 52 sur	RAFAEL URIBE URIBE	Palermo Sur Parte Alta Sector Las Brisas
94		Transversal 17B con calle 36 sur	RAFAEL URIBE URIBE	Río de Janeiro
95			RAFAEL URIBE URIBE	Granjas de San Pablo
96		Transversal 16A No. 46-88 sur	RAFAEL URIBE URIBE	Marco Fidel Suárez
97		Calle 52 Bis sur frente a la placa 4B-12	RAFAEL URIBE URIBE	La Paz Sector Chicó
98		Carrera 2D entre Calles 49 y 51 Sur	RAFAEL URIBE URIBE	Palermo Sur
99	SGDC-OP-18-0059-00-02	Calle 48 T Sur entre Cras 1A y 1 D	RAFAEL URIBE URIBE	Diana Turbay
100		Calle 40 Sur entre Cras 16C y 17	RAFAEL URIBE URIBE	San Juanito

Para ejecutar esta actividad se procedió a consultar las siguientes fuentes:

- Centro de documentación del FOPAE (CDI).
- Archivo muerto de la Secretaria de Gobierno ubicado en la localidad de Kennedy. Lo anterior fue necesario debido a que la información de los contratos para años anteriores al 2003 no se encuentra en las instalaciones del FOPAE.
- Oficina de la UEL.
- Alcaldías locales. Lo anterior fue necesario debido a que no toda la información referente a las obras contratadas por la UEL se encuentra en dicha oficina.
- Finalmente la información no obtenida en las instancias anteriores, más específicamente algunos estudios y diagnósticos, fue consultada en varias empresas de consultoría que facilitaron el acceso a sus archivos.



2.1.1. Análisis de información de oficina

Una vez diligenciados los formatos de oficina se realizó una evaluación de la información consignada para establecer un marco general de cada obra desde su origen. En la Figura 2 se presenta una relación de la información de diseño, de contrato y de construcción de las obras, en sus respectivas localidades. La información de diseño hace referencia a los estudios de consultoría llevados a cabo antes de la construcción de las obras. La información contractual hace referencia a lo relacionado con las firmas contratadas para interventoría, diseño y construcción de las obras, así como la duración de las mismas y el monto total. La información de construcción hace referencia a cantidades de obra y esquemas de las obras finalmente ejecutadas.

Como se puede observar, existe información disponible en la mayoría de las obras, pero hay que anotar que ésta se encuentra algo dispersa, en las entidades anteriormente mencionadas para las obras anteriores al 2003.

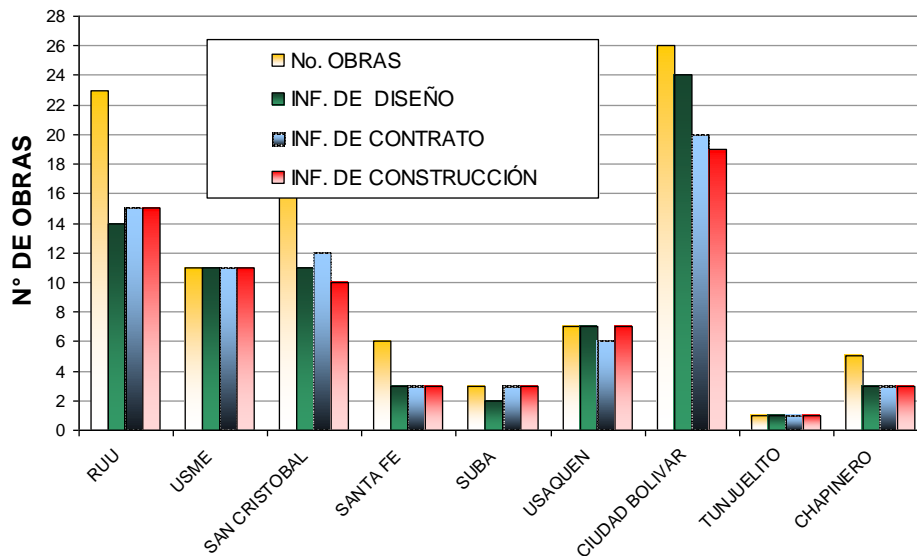


Figura 2: Información obtenida durante el desarrollo del contrato

2.1.1.1. Estudios y diagnósticos

Algunas de las obras fueron diseñadas con base en estudios detallados y otras apoyadas en diagnósticos técnicos o recomendaciones de medidas correctivas. En la Figura 3 se presenta la distribución de estudios y diagnósticos por localidades, y en la Figura 4 se clasifica dicha información por año de ejecución del contrato.

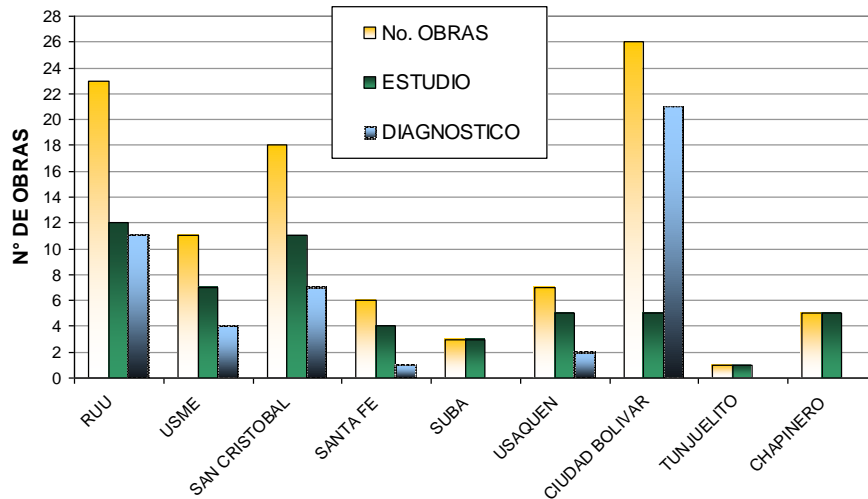


Figura 3: Distribución de estudios y diagnósticos por localidades para los diseños de obras

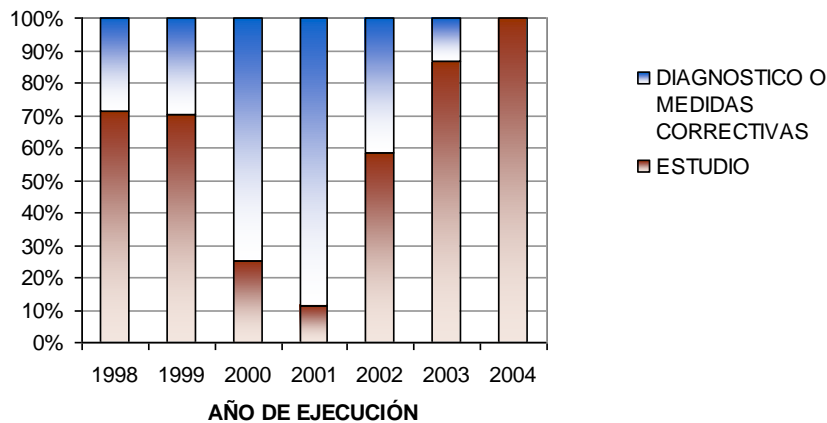


Figura 4: Distribución de estudios y diagnósticos por año de ejecución de obra

De las figuras anteriores se puede observar que en los últimos años se presentó una tendencia creciente a ejecutar las obras de mitigación a partir de estudios. Lo anterior es recomendable desde todo punto de vista teniendo en cuenta que se desarrolla un proceso más riguroso que si se hiciera sólo a partir de diagnósticos técnicos o conceptos, dejando a un lado en algunos casos la determinación de propiedades mecánicas a partir de investigación del subsuelo y la modelación con parámetros de los materiales involucrados en el problema. Adicionalmente, la ejecución de estudios permite el análisis de diferentes alternativas de solución con lo cual, idealmente, daría como resultado la solución técnica y económicamente más adecuada.



2.1.1.2. Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio

Generalmente en las obras diseñadas bajo un estudio técnico, se desarrolló un programa de investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio, no así, para algunas obras diseñadas con diagnóstico. En la Figura 5 se muestra el porcentaje de exploración y ensayos para las obras analizadas por localidad, y en la Figura 6 por año de ejecución.

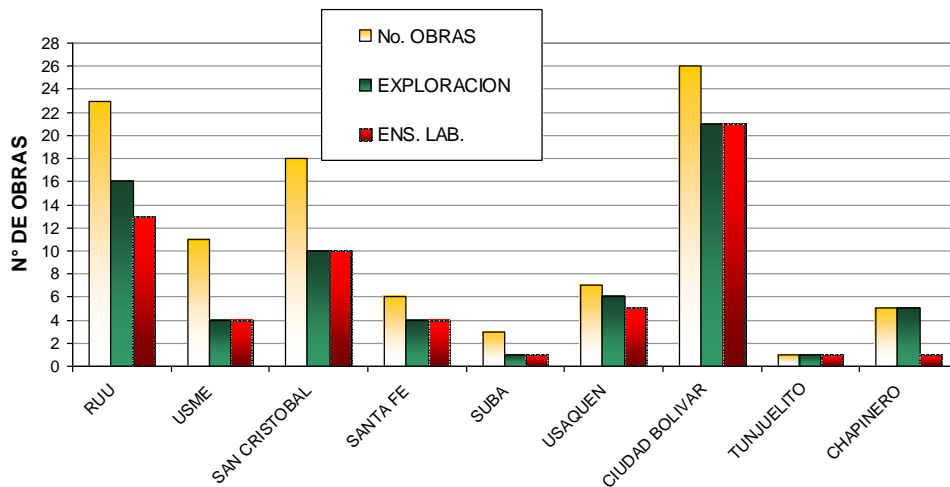


Figura 5: Distribución por localidades de diseños de obras basados en investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio

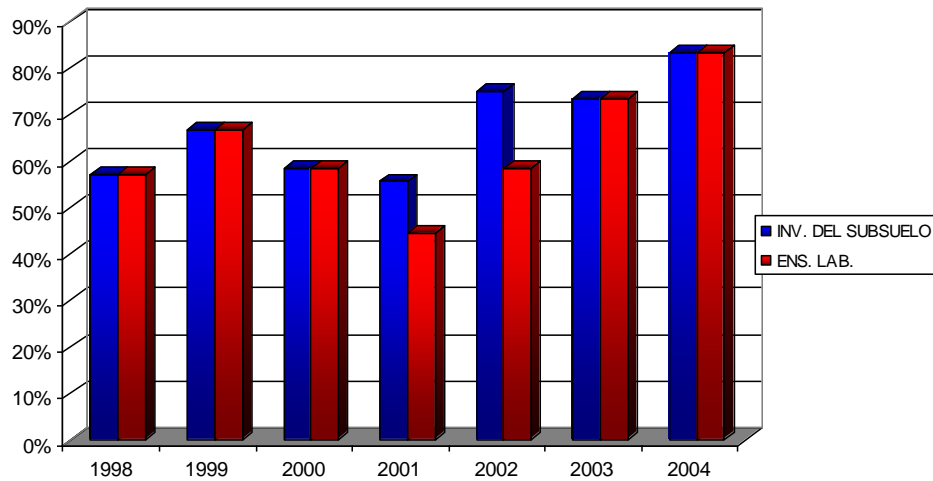


Figura 6: Distribución por años, de diseños basados en investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio



2.1.1.3. Grado de coincidencia

En este punto se comparan las cantidades de obra diseñadas con las ejecutadas. En este análisis fue muy común encontrar obras con ítems adicionales, ítems no construidos o cantidades de obra mucho más grandes o mucho más pequeñas a las establecidas en el diseño. Esto puede atribuirse a que como se estableció anteriormente, en muchos casos el diseño partió de un diagnóstico de emergencia o no hubo una recolección de información suficiente en campo para que el diseñador pudiese prever completamente las condiciones que el contratista encontraría en el momento de la ejecución de los trabajos.

En la Figura 7 y en la Figura 8 se establecen los números y porcentajes de obras cuyo grado de coincidencia fue superior al 80%.

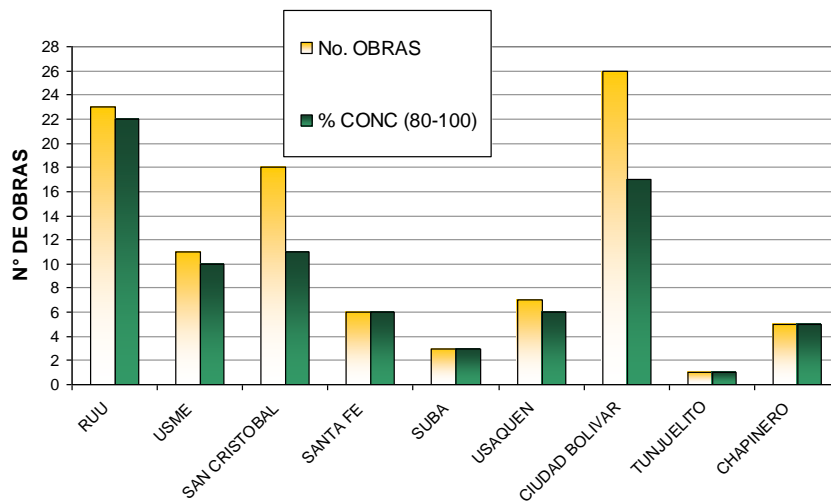


Figura 7: Distribución por localidades de obras con grado de coincidencia entre cantidades de obra diseñadas y ejecutadas superior al 80 %

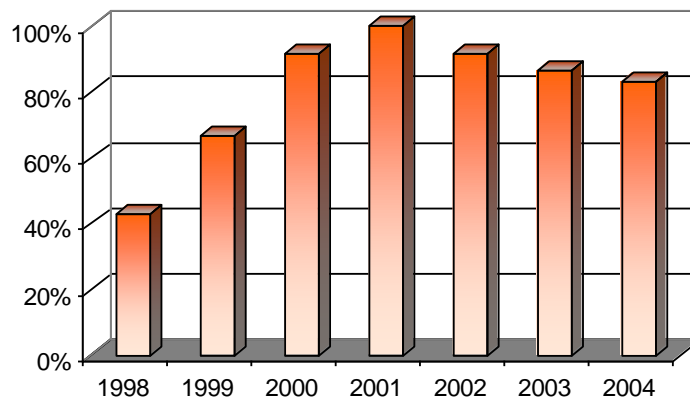


Figura 8: Distribución por años de obras con grado de coincidencia entre cantidades de obra diseñadas y ejecutadas superior al 80 %



2.1.1.4. Inversiones realizadas

Se analizó también el monto de las inversiones realizadas por el FOPAE por localidad tal como se muestra en la Figura 9. Como se observa, Ciudad Bolívar ha recibido el mayor rubro en inversiones, siendo de hecho la localidad con los problemas de estabilidad de mayor magnitud y complejidad.

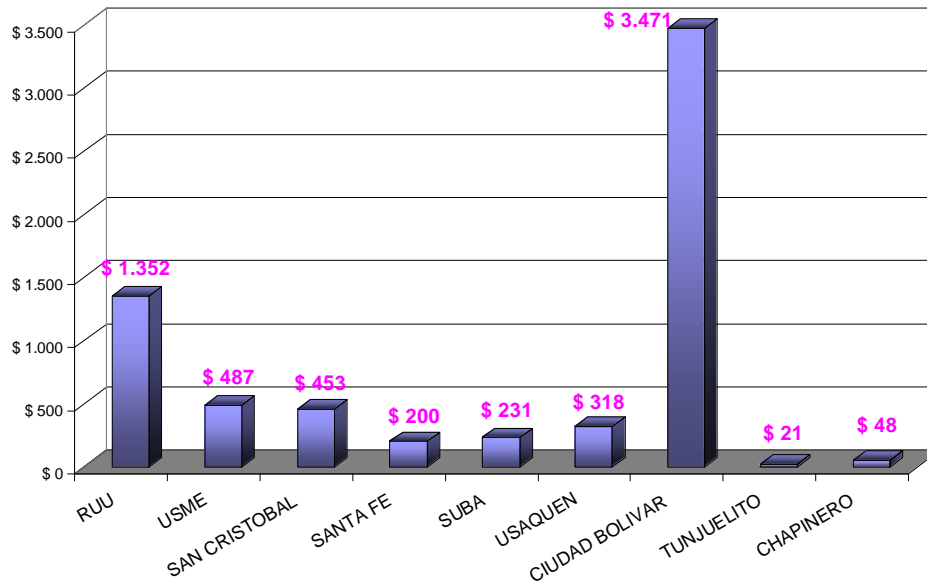


Figura 9: Distribución por localidades de las inversiones realizadas por el FOPAE en obras de mitigación de riesgo por remoción en masa. Valores en millones de pesos

2.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

La mayoría de obras de mitigación consisten en estabilidad de laderas y taludes y algunas en protecciones de cauces de quebradas. Teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron los componentes de este tipo de obras: una estructura principal cuyo objetivo es ofrecer equilibrio al sistema y unas obras complementarias que tienen por objeto prevenir que agentes externos generen nuevos problemas de inestabilidad.

Con el fin de establecer el nivel de afectación en cuanto a estabilidad que ha sufrido la obra desde su construcción, se establecieron junto con el FOPAE cinco niveles de daño. En la Tabla 3, se presentan estos niveles asociados con el índice de daño correspondiente. Este índice de daño se calculó asignando un valor a cada uno de los elementos que componían la obra principal de mitigación, de acuerdo a su nivel de daño. De esta manera, un elemento de la obra principal que se encontrara en buenas condiciones tendría un índice de daño cero ó uno, y un elementos gravemente averiado presentaría un índice de daño de 6. Al final se hacía un promedio de los niveles de daño



de cada uno de los elementos que conformaban la obra principal y se obtenía un nivel de daño global.

Tabla 3: Intervalos de calificación de daño

ÍNDICE DE DAÑO	CALIFICACIÓN CUALITATIVA DEL NIVEL DE DAÑO
0 o 1	Ninguno
2 o 3	Bajo
4 o 5	Medio
6 o 7	Alto
>= 8	Severo

Para las obras con índice de daño global bajo, es decir entre 0 y 1, las recomendaciones estarán encaminadas solamente hacia el mantenimiento de la estructura y por ende no habrá recomendaciones de obras correctivas. A medida que se incrementa el índice de daño, será necesario ejecutar obras correctivas o complementarias que garanticen la funcionalidad de la obra.

Las medidas de mitigación se tomaron como un sistema compuesto de una estructura principal y otras complementarias. La calificación se hizo cualitativamente para todo el sistema de tal manera que el índice de daño de la obra es entonces el promedio ponderado de los índices de daño de cada una de las estructuras involucradas dentro del sistema. Este sistema se utilizó para efectuar la recolección de información de campo y permite distinguir fácilmente las obras que requieren intervención en el corto plazo. El proceso se realizó mediante un formato discutido y aprobado por el FOPAE. A continuación se describen las principales características de éste formato.

2.2.1. Elaboración de formatos de campo y bitácora de seguimiento (plan de visitas de obra)

El formato de campo hace parte del ANEXO II éste consiste en nueve puntos que se listan a continuación.

- **Identificación**

Comprende el número de contrato de la obra, el código interno que es el número de referencia asignado por la Universidad Nacional a la obra, la fecha de visita, la localidad, el barrio y las coordenadas obtenidas de la georreferenciación en campo.



- **Evaluación de la estabilidad global y del entorno**

Consiste en el análisis de la obra y de su entorno como un todo. Puede usarse como un índice muy general de las condiciones de la obra.

- **Esquemas**

Se realizan tres tipos de esquemas de la obra de mitigación: en planta, perfil y esquemas adicionales con detalles de elementos de las estructuras afectadas.

- **Evaluación general de la obra**

En este punto se verifica el grado de coincidencia de la obra entre diseño, contrato y campo. Seguidamente, se evalúa si la obra de mitigación construida cumple los objetivos planteados en el estudio y finalmente si se han presentado problemas adicionales atribuibles a la obra de mitigación construida.

- **Evaluación detallada de la obra**

En este punto se establecen los índices de daño previamente definidos en las estructuras de la obra de mitigación.

- **Otras observaciones**

Comprenden comentarios de las estructuras de alcantarillado, acueducto y otros factores que puedan afectar la estabilidad del sistema obra – entorno.

- **Evaluación del nivel promedio de toda la obra**

Se obtiene una media aritmética de las evaluaciones de las estructuras componentes de la obra de mitigación.

- **Posibles agentes detonantes**

Se establece el factor o factores que generaron el problema originalmente.

- **Recomendaciones de campo**

Se proponen de manera preliminar las obras de mantenimiento y las obras correctivas de acuerdo al nivel promedio de daño de la obra de mitigación.

Para efectuar el inventario de obras, se llevó un registro fotográfico de cada obra, se diligenció el formato de campo y se georeferenció la obra con GPS navegador.

2.2.2. Diagnóstico de obras de mitigación

Se visitaron 94 obras de las 80 mínimas a evaluar. En la Figura 10 se observa la relación de visitas por localidades.

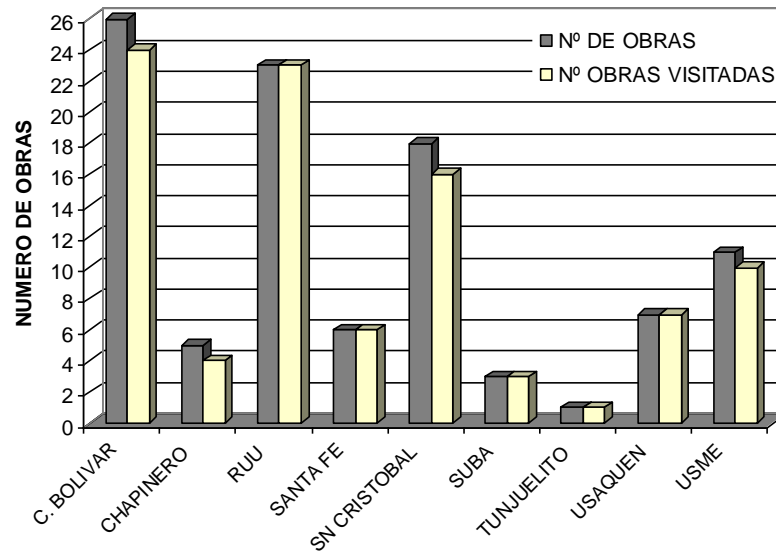


Figura 10: Relación de obras de mitigación visitadas

En las localidades de Ciudad Bolívar, Chapinero, San Cristóbal y Usme la diferencia que se observa en la figura anterior entre el número de obras proyectadas para diagnóstico y el número de obras visitadas se debe a que no fue posible localizar algunas obras por el cambio de nomenclatura e incluso por razones de seguridad. Teniendo en cuenta lo anterior, sólo se dejaron de visitar 6 obras de las 100 seleccionadas por el FOPAE.

En la Tabla 4 se muestra el nivel de daño promedio de las obras con base en el índice de daño asignado a cada una de ellas.

Tabla 4: Resumen por localidades del nivel de daño promedio de las obras

LOCALIDAD	Obras	Obras Visitadas	Nivel De Daño Promedio De La Obra				
			Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Severo
C. Bolívar	26	24	10	5	5	0	4
Chapinero	5	4	4	0	0	0	0
RUU	23	23	13	8	1	1	0
Santa fe	6	6	6	0	0	0	0
San Cristóbal	18	16	11	3	2	0	0
Suba	3	3	0	2	1	0	0
Tunjuelito	1	1	1	0	0	0	0
Usaquén	7	7	7	0	0	0	0
Usme	11	10	5	4	1	0	0
TOTAL	100	94	57	22	10	1	4



En la Figura 11 se presentan los valores porcentuales de los niveles de daño de las 94 obras visitadas.

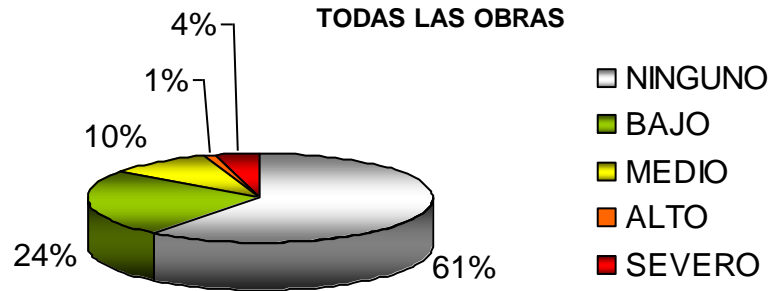


Figura 11: Distribución en porcentaje del nivel de daño de 94 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004

Desde la Figura 12 a la Figura 15, se observan los porcentajes de niveles de daño para cada una de las localidades. De acuerdo con éstas, se nota que la localidad que presenta los mayores problemas en sus obras es Ciudad Bolívar. El alto porcentaje de obras con nivel de daño severo se debe a que del total de obras estudiadas, las que presentan este nivel de daño se encuentran en esta localidad (4 obras).

C BOLIVAR

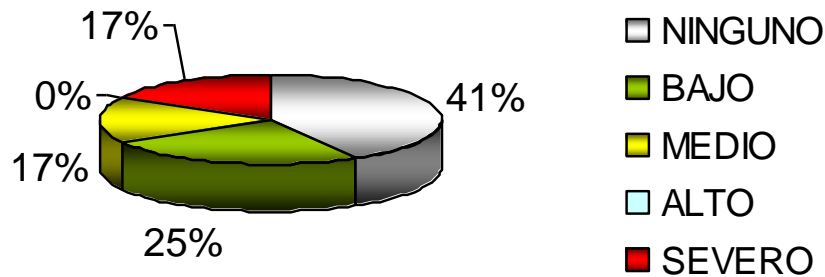


Figura 12: Distribución del nivel de daño de 24 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Ciudad Bolívar



SAN CRISTOBAL

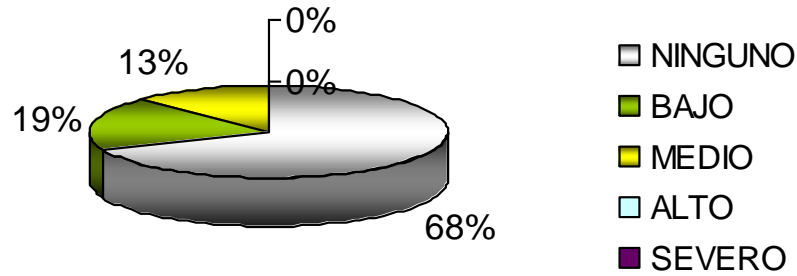


Figura 13: Distribución del nivel daño de 16 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de San Cristóbal

RUU

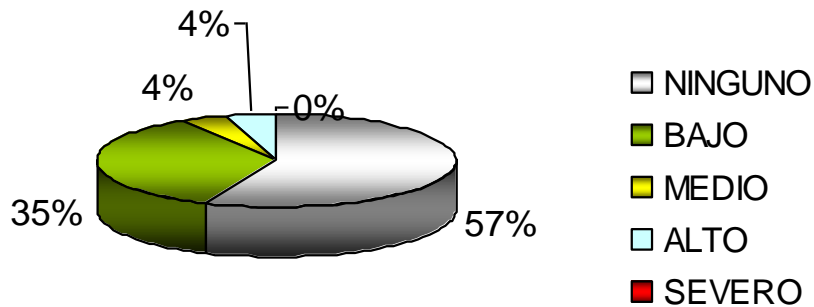


Figura 14: Distribución del nivel de daño de 23 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Rafael Uribe Uribe

SUBA

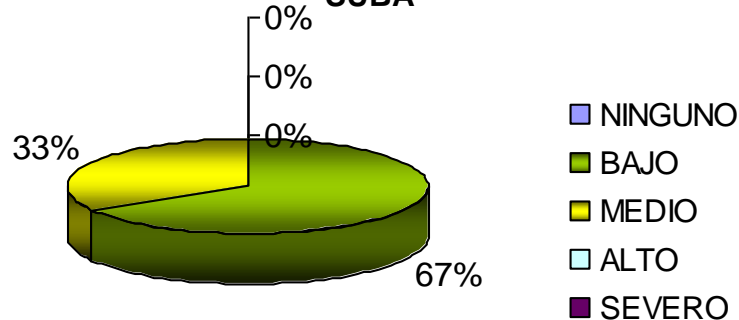


Figura 15: Distribución del nivel de daño de 03 obras de mitigación contratadas por el FOPAE y la UEL entre 1998 y 2004 en la localidad de Suba



No se muestran las gráficas de las localidades de Chapinero, Santa fe, Usaquén y Tunjuelito debido a que en dichas localidades todas las obras (18) se encuentran en buen estado.

Desde la Figura 16 a la Figura 22, se muestra la distribución de los niveles de daño de las obras de acuerdo con el año de construcción. Se esperaría inicialmente que las obras construidas en los primeros años presentaran los mayores niveles de daño. Sin embargo, esto no es así, ya que el número de obras recientemente construidas que presentan niveles de daño medio a severo, es incluso mayor que el de obras construidas en los años anteriores al 2001.

En la Figura 23 se muestra el gráfico de barras que resume la información de cada uno de los años.

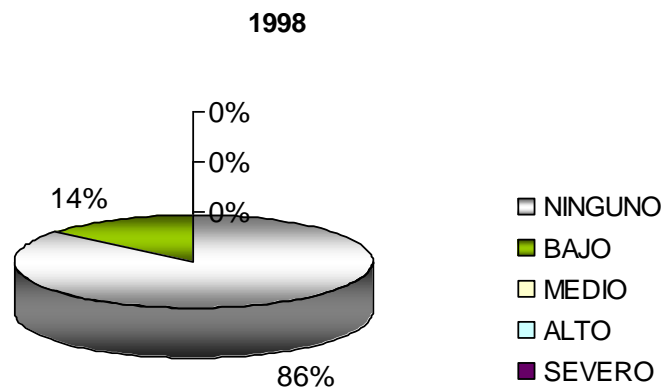


Figura 16: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 1998

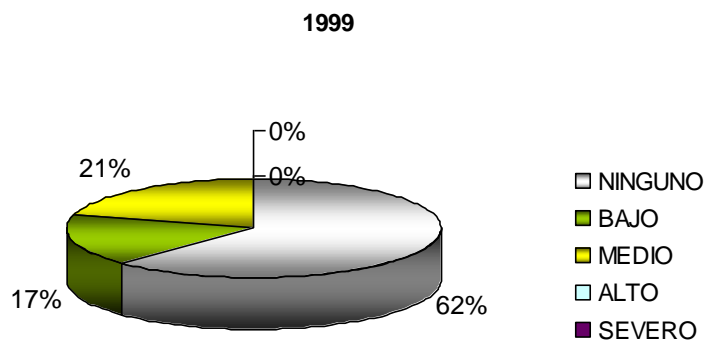


Figura 17: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 1999



2000

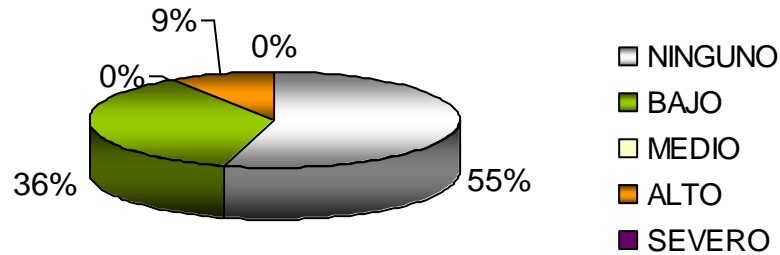


Figura 18: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2000

2001

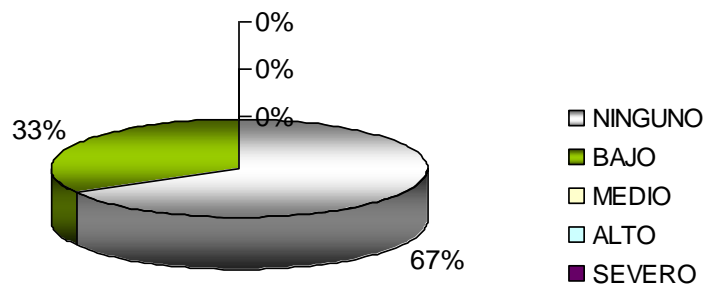


Figura 19: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2001

2002

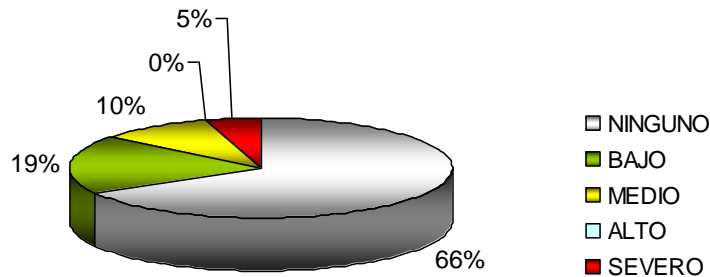


Figura 20: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2002



2003

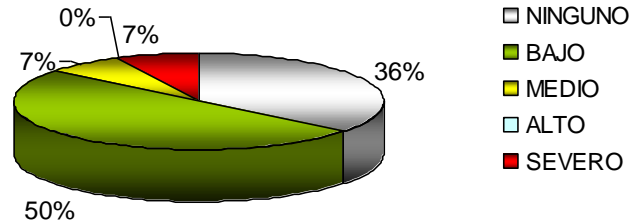


Figura 21: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2003

2004

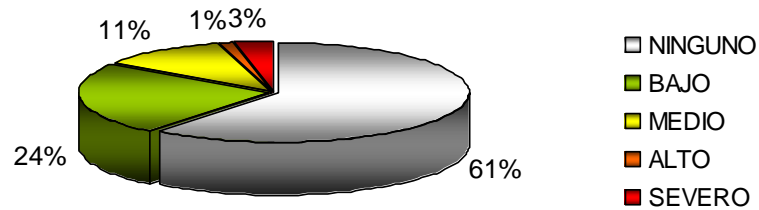


Figura 22: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL en 2004

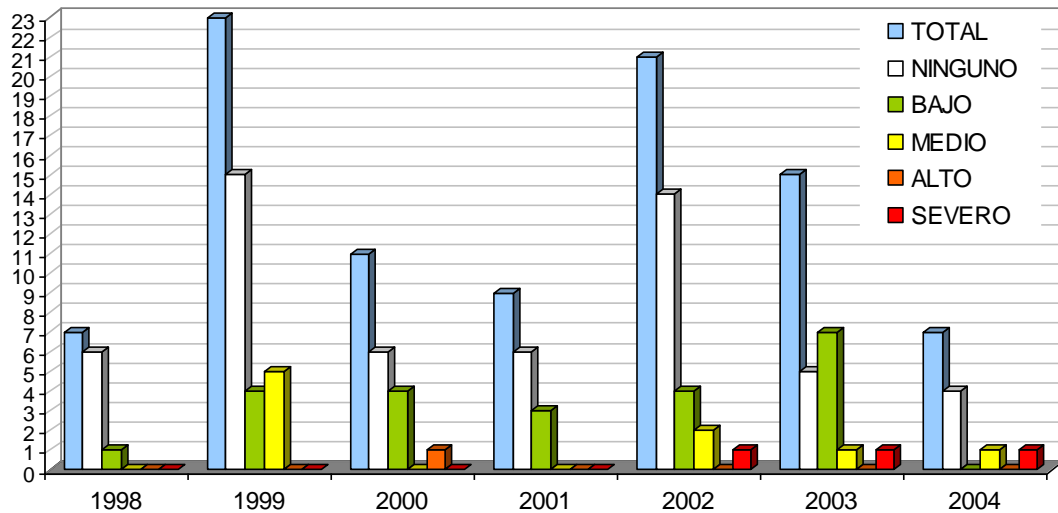


Figura 23: Distribución del nivel de daño de las obras de mitigación contratadas por el FOPAE y/o la UEL entre 1998 y 2004



Al analizar por años la información de grado de coincidencia, los diseños basados en diagnósticos o estudios y los niveles de daño, se puede inferir que los niveles de daño de las obras están más asociados al grado de coincidencia que a la manera como se establecieron los diseños.

Del proceso de diagnóstico se destacan los siguientes resultados:

- De las 94 obras visitadas 57 no presentan ningún nivel de daño y por lo tanto, se puede establecer que estas obras solamente requieren de un mantenimiento preventivo.
- En nivel de daño bajo se encuentran 23 obras, las cuales requieren unas adecuaciones menores y mantenimiento preventivo.
- Lo anterior indica que un 85% de las obras de mitigación revisadas, es decir, las obras con nivel de daño ninguno y bajo no presentan problemas de estabilidad en sus estructuras principales y por lo tanto, la intervención en las mismas será de tipo preventivo
- Un total de 9 obras presentan nivel de daño medio, para el cual se requiere de manera inmediata la reconstrucción de parte de la obra y la construcción de estructuras adicionales para continuar garantizando la estabilidad de las obras inicialmente construidas.
- En los niveles de daño alto y severo se encuentran 1 y 4 obras respectivamente. Estas obras han presentado fallas y no están cumpliendo los objetivos para los cuales fueron construidas. Esto implica la obligación de ejecutar obras de reconstrucción de más del 50 % de la obra o la construcción de nuevas estructuras previo estudio detallado.
- Finalmente, tal como se muestra en la Figura 12, un 15% de las obras presentan daños entre medio y severo, por lo tanto, será necesario emprender la reconstrucción y refuerzo de las mismas o la construcción de obras adicionales.

2.3. PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

En la Tabla 5 se resumen los principales problemas encontrados en las obras objeto del estudio. Las estructuras que presentan el mayor daño son: protección de taludes con malla mortero, la protección de cauces con flexoadoquín, la protección de taludes con



llantas y las barreras en madera o trinchos. Como se pudo observar en campo, los anteriores sistemas presentan un grado de durabilidad limitado y por lo tanto su funcionalidad se pierde con el tiempo. Lo anterior indicaría que este tipo de obras deben evitarse en lo posible, como medidas de mitigación a recomendar en futuros estudios, ó alternativamente, requerirán mantenimientos preventivos y correctivos a intervalos de tiempo muy reducidos.

Tabla 5: Resumen de problemas encontrados en las obras de mitigación

ESTRUCTURA	PROBLEMAS ENCONTRADOS EN CAMPO
Muro en gaviones	<ul style="list-style-type: none">• Abombamiento• Corrosión de la malla• Filas de gaviones sin entramamiento.• Rotura de malla y pérdida de material de relleno.
Muro en llantas	<ul style="list-style-type: none">• Filas de llantas sin entramamiento• Se presentan fisuras en la interfaz con la malla mortero• Observación: Su funcionalidad como estructura de contención es dudosa.
Muro en concreto reforzado	<ul style="list-style-type: none">• Fisuras por retracción del concreto• Colocación en contrapendiente de los lloraderos.
Muro en tierra armada	<ul style="list-style-type: none">• Erosión
Pantalla anclada en concreto reforzado	<ul style="list-style-type: none">• Descascamientos• Pérdida de elementos de anclaje• Corrosión de los elementos de anclaje
Malla mortero / Malla mortero pernada	<ul style="list-style-type: none">• Falla del sistema de protección• Fisuras, agrietamientos y descascamientos en la estructura y en la interfaz con otros elementos de protección.• Corrosión en los pernos de anclaje.
Protección con malla eslabonada	<ul style="list-style-type: none">• Rotura de malla• Corrosión de la malla• Desprendimientos de material protegido: Bloques de roca, suelo, vegetación.
Reconformación y empradización	<ul style="list-style-type: none">• Erosión laminar, en surcos y escalonamientos
Cunetas y cajas colectoras	<ul style="list-style-type: none">• Falla estructural• Fisuras y Agrietamientos• Sedimentación y taponamiento



ESTRUCTURA	PROBLEMAS ENCONTRADOS EN CAMPO
	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de basuras
Barreras en madera o trinchos	<ul style="list-style-type: none">• Falla por volteo• Abombamiento y cabeceo• Degradación de las estacas de madera
Conformación con tierra armada	<ul style="list-style-type: none">• Erosión
Estructuras en bolsa suelo	<ul style="list-style-type: none">• Rotura de bolsas de fibra y pérdida de material de relleno.
Protección con flexoadoquines	<ul style="list-style-type: none">• Fisuración de los flexoadoquines• Abombamiento• Desprendimiento de elementos grandes• Fragilidad del anclaje del sistema.
Sistemas de alcantarillado	<ul style="list-style-type: none">• Fugas en el sistema generan la saturación de los materiales y la falla del terreno.

Según lo observado, a continuación se explican de manera general las principales causas del deterioro de las estructuras mencionadas.

- **Protección con malla mortero**

En la Foto 1 se muestran los problemas que se presentan en la interfaz de la malla mortero con el terreno natural. En primer lugar, se observa el nacimiento de maleza en las grietas y fisuras en la superficie. Respecto al comportamiento de esta estructura, lo más probable es que la malla mortero se comporte como un elemento relativamente impermeable, lo cual facilita la acumulación de agua en el terreno acelerando así su degradación. Esto a la vez disminuye los parámetros de resistencia del material, permitiendo el inicio de desplazamientos relativos entre la malla y el terreno con el consecuente descascaramiento del mortero.



Foto 1: Falla del sistema de protección en la interfaz con otro sistema (Los Chircales – Rafael Uribe Uribe)

Otra situación que puede contribuir al mal funcionamiento del sistema corresponde a que en la unión o junta con otros elementos, se generan fisuras, que por efectos ambientales, cambios de temperatura principalmente, se van ampliando hasta llegar a grietas con aberturas de por lo menos 1 cm. Este es el inicio de todo un proceso de degradación que comienza con la entrada de agua superficial por las grietas y el lavado del material que se encuentra por detrás del mortero, lo que provoca el descascaramiento de grandes sectores.

- **Protección con flexoadoquín**

En la Foto 2 se muestra la falla de fondo de la protección del cauce de la Quebrada Limas, canalizada con flexoadoquín. En este sistema se observan entre otros, los siguientes problemas: Fisuración de los adoquines incluso antes de ser colocados en el terreno, deficiencia en el sistema de anclaje al lecho del cauce y posiblemente un diseño inadecuado de los elementos que componen el sistema ya que la mayoría se encuentran rotos o fisurados debido a que los cauces son de comportamiento torrencial y transportan fragmentos de rocas, estos terminan golpeando los adoquines de tal manera que los empuja desestabilizando el anclaje e inclusive en algunos casos rompe los adoquines de concreto



Foto 2: Falla de fondo de la protección del cauce con flexoadoquín (Barrio San Francisco, cauce de la Quebrada Limas - Ciudad Bolívar)

- **Trinchos o barreras en madera**

Las barreras en madera están concebidas como estructuras de protección y revegetalización de taludes. Sin embargo, en campo se ha observado que no siempre cumplen dichas funciones como se muestra en la Foto 3 correspondiente al caso del Barrio Arborizadora Alta donde se aprecia muy bien la fragilidad del sistema. El principal problema consiste en que la madera se descompone por efectos ambientales, perdiendo la resistencia ocasionando que las barreras se deformen produciendo cabeceo y posteriormente la falla del sistema.



Foto 3: Trinchos fallados (Arborizadora Alta - Ciudad Bolívar)

Esta estructura no garantiza de ninguna manera un control efectivo de los problemas de erosión y mucho menos favorece a los taludes en términos de estabilidad.

- **Muros en llantas**

Con respecto a los muros en llantas se hacen las siguientes observaciones:

- Como se observa en la Foto 4, las filas de los muros no se encuentran entabadas, de manera que el sistema no funciona como un todo y por ende se reduce su resistencia al corte.
- Por lo general, las filas del muro no se encuentran debidamente amarradas, presentándose de igual forma el problema mencionado anteriormente con la consecuente reducción de la resistencia al volteo y posible caída de las llantas a la parte baja del talud.
- El muro que se observa en la Foto 4 se encuentra colocado en la corona del talud, generando sobrecarga del mismo.

- En este caso el sistema se encuentra adjunto a una malla mortero. En la interfaz de los dos sistemas hay problemas de adherencia con la consecuente abertura de ésta y filtraciones de agua sobre el talud protegido.



Foto 4: Muro en llantas (San Joaquín del Vaticano - Ciudad Bolívar)

En la Figura 24 hasta la Figura 30, se presenta la relación entre las estructuras principales y el nivel de daño promedio asociado a la obra como un todo. De los resultados mostrados se pueden derivar las siguientes anotaciones:

- El sostenimiento de taludes con malla mortero perna ha mostrado buen comportamiento, teniendo en cuenta que la totalidad de las obras construidas en este sistema se encuentran en niveles de daño bajos.
- El solo recubrimiento de taludes en malla mortero no presenta resultados favorables; de las 9 estructuras construidas, 4 se encuentran dentro de los niveles de daño medio a severo. Algunas causas del deterioro se explicaron anteriormente. Sin embargo, la malla mortero perna tiene mejor comportamiento. Esto se atribuye a la enorme contribución de los anclajes a la estabilidad del sistema.



- Los muros en gaviones son la obra de mitigación más común y con mejor rendimiento. De las 40 obras construidas con este sistema solo 2 presentan niveles de daño medio.
- Respecto a la reconfiguración de taludes con tierra armada, 6 obras no presentan niveles de daño importantes, 1 presenta un nivel de daño bajo y la otra un nivel de daño medio. Básicamente los problemas presentados están relacionados con la pérdida de cobertura vegetal que genera la exposición de los elementos que conforman la tierra armada y en algunos casos, cuando se utilizan sacos de bolsa suelo, los problemas se deben a que éstos se degradan fácilmente a la intemperie, permitiendo la salida del material llenante y favoreciendo el proceso de erosión y arrastre de material en el sistema.
- Los 22 muros en concreto reforzado, en piedra pegada y en concreto ciclópeo no presentan niveles de daño importantes.
- De los dos muros en llantas, uno presenta nivel de daño bajo y el otro severo. Por lo tanto, en principio se podría concluir que el sistema puede tener problemas de confiabilidad.
- En la protección de 4 taludes con malla eslabonada se observó buen comportamiento del sistema ya que ninguno de ellos presentó un nivel de daño medio o mayor.
- La protección con flexoadoquines funcionó bien para una obra, pero en la otra presentó un nivel de daño severo. Por lo tanto, no hay garantía de que el sistema funcione correctamente sobre todo en cauces con alta carga de sedimentos.
- Las pantallas ancladas y los anclajes no han mostrado problemas mayores de estabilidad.

En las siguientes figuras y tablas, se muestra de manera resumida el grado de daño de los sistemas enunciados anteriormente:



Tabla 6: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero pernada como estructura de protección

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
7	G-1105-173-98	C. BOLIVAR	ALTOS DE JALISCO	Malla mortero con pernos	NINGUNO
3	G-797-99-98	C. BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS	Malla mortero con pernos	NINGUNO
17	COP-460-99	C. BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS	Malla mortero con pernos y Muro en gaviones	NINGUNO
45	COP-516-99	C. BOLIVAR	JUAN PABLO II SECTOR GRAN CHAPARRAL	Malla mortero pernada	MEDIO
18	COP-272-00	C. BOLIVAR	JUAN PABLO II SECTOR LA LAGUNA	Malla mortero pernada	NINGUNO
24	COP-509-99	RUU	LUIS LOPEZ DE MESA	Subdrenes horizontales y Malla mortero pernada	NINGUNO
100	UEL	RUU	SAN JUANITO	Malla mortero pernada	BAJO
53	COP-370-01	USAQUEN	BARRANCAS ALTO	Malla mortero pernada	NINGUNO

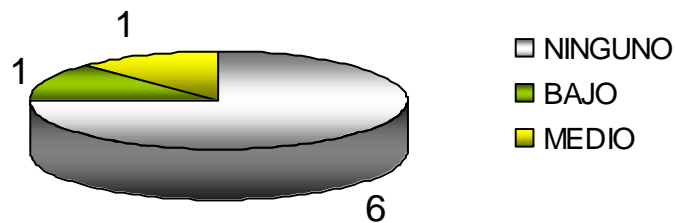


Figura 24: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero pernada como estructura de protección



Tabla 7: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la malla mortero como estructura de protección

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
1	G-602-54-98	C. BOLIVAR	CASAVIANCA	Malla Mortero	BAJO
66	CO-127-03	C. BOLIVAR	PERDOMO ALTO	Terraceo, empradización con malla y malla mortero	MEDIO
64	CO-076-03	C. BOLIVAR	SAN JOAQUÍN DEL VATICANO	Malla mortero y muro en llantas	SEVERO
73	COP 218/2004	C. BOLIVAR	JERUSALÉN CANTERAS	Protección con malla mortero y perfilado del talud	MEDIO
60	CO-085-02	C. BOLIVAR	JUAN JOSE RONDON	Perfilamiento del talud, drenaje y malla mortero	SEVERO
71	359-03	RUU	LOS CHIRCALES	Malla mortero y anclajes	BAJO
95	UEL	RUU	GRANJAS DE SAN PABLO	Malla mortero	NINGUNO
30	COP-594-99	USAQUEN	SANTA CECILIA ALTA	Muro en gaviones ,muro en tierra armada Y malla mortero	NINGUNO
44	COP-184-00	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	Muro en gaviones y malla mortero	NINGUNO

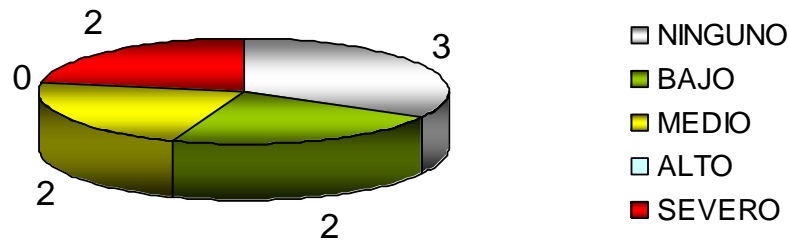


Figura 25: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daños asociados con la malla mortero como estructura de protección



Tabla 8: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con el muro en gaviones como estructura de contención

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
17	COP-460-99	C. BOLIVAR	JERUSALEN CANTERAS	Malla mortero con pernos y Muro en gaviones	NINGUNO
58	CO-087-02	C. BOLIVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN	Muro en gaviones y empradización	BAJO
21	COP-606-99	C. BOLIVAR	JUAN JOSE RONDON - LA CASONA	Empradización con malla y muro en gaviones	BAJO
22	COP-611-99	C. BOLIVAR	JUAN PABLO II - LA ESPERANZA	Muro en gaviones y reconfiguración del terreno	BAJO
76	COP 347/2004	C. BOLIVAR	EL TRIUNFO	Muro en gaviones	NINGUNO
77	COP 368/2004	C. BOLIVAR	MARANDÚ	Muro en gaviones y canalización con flexoadoquín	NINGUNO
55	CO-038-02	RUU	DIANA TURBAY	Muro en gaviones	BAJO
32	COP-624-99	CHAPINERO	VILLA DEL CERRO	Muro en gaviones	NINGUNO
80	UEL	CHAPINERO	SAN MATRIN DE PORRES	Muro en Gaviones	NINGUNO
89	UEL	CHAPINERO	SAN MATRIN DE LOBA	Muro en Gaviones	BAJO
26	COP-565-99	RUU	EL SOCORRO	Reconfiguración con tierra armada y muro en gaviones	BAJO
43	COP-163-00	RUU	LAS COLINAS	Muro en gaviones y muro en concreto reforzado	NINGUNO
56	CO-062-02	RUU	MOLINOS	Muro en gaviones	BAJO
61	CO-381-02	RUU	PROVIDENCIA ALTA	Muro en gaviones	BAJO
48	COP-224-01	RUU	RÍO DE JANEIRO	Muro en gaviones	BAJO
23	COP-517-99	RUU	RIO DE JANEIRO	Muro en gaviones y anclajes	NINGUNO
40	COP-222-00	RUU	VILLAS DEL RECUERDO	Muro en gaviones y muro en llantas	BAJO
8	COP-196-99	RUU	VILLAS DEL SOL	Muro en gaviones y reconfiguración de taludes con tierra armada	NINGUNO
98	UEL	RUU	PALERMO SUR	Muro en gaviones y reconfiguración del terreno	NINGUNO
44	COP-184-00	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	Muro en gaviones y malla mortero	NINGUNO
54	COP-369-01	SN CRISTOBAL	ALTOS DEL VIRREY	Perfilado y Muro en Gaviones	NINGUNO



Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
29	COP-587-99	SN CRISTOBAL	ALTOS DEL VIRREY	Muro en gaviones	NINGUNO
10	COP-381-99	SN CRISTOBAL	AMAPOLAS	Muro en Gaviones	NINGUNO
57	CO-080-02	SN CRISTOBAL	EL TRIÁNGULO	Muro en Gaviones	NINGUNO
42	COP-269-00	SN CRISTOBAL	EL TRIANGULO BAJO	Muro en Gaviones	BAJO
27	COP-571-99	SN CRISTOBAL	LAURELES	Muro en gaviones	NINGUNO
52	COP_361_01	SN CRISTOBAL	MANANTIAL	Muro en Gaviones y muro en concreto ciclópeo	NINGUNO
33	COP-634-99	SN CRISTOBAL	QUINDIO	Muro en Gaviones	MEDIO
31	COP-622-99	SUBA	CASA BLANCA	Muro en Gaviones	MEDIO
36	COP-155-00	SUBA	TUNA ALTA EL ROSAL	Muro en Gaviones	BAJO
41	COP-266-00	USAQUEN	BUENAVISTA II SECTOR	Muro en gaviones	NINGUNO
30	COP-594-99	USAQUEN	SANTA CECILIA ALTA	Muro en gaviones y muro en tierra armada con protección en mortero	NINGUNO
50	COP-347-01	USME	BARRANQUILLITA	Protección del cauce con gaviones	BAJO
11	COP-419-99	USME	EL NEVADO	Muro en gaviones	BAJO
46	COP-186-01	USME	EL PARAÍSO	Muro en gaviones	BAJO
28	COP-589-99	USME	EL PEDREGAL	Reconformación del terreno y muro en gaviones	MEDIO
72	358-03	USME	LA ORQUÍDEA	Muro en gaviones	NINGUNO
35	COP-136-00	USME	SANTA LIBRADA	Muro en gaviones	NINGUNO
25	COP-540-99	USME	EL NEVADO	Reconformación en tierra armada y muros en gaviones	NINGUNO
65	CO-158-03	USME	SIERRA MORENA	Descarga, reconformación y Muro en gaviones	BAJO

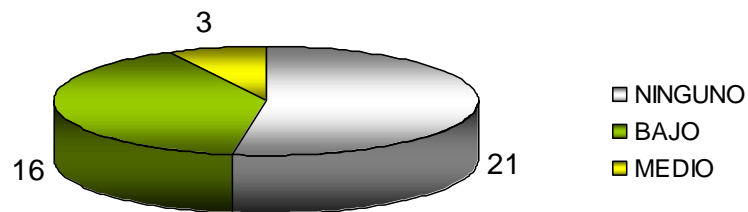


Figura 26: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con el muro de gaviones como estructura de contención



Tabla 9: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la reconformación de taludes en tierra armada como estructura principal

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
12	COP-189-99	C. BOLIVAR	BUENOS AIRES	Reconformación con tierra armada y empradización	NINGUNO
75	COP 355/2004	C. BOLIVAR	VILLA DEL DIAMANTE	Muro en tierra armada	NINGUNO
26	COP-565-99	RUU	EL SOCORRO	Reconformación con tierra armada y muro en gaviones	BAJO
8	COP-196-99	RUU	VILLAS DEL SOL	Muro en gaviones y reconformación de taludes con tierra armada	NINGUNO
12	COP-292-99	RUU	PLAYÓN PLAYITA	Reconformación del terreno, tierra armada	MEDIO
39	COP-177-00	SANTA FE	EL DORADO CARTAGENA	Muro en tierra armada recubierto por concreto.	NINGUNO
30	COP-594-99	USAQUEN	SANTA CECILIA ALTA	Muro en gaviones y muro en tierra armada con protección en mortero	NINGUNO
25	COP-540-99	USME	EL NEVADO	Reconformación en tierra armada y muros en gaviones	NINGUNO

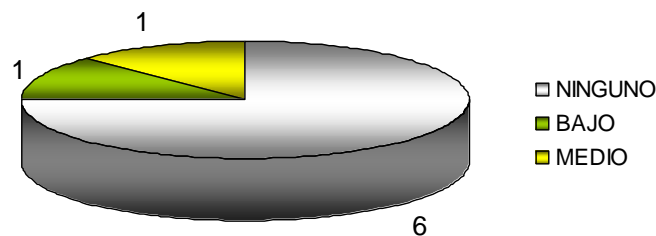


Figura 27: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con la reconformación de taludes con tierra armada como estructura principal

Tabla 10: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con los muros / pantallas en concreto reforzado o ciclópeo como estructura de contención

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
49	COP-279-01	TUNJUELITO	ABRAHAM LINCOLN	Muro en concreto ciclópeo	NINGUNO
74	COP 224/2004	C. BOLIVAR	NUEVA COLOMBIA	Pantalla anclada en concreto reforzado	NINGUNO
43	COP-163-00	RUU	LAS COLINAS	Muro en gaviones y muro en concreto reforzado	NINGUNO
47	COP-193-01	RUU	SAN AGUSTÍN	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO



Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
67	CO-229-03	SN CRISTOBAL	EL TRIÁNGULO BAJO	Muro en concreto reforzado	BAJO
2	G-739-84-98	SN CRISTOBAL	LOS ALPES	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
37	COP-159-00	SUBA	CIUDAD HUNZA	Pantallas en concreto reforzado	BAJO
70	COP-355-03	USAQUEN	BUENAVISTA	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
9	COP-329-99	USAQUEN	MIRADOR CONJUNTO CERRADO	Persiana en concreto y malla eslabonada de protección	NINGUNO
82	UEL	CHAPINERO	SAN MARTIN DE PORRES	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
83	UEL	CHAPINERO	SAN MARTIN DE PORRES	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
84	UEL	SANTA FE	GIRARDOT	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
85	UEL	SANTA FE	LOS LACHES	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
86	UEL	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
87	UEL	SAN CRISTOBAL	MONTECARLO	Pantalla de concreto anclada	NINGUNO
88	UEL	SAN CRISTOBAL	LA CASTAÑA	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
91	UEL	SAN CRISTOBAL	SAGRADA FAMILIA	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
93	UEL	RUJ	PALERMO SUR	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
94	UEL	RUJ	RIOI DE JANEIRO	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
96	UEL	RUJ	MARCO FIDEL SUAREZ	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
97	UEL	RUJ	LA PAZ SECTOR CHICO	Muro en concreto reforzado	NINGUNO
99	UEL	RUJ	DIANA TURBAY	Muro en concreto reforzado	NINGUNO

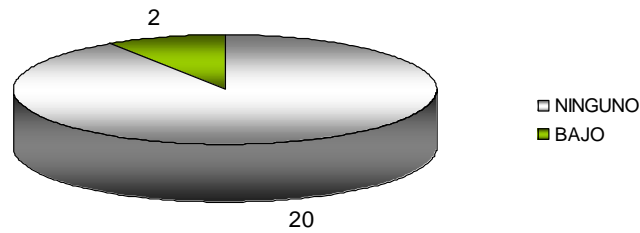


Figura 28: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con muros / pantallas en concreto reforzado o ciclópeo como estructura de contención.

Tabla 11: Obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con los muros en llantas como estructura de contención

Código	Contrato Obra	Localidad	Barrio	Tipo Obra	N. de daño promedio
64	CO-076-03	C. BOLIVAR	SAN JOAQUÍN DEL VATICANO	Malla mortero y muro en llantas	SEVERO
40	COP-222-00	RUJ	VILLAS DEL RECUERDO	Muro en gaviones y muro en llantas	BAJO

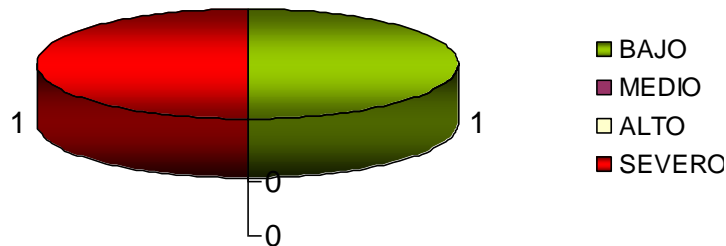


Figura 29: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con muros en llantas como estructura de contención

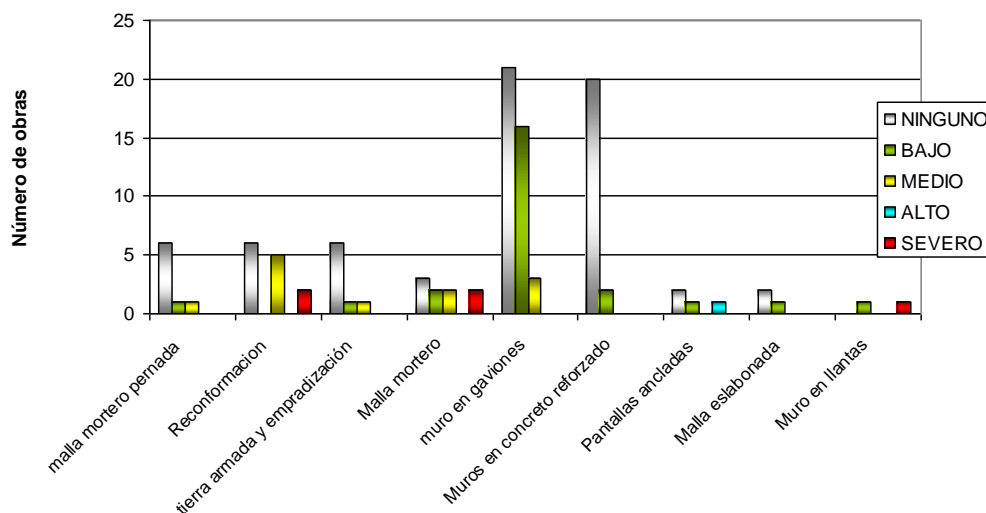


Figura 30: Número de obras de mitigación con niveles promedio de daño asociados con otras estructuras principales



Dentro del desarrollo de las actividades del producto IV se presentan los resultados preliminares del diagnóstico de las obras.

- **Conclusiones de esta actividad**

- Debido a que muchos de los problemas de inestabilidad presentados en años anteriores al 2003, requirieron de obras de emergencia de ejecución inmediata, fue necesario efectuar diagnósticos técnicos que, por lo general tienen un componente escaso de investigación del subsuelo. Debido a lo anterior, los diagnósticos se basan en el conocimiento del experto y la experiencia de la empresa consultora. Si bien en este estudio no se encuentra una correlación fácil entre el comportamiento de la obra y si fue ejecutada a partir de un estudio o un diagnóstico, se llama la atención en que muchas de éstas, quedaron como obras definitivas de mitigación del riesgo sin tener una evaluación rigurosa y definitiva del problema.
- En los últimos dos años se evidencia que la relación de estudios en comparación con los diagnósticos técnicos ha crecido notablemente de manera que existe una intención marcada por parte del FOPAE en trabajar en términos de la prevención más que en términos de emergencias.
- A pesar de lo anterior, localidades como C. Bolivar y RUU, presentan importantes costos de inversión en obras (74% del total invertido), muchos de los cuales se fundamentaron en diagnósticos técnicos, los cuales presentan los inconvenientes antes mencionados.
- La investigación del subsuelo no siempre fue una constante dentro de la fase preliminar a la elaboración de los diseños, más aun cuando se trató de diagnósticos técnicos de emergencia. En muchos otros casos sólo se utilizó información proveniente de sondeos realizados en sectores aledaños. Por estas razones, en varios casos, se utilizaron como parámetros de diseño valores típicos que no necesariamente representan las condiciones in situ, no solo en comportamiento del material, sino también en la variación y disposición del mismo.
- De la información de estudios se puede concluir que el capítulo geológico se limita a hacer una descripción de los materiales involucrados en el problema de estabilidad sin llegar a formar parte conceptual del modelo de análisis, esto se hace más delicado en el sentido de que la mayoría de las obras se encuentran formaciones rocosas que si bien se encuentran alteradas, conservan la mayoría de las características y comportamiento de un macizo rocoso.



- El trabajo de recopilación de información se dificultó en la medida en que las entidades oficiales encargadas de su manejo no tienen un control efectivo de los documentos siendo muy común el extravío o el desconocimiento del paradero de los mismos lo que hace necesario recurrir a las empresas consultoras, en algunos casos.
- Se nota que a pesar de que las obras de mitigación para el año 2004 están basadas en estudios, existe un grado de coincidencia bajo entre las cantidades de obra diseñadas y las realmente ejecutadas. Esto es preocupante en el sentido del dimensionamiento mismo de la obra ya que por lo general, las cantidades ejecutadas son menores que las diseñadas sin la justificación técnica adecuada.



3. PRODUCTO II: RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MEDIDAS Y/O OBRAS PARA EL MANTENIMIENTO Y/O CORRECTIVAS PARA CADA UNA DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

3.1. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

Para las obras de mitigación cuyo nivel de daño entre "Bajo" y "Severo" se establecieron unas recomendaciones generales de carácter correctivo y de mantenimiento dependiendo del nivel de daño de la obra. Para esto se establecieron cuatro grados de intervención en las obras, los cuales se describen a continuación de manera detallada.

- **GRADO I:** consiste en la ejecución de actividades menores, en muchos casos manuales, para garantizar el funcionamiento adecuado de la obra. Las actividades enmarcadas en este grado son: limpieza de sistemas de drenaje (cauces, cunetas, cajas colectoras, alcantarillas, taludes, etc.). Recubrimiento con anticorrosivo de elementos metálicos (mallas, pernos, platinas). Podas de pastos altos y de maleza.

Como se deduce, bajo esta clasificación se colocaron las obras en las cuales el nivel de daño de la obra es nulo ó "ninguno". Bajo este criterio cincuenta y siete (57) de las obras clasifican para acciones de Grado I. Lo ideal es que todas presenten este nivel de clasificación y es el nivel para el cual se planteará el plan de mantenimiento.

- **GRADO II:** comprenden obras adicionales a las construidas para garantizar su estabilidad en un lapso mayor de tiempo. Por lo general consiste en la construcción de drenajes complementarios a los ya construidos, entregas y descoles adecuados, revegetalización de taludes, reconfirmación manual del terreno, reparación de mallas pernadas y concreto lanzado entre otros.

Para este nivel de calificación, se encuentran las obras en las cuales el nivel de daño se estableció como bajo; del numero total de obras, veintitrés (23) se encuentran dentro de este nivel. El planteamiento como ya se dijo es que una vez se realicen estas adecuaciones, el grado pase a ser de tipo I y las obras entren a formar parte del plan de mantenimiento.

- **GRADO III:** para las obras que requieren este tipo de intervención, es necesaria la demolición y/o reconstrucción de parte de la obra en menos del 50 % de la



misma. Por lo general consiste en reconstrucción de gaviones, revegetalización de muros en tierra armada, reconstrucción de sectores en malla mortero y reconformación de pequeños deslizamientos aledaños a las obras.

Esta calificación por lo general se encuentra asociada a las obras que presentan un nivel de daño medio. Del total de obras, nueve (9), clasifican dentro de este intervalo.

- **GRADO IV:** este nivel se estableció para aquellas obras en donde es necesaria la demolición y/o reconstrucción de más del 50% de la obra. Según la información recolectada en campo, las obras que requieren este tratamiento no están cumpliendo adecuadamente con la función para la cual fueron diseñadas, por lo que el riesgo en las zonas en donde se encuentran no se ha mitigado adecuadamente.

De las obras visitadas, cinco (5) se clasifican con nivel de daño alto y severo por lo que se deben efectuar acciones de grado IV. Inclusive, como recomendaciones adicionales, se establece la necesidad de hacer estudios detallados en los sitios de estas obras. Lo anterior debido a la ineficacia de las soluciones propuestas.

En la Tabla 12 y en la Tabla 13 se presentan las recomendaciones mencionadas para cada una de éstas, correspondientes a las obras contratadas por el FOPAE y la UEL respectivamente. Adicionalmente, se presenta un indicativo de las posibles causas de deterioro de las. Tal como se muestra en las tablas, el mal funcionamiento de todas las obras se atribuyó al tiempo de funcionamiento normal de la estructura, ya que no se encontraron evidencias contundentes acerca de errores en diseño o falencias durante el proceso constructivo.



Tabla 12: Recomendaciones para las obras contratadas por el FOPAE

Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
1	CIUDAD BOLÍVAR	CASAVIANCA	1. Filtraciones en el costado inferior izquierdo de la malla mortero. 2. Agrietamiento y fisuración mínima.	Malla mortero y anclajes	BAJO	GRADO I. Revisión de la integridad del sistema de drenaje de las viviendas con un trazador para determinar la fuente de la filtración.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
2	SAN CRISTÓBAL	LOS ALPES	1. La zanja de coronación y la caja colectoras presentan sedimentación y cobertura con pastos.	Muro en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas y poda de pastos.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
3	CIUDAD BOLÍVAR	JERUSALÉN CANTERAS	1. Corrosión en los pernos de anclaje, nacimiento de pastos sobre la malla mortero.	Malla mortero con pernos	NINGUNO	GRADO I. Recubrimiento con anticorrosivo de pernos y platinas de anclaje. Sellado de fisuras sobre la malla mortero.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
4	SAN CRISTÓBAL	NUEVA GLORIA	1. El cauce y los taludes que lo conforman presentan basuras.	Muro en piedra pegada	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de las basuras que existen en la ronda de la quebrada para evitar posteriores problemas de desbordes.	La obra fue totalmente asimilada por la naturaleza y es casi imposible detectarla.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
5	SANTA FE	EL ROCÍO MEDIO	Ninguno.	Malla para caída de bloques y adecuación peatonal	NINGUNO	GRADO I. Revisión de sistema de alcantarillado por presencia de zonas húmedas en el talud.	Revisar fugas en el sistema de alcantarillado.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
6	RAFAEL URIBE URIBE	MARCO FIDEL SUÁREZ	Ninguno.	Muro en piedra pegada	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de lloraderos de la estructura.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
7	CIUDAD BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	1. Corrosión de los pernos, nacimiento de pastos sobre la malla mortero.	Malla mortero con pernos	NINGUNO	GRADO I. Recubrimiento con anticorrosivo para los pernos y platinas. Limpieza de cunetas y cajas colectoras. Sellado de grietas en la malla mortero.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
8	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL SOL	1. Erosión en algunos sectores, ocasionando que los elementos que hacen parte de la reconfiguración con tierra armada estén expuestos. También se presenta erosión en la zona frente al alineamiento de la cuneta de la berma intermedia.	Muro en gaviones y reconfiguración de taludes con tierra armada	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas, revegetalización de algunos sectores de la obra.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
9	USAQUÉN	MIRADOR CONJUNTO CERRADO	1. La malla de protección presenta corrosión en algunos sectores.	Persiana en concreto y malla eslabonada de protección	NINGUNO	GRADO I. Arreglo y protección de la malla con anticorrosivo.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
10	SAN CRISTÓBAL	AMAPOLAS	1. Presencia de basura y escombros en el talud.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Preventivo, poda de la zona y revisión del sistema de drenaje. Retiro de escombros de la parte superior de la obra arrojados por la comunidad.	La comunidad está arrojando escombros en la parte superior del muro, sobrecarga que seguramente los estudios iniciales no contemplaban.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
11	USME	EL NEVADO	1. Malla de gaviones con presencia de corrosión. Falta sistema de evacuación de aguas de escorrentía provenientes del talud y del sendero peatonal.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO II. Reparación de un sector del muro en gaviones, adecuación de un sistema de drenaje superficial que actualmente es inexistente.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
12	CIUDAD BOLÍVAR	BUENOS AIRES	1. Erosión de los taludes reconfigurados en tierra armada. Cunetas con presencia de sedimentos y basuras.	Reconfiguración con tierra armada y empedradización	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas, estructuras de entrega y cajas colectoras. GRADO II. Revegetalización de los taludes en tierra armada afectados por erosión. Se recomienda proteger la empedradización con mallas ancladas al terreno.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
13	CIUDAD BOLÍVAR	BRISAS DEL VOLADOR	1. Bermas inundadas, presencia de erosión en surcos y algunas cárcavas en los taludes inferiores. Caída de bloques en los taludes superiores. 2. Alta presencia de agua en todo el sector. Sedimentación de materiales provenientes del talud en los accesos peatonales de las viviendas que se encuentran ubicadas en la pata del talud.	Reconfiguración del terreno	NINGUNO	GRADO II. Conformación del terreno en los taludes y bermas. Revegetalización de los sectores de los taludes y bermas que presentan erosión, se recomienda proteger la revegetalización en los taludes con malla de gallinero anclada al terreno. Se recomienda construir sistemas de drenaje (cunetas, estructuras de entrega y cajas colectoras) para el manejo de agua.	Se recomienda que el mantenimiento del sector que no tiene obras, se anexe al parque que se encuentra al lado.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
14	RAFAEL URIBE URIBE	PLAYÓN PLAYITA	1. Descascaramiento de la malla mortero en algunos sectores. Agrietamientos en la interfaz de la malla mortero con las bermas. Erosión laminar en los taludes reconfigurados con tierra armada. Cunetas con presencia de basuras, escombros y sedimentos, cajas colectoras colmatadas.	Reconfiguración del terreno	MEDIO	GRADO I. Limpieza de cunetas, estructuras de entrega y cajas colectoras en toda la zona. GRADO III. Involucra la revegetalización de las zonas de erosión en el talud reconfigurado con tierra armada y en los taludes del sector central. Los sectores de malla mortero fallados se deben reconstruir.		Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
15	USME	LA FISCALA	1. Algunas fisuras en la barrera de concreto y descascamientos en la base de la misma por falta de un sistema de drenaje adecuado.	Reconformación del terreno	NINGUNO	GRADO I. Revisión del sistema de drenaje que al parecer es deficiente, en la parte posterior de la obra hay posibilidad de acumulación de agua que debe prevenirse.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
16	USAQUÉN	SORATAMA	1. Faltan estructuras de entrega para las zanjas de coronación del talud. Los pernos de anclaje de la malla eslabonada presentan un grado de corrosión bajo.	Reconformación del terreno	NINGUNO	GRADO I. Adecuación de la entrega de drenajes superficiales, mantenimiento de los pernos por medio de colocación de anticorrosivo en los anclajes.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
17	CIUDAD BOLÍVAR	JERUSALÉN CANTERAS	1. Corrosión en los pernos de anclaje y en la malla de los gaviones, presencia de pastos sobre la malla mortero.	Malla mortero con pernos y muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Recubrimiento con anticorrosivo de pernos y platinas de anclaje. Sellado de fisuras sobre la malla mortero.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
18	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN PABLO II - GRAN CHAPARRAL	1. Deslizamiento superficial de materiales tipo detritos que se encuentran en la parte central de un escarpe de roca que fue tratado con mortero y pernos de anclaje. En algunos sectores del escarpe recubierto con mortero se encuentran fisuras. Presencia considerable de basuras que colmatan el sistema de drenajes del sector. Erosión superficial en sectores específicos del talud.	Reconformación del terreno	MEDIO	GRADO III. Efectuar obras de drenaje que eviten que el material deslizado se transforme en un flujo afectando las viviendas ubicadas en la parte baja. Reconformación del material ya deslizado, empradización del sitio.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
19	CIUDAD BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	1. Desprendimiento de materiales del terreno, erosión, cunetas con presencia de basuras y vegetación. Las tapas de los gaviones se encuentran colmatadas.	Reconformación del terreno	NINGUNO	GRADO I. Empradización de zonas de los sectores de los taludes que presentan erosión. Se recomienda que la empradización se proteja de alguna manera con malla gallinero anclada al terreno para que prospere.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
20	CIUDAD BOLÍVAR	SANTA VIVIANA SECTOR VISTA HERMOSA	1. Se presenta un gran deslizamiento en areniscas muy meteorizadas, dentro de una zona históricamente inestable. En este caso, se observa que las filtraciones de la tubería de alcantarillado favorecieron la ocurrencia del evento.	Reconformación del terreno	SEVERO	GRADO VI. De manera inmediata se recomienda eliminar la entrada de agua del sistema de alcantarillado y realizar un estudio detallado para establecer las obras a ejecutar.	Efectuar un estudio detallado del área para establecer las medidas a tomar para controlar el movimiento.	Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
21	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN - LA CASONA	1. Se presentaron desprendimientos de material en la zona protegida con malla (parte alta del talud). Las tapas del muro en gaviones se encuentran colmatadas y hay ligeros abombamientos en la tercera fila de los gaviones. En los taludes adyacentes del flanco izquierdo hay presencia de erosión en surcos y cárcavamiento.	Empradización con malla y muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Limpieza de basuras del sector. GRADO II. Revegetalización del talud de alta pendiente protegido con malla. Reposición de malla en los sectores donde se encuentra rota. Revegetalización de los taludes aledaños al costado izquierdo de la obra.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
22	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN PABLO II - LA ESPERANZA	1. La berma intermedia presenta erosión. Cuneta de la berma intermedia está llena de pastos, no tiene pendiente ni estructura de entrega. Las demás cunetas presentan colmatación con sedimentos y basuras. La malla presenta roturas por efecto del vandalismo. Presencia de basuras y escombros en todo el sector de la obra.	Muro en gaviones y reconformación del terreno	BAJO	GRADO I. Limpieza de basuras del sector, cunetas y estructuras de entrega. GRADO II. Reconformación de la berma intermedia. Construcción de cuneta profunda en concreto en la berma intermedia y su respectiva estructura de entrega.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
23	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO	1. Erosión laminar del talud.	Muro en gaviones y anclajes	NINGUNO	GRADO I. Poda de pastos en algunos sectores del talud y revegetalización en otros.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
24	RAFAEL URIBE URIBE	LUIS LÓPEZ DE MESA	1. Algunos pernos y platinas presentan corrosión. El talud de la margen izquierda se encuentra descubierto y hay casas ubicadas en la corona del talud.	Subdrenes horizontales y malla mortero pernaada	NINGUNO	GRADO I. Protección de pernos contra la corrosión, poda del sector y revisión del sistema de drenaje ya que se observa alguna tubería aportando aguas al talud que no tiene protección en concreto.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
25	USME	EL NEVADO	1. Presencia de corrosión en la malla de los gaviones. Erosión laminar; en los taludes reconformados y en las áreas aledañas a las estructuras de entrega se presenta erosión en surcos y cárcavas. El talud adyacente del flanco derecho presenta erosión en surcos y cárcavas.	Reconformación en tierra armada y muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas, poda de pastos. Mantenimiento de las mallas de los gaviones mediante la aplicación de un anticorrosivo. Se recomienda tratar los taludes aledaños a la obra desde el punto de vista de revegetalización.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
26	RAFAEL URIBE URIBE	EL SOCORRO	1. Erosión en el talud reconformado con tierra armada y bolsa suelo. Caja colectoras con grietas.	Reconformación con tierra armada y muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Involucra la limpieza de cunetas, cajas colectoras y el talud reconformado. GRADO II. Involucra la revegetalización del talud y protección con malla gallinero anclada.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
27	SAN CRISTÓBAL	LAURELES	1. Presencia de cárcavas y erosión superficial en el talud de la obra.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Preventivo, recuperación de capa vegetal y manejo de drenaje.	En una zona del talud sostenido por el muro, según la localidad, algunas personas han extraído material.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
28	USME	EL PEDREGAL	1. Hay evidencia de movimiento reciente, por la presencia de escalonamientos en el terreno, grietas de tracción, abombamiento en el muro en gaviones de la parte baja e inclinación de algunos arbustos. También se han presentado deslizamientos aislados de poca dimensión. Por otra parte hay erosión en zonas aledañas a cunetas y presencia de basuras sobre éstas y sobre el talud en general.	Reconformación del terreno y muro en gaviones	MEDIO	Ver observaciones adicionales.	Se recomienda ejecutar un programa de instrumentación del sector para comprobar las tasas de movimiento, además se debe estudiar el comportamiento de los niveles de agua en el terreno ya que se observa una considerable presencia de humedad. A partir de este estudio previo se determinarán las obras correctivas necesarias. Por ahora, se recomienda hacer una limpieza y readecuación de cunetas de todo el sector.	Funcionamiento normal, paso del tiempo
29	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	1. Presencia de erosión en algunos sectores y rotura de malla en gavión por vandalismo.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Preventivo, mantenimiento de drenajes y revegetalización.	En un sector de la obra se presentan problemas de revegetalización por el tránsito de personas.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
30	USAQUÉN	SANTA CECILIA ALTA	Ninguno.	Muro en gaviones y muro en tierra armada con protección en mortero	NINGUNO	NA	No aplica mantenimiento.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
31	SUBA	CASA BLANCA	1. Se observa abombamiento en el muro y grietas en el talud que contiene el muro. El abombamiento ha desplazado el muro unos 30 cm con la vertical. 2. La estructura de drenaje en la base del muro no tiene descole.	Muro en gaviones	MEDIO	Correctiva Grado II.		Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
32	CHAPINERO	VILLA DEL CERRO	1. Erosión en algunos sectores de los taludes. La canaleta del muro superior está cubierta por pastos. Falta un sistema de drenaje para el muro inferior.	Muros en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento de zonas verdes, poda de pastos, revegetalización en otras. Limpieza del sistema de drenaje y complementación del mismo ya que se observa en algunos sectores ausencia en el manejo de aguas.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
33	SAN CRISTÓBAL	QUINDÍO	1. Pérdida de soporte en la base de un muro en gaviones de tres niveles de alto y diez niveles de longitud. 2. Erosión incipiente, en algunos sectores y degradación de los materiales del talud en una área considerable por falta de cobertura vegetal. 3. Colmatación de cunetas en tierra.	Muro en gaviones	MEDIO	GRADOS I y III. Reconstrucción de la base del gavión, en una longitud de dos metros. Limpieza de cunetas, revegetalización de una zona de la obra y poda de otras áreas.	Cauce con presencia de basuras que pueden llegar a representar un problema aguas abajo del sitio.	Funcionamiento normal, paso del tiempo
34	USME	EL PORVENIR	1. Erosión en algunos sectores y cubrimiento de estructuras de drenaje con pastos.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de sistema de drenaje, revegetalización de taludes en el sector de la cancha.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
35	USME	SANTA LIBRADA	1. Presencia de basuras sobre el cauce de la quebrada.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento de zonas verdes, poda de pastos y retiro de basuras del cauce.	La zona se ha conservado bien, sin embargo se recomienda estudiar la viabilidad de la canalización de la quebrada. Se observa alguna incidencia de la quebrada en la cancha aledaña.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
36	SUBA	TUNA ALTA EL ROSAL	1. Se observa en uno de los niveles del gavión un ligero abombamiento y la malla en tensión, además de un ligero movimiento antiguo en la corona del gavión.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO II. Nivelación del hundimiento en la corona del gavión, limpieza de cunetas y poda en algunos sectores de la obra.	Al parecer el movimiento es antiguo o muy cercano a la fecha de funcionamiento inicial de la obra. No existen evidencias de movimiento reciente. Existen construcciones posteriores a la obra por lo que ésta hace parte incluso de algunas viviendas.	Funcionamiento normal, paso del tiempo
37	SUBA	CIUDAD HUNZA	1. No está construido un sistema de drenaje superficial para recoger las aguas en la pantalla inferior. Las cunetas existentes se encuentran cubiertas por pastos, sedimentos y basuras.	Pantallas en concreto reforzado	BAJO	GRADO I. Limpieza de cunetas, poda de pastos, construcción de drenaje en la parte inferior del talud.	Debido a la alta humedad del terreno se propone evaluar la alternativa de construir algunos drenajes perforados en el talud.	Funcionamiento normal, paso del tiempo



**CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE COLOMBIA**



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
38	RAFAEL URIBE URIBE	ZARAZOTA	1. La malla mortero presenta descascamientos en toda la obra. Así mismo algunos de los anclajes se encuentran desacoplados y por lo tanto no están en servicio y otros dados fueron sustraídos. Adicionalmente, el sendero peatonal ubicado en la corona del talud, presenta pérdida de soporte por la erosión del talud que lo soporta.	Anclajes y reconfiguración de taludes	SEVERO	GRADO IV. Se recomienda para este caso evaluar la utilidad de los anclajes como medida de estabilización ya que al parecer están contruidos en bloques individuales, por otro lado se debe proteger el sendero peatonal con algún sistema de estabilización.	Realizar un diagnóstico o un estudio en el sector.	Funcionamiento normal, paso del tiempo
39	SANTA FE	EL DORADO CARTAGENA	Ninguno.	Muro en tierra armada recubierto por concreto.	NINGUNO	GRADO I. Revisión detallada del sistema de drenaje. Instrumentación sencilla de la apertura de fisuras y grietas.	Se observan agrietamientos propios de las deformaciones de la obra, sin embargo ha sido necesario sellar algunos sectores para evitar infiltración.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
40	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL RECUERDO	1. La terraza conformada por el muro en llantas presenta erosión laminar.	Muro en gaviones y muro en llantas	NINGUNO	GRADO I. Limpieza en algunos sectores de la obra por presencia de basuras, poda de pastos y revegetalización de la parte superior del muro en llantas.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
41	USAQUÉN	BUENAVISTA II SECTOR	1. La cuneta se encuentra colmatada con sedimentos, pastos, y escombros. Algunos amarres de la malla de los gaviones se encuentran desvinculados, poniendo en fácil exposición los bloques de roca.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas, poda de pastos y arreglo de algunos gaviones con alambre para seguir garantizando la estabilidad de los mismos.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
42	SAN CRISTÓBAL	EL TRIANGULO BAJO	1. Erosión incipiente en algunos sectores de la obra y colmatación de cunetas. 2. Degradación natural de muro pequeño en tierra armada.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Preventivo, Recuperación de capa vegetal y limpieza de cunetas. Construcción de drenajes para vía destapada en la corona del muro.	La degradación de la tierra armada no pone en peligro la estabilidad de la obra, sin embargo se recomienda empedrar este sector.	Funcionamiento normal, paso del tiempo
43	RAFAEL URIBE URIBE	LAS COLINAS	1. Zonas de erosión laminar en los lotes de viviendas demolidas.	Muro en gaviones y muro en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Poda de pastos, revisión de algunas tuberías que en la visita se observaron desacopladas, existe evidencia de falta de control de aguas de escorrentía en el sector.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
44	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	Ninguno.	Muro en gaviones y malla mortero	NINGUNO	GRADO I. Poda en algunos sectores del talud.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
45	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN PABLO II SECTOR LAGUNA		Malla mortero pernada			Esta obra no fue posible localizarla en campo.	
46	USME	EL PARAÍSO	1. El muro en gaviones presenta algunos abombamientos. Adicionalmente no existe un sistema de manejo de aguas en la pata del talud generando zonas inundadas en la plazoleta.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO II. Manejo de aguas de escorrentía por medio de la construcción de cunetas, arreglo de la malla en algunos sectores de los gaviones.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
47	RAFAEL URIBE URIBE	SAN AGUSTÍN	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Poda de pastos, limpieza del sector y de los lloraderos del muro.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
48	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO	Ninguno.	Muro en gaviones	NINGUNO			Esta obra no presenta ningún tipo de daño
49	TUNJUELITO - RAFAEL URIBE URIBE	ABRAHAM LINCOLN	1. La margen izquierda del cauce presenta algunos desprendimientos de material y fenómenos de erosión importantes.	Muro en concreto ciclópeo	NINGUNO	GRADO I. Se recomienda la protección contra la erosión de la margen izquierda del cauce.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
50	USME	BARRANQUILLITA	1. Fuerte presencia de basuras sobre el cauce y rotura de malla de un gavión por vandalismo.	Protección del cauce con gaviones	BAJO	GRADO II. Reconstrucción de muro en gaviones, poda de algunos sectores de la obra y limpieza del cauce de la quebrada para evitar represamientos.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
51	CIUDAD BOLÍVAR	NUEVA CANDELARIA	1. Cabeceo del muro en concreto ciclópeo localizado en la pata del talud principal (Este muro no fue construido por el FOPAE). Grietas y fisuras en las cunetas en piedra. Escalonamientos y erosión laminar en los taludes reconformados y empedrados.	Construcción de drenes y cunetas	MEDIO	GRADO I . Limpieza de cunetas y estructuras de entrega. GRADO II. Reconformación de taludes intermedios y revegetalización de las zonas afectadas por erosión incluyendo siembra de arbustos.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
52	SAN CRISTÓBAL	MANANTIAL	Ninguno.	Muro en gaviones y muro en concreto ciclópeo	NINGUNO	GRADO I. Preventivo. Limpieza de cunetas de la zona cercana al muro en concreto sobre la vía destapada.	Cerca de este sitio existe un problema importante de estabilidad que involucra la red de aguas del sector.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
53	USAQUÉN	BARRANCAS ALTO	Ninguno.	Malla mortero pernada	NINGUNO	NA		Esta obra no presenta ningún tipo de daño



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
54	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	1. Inicio de erosión en sector alto del talud, falta complementar drenajes en un sector del talud.	Perfilado y muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento de drenajes y revegetalización.	Se tiene actualmente una vía destapada en la parte superior del talud, la cual debe quedar con manejo adecuado de aguas.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
55	RAFAEL URIBE URIBE	DIANA TURBAY	1. Trinchos en mal estado y cuneta perimetral con presencia de sedimentos y basuras.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Involucran la Limpieza periódica de las cunetas y cajas colectoras.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
56	RAFAEL URIBE URIBE	MOLINOS	1. Erosión de un sector aledaño a la estructura de entrega de aguas. Tapas del muro en gaviones colmatadas.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Limpieza general del muro en gaviones y la estructura de entrega escalonada. Revegetalizar talud adyacente a la estructura de entrega y protegerlo con malla gallinero anclada.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
57	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO	Ninguno.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Protección de geomembrana y geotextil de atraque. Construcción de drenajes en la vía destapada que se encuentra en la corona del muro.	En el diagnóstico figuran seis niveles y en campo se observan cinco.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
58	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN	1. Pérdida de soporte del muro en gaviones de la zona media del talud. Erosión laminar en algunos sectores del talud.	Muro en gaviones y empradización	BAJO	GRADO II Revegetalizar zonas erosionadas. Conformación de la base de los gaviones y colocación de recubrimiento con mortero en las mismas, para evitar procesos erosivos.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
59	CIUDAD BOLÍVAR	ARBORIZADORA ALTA	1. La mayoría de los trinchos se han destruido. Hay presencia de erosión en algunos sectores de los taludes y desprendimientos de roca meteorizada. 2. Las cunetas presentan sedimentación y muchas basuras.	Reconformación, empradización y trinchos	BAJO	GRADO II. Limpieza de cunetas, estructuras de entrega y cajas colectoras. Conformación de taludes y revegetalización en todo el sector. Se recomienda proteger la empradización con mallas ancladas.		Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
60	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN	1. Falla del talud superior por caída de bloques y detritos generando un flujo de materiales hacia la pata afortunadamente sin afectar las viviendas adyacentes. 2. Falla de la malla mortero del flanco derecho de la estructura de entrega principal. Agrietamiento de por lo menos 1 cm en la interfaz entre la corona del talud cubierto con malla mortero y la cuneta trapezoidal. Descascaramiento de la malla mortero. Hay presencia de zonas con erosión laminar en todo el sector. Algunos sistemas de drenaje no poseen estructuras de entrega adecuados.	Perfilamiento del talud y construcción de obras de drenaje	SEVERO	Grado I. Limpieza de material producto del deslizamiento. Grado IV. Diseñar y construir un nuevo sistema para el manejo de aguas de escorrentía en todo el sector. Perfilar la corona del talud fallado. Demoler la malla mortero fallada del costado derecho, reconformar y construir un muro de contención.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
61	RAFAEL URIBE URIBE	PROVIDENCIA ALTA	1. Pequeño deslizamiento sobre el talud, afectando la malla de cerramiento del conjunto. Caída de bloques en el costado derecho del talud debido al alto fracturamiento del talud en roca.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO II. Retiro de material deslizado, reconformación de la zona del deslizamiento y reparación de la malla de protección.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
62	USME	OASIS		Obras de emergencia. Muro en gaviones y cunetas.	NINGUNO		Esta obra no fue posible localizarla en campo.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
63	USAQUÉN	VILLA NIDIA	Ninguno.	Perfilado del talud y barrera de protección	NINGUNO	NA	Se recomienda diseñar un plan de recuperación ambiental de la cantera por medio de una coordinación con el DAMA.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
64	CIUDAD BOLÍVAR	SAN JOAQUÍN DEL VATICANO	1. Falla del flanco izquierdo de la malla mortero, ocasionando el arrastre del muro en llantas de la parte superior. Hay descascaramiento severo de los sectores adyacentes a la zona fallada, así como el lavado de material cubierto por la malla mortero. En la interfaz de la malla mortero con el muro en llantas, hay separación de elementos permitiendo la entrada de agua y lavado de los materiales. La cuneta de la pata del talud, se encuentra colmatada con material proveniente del talud y con basuras. Adicionalmente, los muros en llantas no cuentan con un entramamiento adecuado lo que los convierte en elementos peligrosos colocados en la parte alta del talud.	Malla mortero y muro en llantas	SEVERO	GRADO I. Limpieza de la cuneta de la pata del talud y su correspondiente estructura de entrega. GRADO III. Retiro de los materiales arrastrados por el deslizamiento y demolición de los sectores de malla mortero aledaños a la zona de falla, que se encuentran fisurados y sin contacto con el terreno. Perfilado y revegetalización con protección en malla gallinero anclada al talud. GRADO IV. Retiro de todas las llantas sin entramamiento y colocación nuevamente con las condiciones técnicas necesarias para garantizar la estabilidad de estos elementos.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
65	USME	SIERRA MORENA	1. No existe un manejo adecuado de las aguas de la vía. La cuneta en tierra excavada presenta problemas de erosión. El talud de la vía presenta erosión laminar.	Descarga, reconfiguración y muro en gaviones	BAJO	GRADO II. Construcción del sistema de drenaje superficial de la obra.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
66	CIUDAD BOLÍVAR	PERDOMO ALTO	1. La empedradización con malla mortero presenta desprendimientos de material en dos sectores y rotura en un sector. Algunos tramos de cunetas se encuentran cubiertos con pastos y sedimentos. El muro que hace parte del acceso a la cancha se encuentra seriamente agrietado.	Terraceo, empedradización con malla y malla mortero	MEDIO	GRADO I. Limpieza de cunetas y cajas colectoras. GRADO III. Revegetalización de las zonas afectadas por desprendimientos en el talud protegido con malla. Se recomienda demoler y reconstruir caja colectoras falladas. Para el muro de acceso a la cancha se recomienda efectuar trabajos de mantenimiento sellando grietas y fisuras presentes.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
67	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO BAJO	1. Flujo importante de agua por varios de los lloraderos del muro en concreto.	Muro en concreto reforzado	BAJO	GRADO I. Limpieza de los drenajes superficiales de la obra, cuneta que se encuentra colmatada. Determinación de la fuente de agua que sale por los lloraderos del muro.	Las personas que viven en frente del muro en concreto han conectado mangueras para abastecerse de agua.	Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
68	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN PABLO II SECTOR EL VOLCÁN		Reconformación, pasos peatonales, empedradización y obras de drenaje			Esta obra no fue posible localizarla en campo.	
69	CIUDAD BOLÍVAR	JUAN PABLO II SECTOR LA ESPERANZA	1. Los sistemas de drenaje carecen de estructuras de entrega adecuados.	Obras de drenaje y pasos peatonales y empedradización	BAJO	GRADO I. Limpieza de los sistemas de drenaje y construcción de estructuras de entrega adecuadas.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
70	USAQUÉN	BUENAVISTA	1. Hay depositación de materiales y utilización del muro como pared de fondo de las viviendas ubicadas en la parte baja del muro. Presencia de basuras en la zanja de coronación del muro.	Muro en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
71	RAFAEL URIBE URIBE	LOS CHIRCALES	1. Fisura en la junta entre una cuneta de drenaje y el cuerpo de la pantalla anclada, en una extensión del orden de 4 m. Daños en las estructuras de drenaje.	Malla mortero y anclajes	BAJO	GRADO I. Limpieza de cunetas y estructuras de entrega. GRADO II. Empedrar costado izquierdo del talud, en la zona aledaña a la estructura de entrega protegiendo la empedradización con malla gallinero anclada al talud. Reparación de la grieta en la pantalla anclada y revisión del funcionamiento de los drenajes de la pantalla.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
72	USME	LA ORQUÍDEA	1. Erosión en el escarpe del talud superior. Presencia de basuras en la estructura de entrega de las cunetas de la berma intermedia.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas y poda de pastos.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
73	CIUDAD BOLÍVAR	JERUSALÉN CANTERAS	1. Falla de los trinchos, flujo de materiales. El sendero peatonal adjunto se encuentra agrietado y con falla estructural sectorizada.	Protección con malla mortero y perfilado del talud	MEDIO	GRADO IV. Demolición y reconstrucción de sectores del sendero peatonal fallados. Reconformación del terreno y revegetalización del costado izquierdo del sendero peatonal. Adicionalmente, se debe construir una estructura de entrega en concreto pegada al sendero peatonal y con entrega en una caja colectora que comunique al sistema de alcantarillado de aguas lluvias.	Es necesario construir la estructura de entrega escalonada ya que se observó en la visita de campo que el flujo de agua tiene preferencia de movimiento por el costado izquierdo del sendero. Por otra parte es necesario estabilizar los otros taludes de la cantera que no fueron tratados anteriormente. Los efectos de la meteorización sobre el macizo rocoso ocasionan caídas de bloques que generan el avance del escarpe hacia la vía ubicada en la corona del talud.	Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
74	CIUDAD BOLÍVAR	NUEVA COLOMBIA	1. Corrosión y pérdida de elementos de anclaje. Los lloraderos de la pantalla se encuentran en contrapendiente. Hay presencia de zonas de erosión en el talud superior a la pantalla, y en la berma. Presencia de basuras en la obra y en sus alrededores. No hay sistemas de recolección de aguas.	Pantalla anclada en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Limpieza del sector, adecuación de los escombros de la obra.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
75	CIUDAD BOLÍVAR	VILLA DEL DIAMANTE	1. Arrastre de capa vegetal del talud encima del muro.	Muro en tierra armada	NINGUNO	GRADO I. Tratamiento de empradización del talud protegido con muro en Caissons. Prolongación de los gaviones de la margen izquierda aguas arriba para proteger la obra construida.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
76	CIUDAD BOLÍVAR	EL TRIUNFO	1. Filtraciones en el espaldón de los gaviones utilizados como estructura de disipación de energía de la quebrada.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Empradización de la obra que debe estar contemplada en la ejecución de la misma. Limpieza de los sitios tomados como grandes cajas de sedimentación.	Obra en construcción.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
77	CIUDAD BOLÍVAR	MARANDÚ	1. Se presentan agrietamientos en la vía y el andén por desprendimientos de material del talud expuesto por la canalización de la quebrada que hace parte de la misma.	Muro en gaviones y canalización con flexoadoquín	BAJO	GRADO II. Se debe continuar la obra aguas abajo del sitio en donde finalizó inicialmente. Existe socavamiento interno y deformaciones en la vía en concreto posiblemente por la deformación de los sacos de suelo cemento.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
78	CIUDAD BOLÍVAR	SAN FRANCISCO	1. Falla del sistema de canalización (desprendimiento y arrastre del fondo), abombamiento de las paredes laterales del canal, cabeceo y abombamiento de los trinchos.	Canalización con flexoadoquín	SEVERO	GRADO IV. El flexoadoquín de recubrimiento del cauce no ha funcionado adecuadamente por lo que se considera que debe demolerse e instalarse otro tipo de sistema como por ejemplo una colchoneta.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
79	SAN CRISTÓBAL	PASEITO SECTOR III					Esta obra no fue construida.	



Tabla 13: Recomendaciones para las obras contratadas por la UEL

Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
80	CHAPINERO	SAN MARTÍN DE PORRES	1. Cunetas de drenaje colmatadas y con vegetación en algunos sectores.	Muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas y revisión de obras de drenaje.	Frente a la obra principal se presentó un deslizamiento pequeño el cual se debe analizar para evitar que afecte en un futuro la obra.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
81	CHAPINERO	SAN MARTÍN DE PORRES					No fue posible encontrar esta obra en campo.	
82	CHAPINERO	SAN MARTÍN DE PORRES	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	NA	Se recomienda la construcción del sistema de drenaje de la obra y la protección de algunos geotextiles que quedaron descubiertos.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
83	CHAPINERO	SAN MARTÍN DE PORRES	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	NA	Se recomienda la construcción del sistema de drenaje de la obra.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
84	SANTA FE	GIRARDOT	1. Colmatación del sistema de drenaje superficial.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de cunetas.	Se recomienda la protección adecuada de algunos geotextiles de la obra que han quedado por fuera.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
85	SANTA FE	LOS LACHES	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Poda de pastos en algunos sectores de la obra.	Se recomienda implementar un sistema de drenaje en la obra ya que se carece de este aspecto.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
86	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	1. Ligeros hundimientos en la parte trasera del frente del muro de contención.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	NA	No existe un manejo adecuado de las aguas en la pata del muro lo que hace que se presenten humedades considerables en este punto.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
87	SAN CRISTÓBAL	MONTECARLO	1. Corrosión en elementos de anclaje.	Pantalla anclada en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Protección de pernos contra la corrosión, y revisión del sistema de drenaje en la parte superior del muro ya que prácticamente se carece de éste.	Se recomienda la coordinación para la pronta pavimentación de la vía.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
88	SAN CRISTÓBAL	LA CASTAÑA	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	NA		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
89	SAN CRISTÓBAL	TRIÁNGULO BAJO	Ninguno.	Muro en gaviones	NINGUNO	Grado I : Protección de malla de gaviones con anticorrosivo, poda de pastos		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
90	SAN CRISTÓBAL	SAN MARTÍN DE LOBA	1. Erosión en algunos sectores y tubería de evacuación de aguas de escorrentía descubierta.	Muro en gaviones	BAJO	GRADO I. Limpieza de sistema de drenaje y podas. GRADO II. Relocalizar tubería de evacuación de aguas.		Funcionamiento normal, paso del tiempo



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Código Interno	Localidad	Barrio	Problemas Observados	Obra Principal	NIVEL DE DAÑO SOBRE LA OBRA	Tipo de mantenimiento y acciones a seguir preliminares	Observaciones adicionales	Causas de daño atribuibles a
91	SAN CRISTÓBAL	NUEVA ESPAÑA	1. Hundimiento en los senderos peatonales construídos. Evidencia de movimiento de los taludes que pertenecen a la obra.	Reconformación de taludes, empradización y construcción de senderos	MEDIA	GRADO II. Construir sistemas de drenaje adicionales y control de la saturación del talud.		Funcionamiento normal, paso del tiempo
92	SAN CRISTÓBAL	SAGRADA FAMILIA	Ninguno.	Muro en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento preventivo		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
93	RAFAEL URIBE URIBE	PALERMO SUR	Ninguno.	Muro en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Adecuación de un sistema de drenaje superficial del muro que debe ser paralelo a la vía en afirmado que existe actualmente.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
94	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO	Ninguno.	Muro en concreto reforzado	NINGUNO	NA	La obra y sus alrededores se encuentran totalmente en concreto.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
95	RAFAEL URIBE URIBE	GRANJAS DE SAN PABLO	1. Agrietamiento y fisuración del mortero que cubre el talud, descascamiento en algunos sectores y presencia de pastos en las grietas.	Recubrimiento del talud rocoso con mortero	NINGUNO	GRADO I. Limpieza de vegetación que está saliendo por las grietas del muro. Revisión y limpieza del sistema de drenaje del muro.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
96	RAFAEL URIBE URIBE	MARCO FIDEL SUÁREZ	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento a la vegetación que se encuentra sobre el muro, poda de pastos.		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
97	RAFAEL URIBE URIBE	LA PAZ SECTOR CHICÓ	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado	NINGUNO	NA		Esta obra no presenta ningún tipo de daño
98	RAFAEL URIBE URIBE	PALERMO SUR	1. Erosión superficial en algunos sectores de la obra.	Muro en gaviones y reconformación del terreno	NINGUNO	GRADO I. Revegetalización de varios sectores de la obra.	La obra hace parte de un parque por lo que se nota el adecuado mantenimiento de las zonas verdes.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
99	RAFAEL URIBE URIBE	DIANA TURBAY	Ninguno.	Muro de contención en concreto reforzado y muro en gaviones	NINGUNO	GRADO I. Mantenimiento de zonas verdes y estructuras de drenaje.	Debido a que la obra hace parte de un parque, se ha realizado un adecuado mantenimiento de la vegetación y de las obras de drenaje.	Esta obra no presenta ningún tipo de daño
100	RAFAEL URIBE URIBE	SAN JUANITO	1. Grietas en la malla mortero perna, salidas de pastos por las fisuras. 2. Ligero hundimiento en la vía aledaña a la obra.	Malla mortero perna	BAJO	GRADO II. Se nota ausencia de estructuras de drenaje superficiales en todo el sector de la obra por lo que se recomienda la construcción de éstas.	La obra hace parte de un parque por lo que se nota el adecuado mantenimiento de las zonas verdes.	Funcionamiento normal, paso del tiempo



3.2. ESTIMATIVO APROXIMADO DE CANTIDADES DE OBRA PARA MANTENIMIENTO Y PRESUPUESTOS

Por solicitud del FOPAE, a partir de la información que se recolectó durante la ejecución del proyecto, a pesar que esta labor no está formalmente dentro del contrato, se estimaron cantidades de obra para aquellas medidas de mitigación con intervenciones de tipo Grado I y II.

Se debe tener en cuenta que estos valores son estimados a partir de las cantidades de obra que se reportaron en los documentos de los diseños y en los informes de la interventoría de la construcción, además se empleó como base el registro fotográfico (Ver ANEXO III) de las obras visitadas. Lo anterior indica que estas cantidades de obra no corresponden a medidas directas en campo y se deben tomar como un estimativo inicial.

Por otra parte, los precios que fueron empleados para el cálculo de los presupuestos fueron obtenidos a partir de secciones típicas de elementos como cunetas y anclajes, y algunas suposiciones de dimensiones, particularmente de grietas en muros. Por tanto, estos presupuestos son únicamente indicativos y cada obra en particular deberá requerir de un análisis detallado para lograr establecer un presupuesto real. Adicionalmente, los costos directos de algunos ítems no tuvieron un análisis de precios unitarios detallado, sino que fueron obtenidos de catálogos vigentes para el sistema constructivo colombiano, como los proporcionados por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU, y la firma Tekhne Ltda. En la Tabla 14 y en la Tabla 15, se consignan las cantidades de obra estimadas para el tipo de obras mencionadas y su presupuesto de mantenimiento para las obras contratadas por el FOPAE y la UEL, respectivamente.

Desde la Tabla 16 a la Tabla 26 se muestran los presupuestos de mantenimiento para cada una de las localidades, discriminadas en obras contratadas por el FOPAE y obras contratadas por la UEL



Tabla 14: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	C. BOLÍVAR	CASAVIANCA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	25,00	25,00	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
2	SAN CRISTÓBAL	LOS ALPES	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	12,64	5,16	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
3	SAN CRISTÓBAL	NUEVA GLORIA	RETIRO DE BASURAS	M3	320,00	320,00	50,00	\$ 18.555,00	\$ 927.750,00
5	SANTA FE	EL ROCÍO MEDIO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	62,50	15,63	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	13,55	\$ 18.786,70	\$ 254.465,82
6	RAFAEL URIBE URIBE	MARCO FIDEL SUÁREZ	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	25,00	0,42	\$ 45.097,21	\$ 18.790,51
			EMPRADIZACION	M2	2303,60	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
7	C. BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	67,71	0,00	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	23,22	0,00	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			EMPRADIZACION	M2	2637,00	0,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
8	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL SOL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,84	3,10	4,77	\$ 18.786,70	\$ 89.668,91
9	USAQUÉN	MIRADOR CONJUNTO CERRADO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	37,41	37,41	34,06	\$ 18.786,70	\$ 639.799,79
10	SAN CRISTÓBAL	AMAPOLAS	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	115,00	115,00	2,00	\$ 83.677,32	\$ 167.354,64
			RETIRO DE ESCOMBROS	M3	234,00	234,00	15,00	\$ 11.320,00	\$ 169.800,00
			EMPRADIZACION	M2	125,00	125,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
11	USME	EL NEVADO	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	M3	14,45	14,45	4,52	\$ 501.072,66	\$ 2.262.343,08
			EMPRADIZACION	M2	60,00	60,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
12	C. BOLÍVAR	BUENOS AIRES	EMPRADIZACION	M2	1341,00	1400,00	500,00	\$ 4.164,00	\$ 2.082.000,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,94	2,58	6,51	\$ 18.786,70	\$ 122.385,94
13	C. BOLÍVAR	BRISAS DEL VOLADOR	EMPRADIZACION	M2	12919,00	5800,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,55	7,87	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
14	RAFAEL URIBE URIBE	PLAYÓN PLAYITA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	4,00	10,00	\$ 28.180,05	\$ 281.800,47



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
15	USME	LA FISCALA	SELLADO DE GRIETAS	M3	0,07	0,07	0,005	\$ 166.036,45	\$ 796,97
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
16	USAQUÉN	SORATAMA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	43,22	43,22	32,25	\$ 18.786,70	\$ 605.871,01
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	89,58	89,58	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
19	C. BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	EMPRADIZACION	M2	2637,00	2637,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	2,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	0,00	8,00	8,00	\$ 28.180,05	\$ 225.440,38
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	13,51	13,51	\$ 18.786,70	\$ 253.738,78
21	C. BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN - LA CASONA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	166,67	208,33	1,56	\$ 45.097,21	\$ 70.464,40
			REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	0,00	0,00	70,00	\$ 83.677,32	\$ 5.857.412,33
22	C. BOLÍVAR	JUAN PABLO II - LA ESPERANZA	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	0,00	300,00	5,00	\$ 83.677,32	\$ 418.386,59
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	6,00	1,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			EMPRADIZACION	M2	3512,00	1500,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
23	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	4,17	0,00	0,26	\$ 45.097,21	\$ 11.744,07
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			EMPRADIZACION	M2	62,00	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
24	RAFAEL URIBE URIBE	LUIS LÓPEZ DE MESA	LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	3,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	19,67	0,00	6,45	\$ 18.786,70	\$ 121.174,20
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	14,06	0,00	0,63	\$ 45.097,21	\$ 28.185,76
25	USME	EL NEVADO	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	1,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,65	0,65	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	531,20	531,00	60,00	\$ 4.164,00	\$ 249.840,00
26	RAFAEL URIBE URIBE	EL SOCORRO	EMPRADIZACION	M2	240,00	531,00	35,00	\$ 4.164,00	\$ 145.740,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
27	SAN CRISTÓBAL	LAURELES	EMPRADIZACION	M2	0,00	300,00	30,00	\$ 4.164,00	\$ 124.920,00
			RECONFORMACIÓN DE CUNETAS	M3	17,42	0,00	4,52	\$ 501.072,66	\$ 2.262.343,08



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
28	USME	EL PEDREGAL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,94	1,94	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
			CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 501.072,66	\$ 1.615.959,34
			EMPRADIZACION	M2	0,00	1925,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
29	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	EMPRADIZACION	M2	250,00	250,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	0,65	\$ 18.786,70	\$ 12.117,42
33	SAN CRISTÓBAL	QUINDÍO	LIMPIEZA DE CAUCE DE QUEBRADA	ML	31,00	31,00	100,00	\$ 25.496,23	\$ 2.549.623,30
			EMPRADIZACION	M2	348,00	348,00	60,00	\$ 4.164,00	\$ 249.840,00
36	SUBA	TUNA ALTA EL ROSAL	CARGUE Y RETIRO MATERIAL	M3	294,00	236,00	15,00	\$ 18.555,00	\$ 278.325,00
			PODA DE PASTOS	M2	118,20	118,00	50,00	\$ 7.056,54	\$ 352.826,75
37	SUBA	CIUDAD HUNZA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	3,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	38,70	38,70	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
39	SANTA FE	EL DORADO CARTAGENA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	336,95	245,10	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	1132,50	1450,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
			SELLADO DE GRIETAS	M3	0,14	0,14	0,01	\$ 166.036,45	\$ 1.328,29
40	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL RECUERDO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	74,05	50,18	19,22	\$ 18.786,70	\$ 361.099,12
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	5,00	3,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
			EMPRADIZACION	M2	1658,00	988,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
41	USAQUÉN	BUENAVISTA II SECTOR	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,18	0,18	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	100,00	100,00	2,00	\$ 83.677,32	\$ 167.354,64
42	SAN CRISTÓBAL	EL TRIANGULO BAJO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
43	RAFAEL URIBE URIBE	LAS COLINAS	EMPRADIZACION	M2	114,20	114,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,27	2,71	2,71	\$ 18.786,70	\$ 50.893,16
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	2,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
44	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	EMPRADIZACION	M2	0,00	162,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
46	USME	EL PARAÍSO	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	228,00	228,00	10,00	\$ 83.677,32	\$ 836.773,19
			CONSTRUCCIÓN CUNETAS	M3	1,29	1,55	5,16	\$ 501.072,66	\$ 2.585.534,94



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
47	RAFAEL URIBE URIBE	SAN AGUSTÍN	PODA	M2	136,90	139,90	50,00	\$ 7.056,54	\$ 352.826,75
49	TUNJUELITO - RAFAEL URIBE URIBE	ABRAHAM LINCOLN	RETIRO DE MATERIAL	M3	173,00	173,00	60,00	\$ 18.555,00	\$ 1.113.300,00
			EMPRADIZACION	M2	24,00	24,00	24,00	\$ 4.164,00	\$ 99.936,00
50	USME	BARRANQUILLITA	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	90,00	90,00	3,00	\$ 83.677,32	\$ 251.031,96
			LIMPIEZA DE CAUCE	ML	40,00	40,00	40,00	\$ 25.496,23	\$ 1.019.849,32
51	C. BOLÍVAR	NUEVA CANDELARIA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	20,00	0,00	19,17	\$ 18.786,70	\$ 360.129,73
			REPARACIÓN EN MURO EN CICLÓPEO, SELLADO DE GRIETA	M3	0,69	0,00	0,002	\$ 166.036,45	\$ 398,49
			EMPRADIZACION	M2	23,00	0,00	70,00	\$ 4.164,00	\$ 291.480,00
52	SAN CRISTÓBAL	MANANTIAL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	25,28	25,28	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
54	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	300,00	300,00	1,50	\$ 83.677,32	\$ 125.515,98
			EMPRADIZACION	M2	150,00	150,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
55	RAFAEL URIBE URIBE	DIANA TURBAY	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	64,37	64,37	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
56	RAFAEL URIBE URIBE	MOLINOS	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	1,81	\$ 18.786,70	\$ 33.928,78
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	5,00	\$ 4.164,00	\$ 20.820,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
57	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO	EMPRADIZACION	M2	400,00	400,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
			CONFORMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	M3	20,64	20,64	3,87	\$ 501.072,66	\$ 1.939.151,21
58	C. BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	14,45	14,45	14,45	\$ 18.786,70	\$ 271.430,21
			EMPRADIZACION	M2	540,00	540,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
59	C. BOLÍVAR	ARBORIZADORA ALTA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,19	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	850,00	850,00	350,00	\$ 4.164,00	\$ 1.457.400,00
61	RAFAEL URIBE URIBE	PROVIDENCIA ALTA	CARGUE Y RETIRO MATERIAL	M3	400,00	400,00	50,00	\$ 18.555,00	\$ 927.750,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	12,90	12,90	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			EMPRADIZACION	M2	200,00	200,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
62	USME	OASIS	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	3,87	15,48	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	200,00	200,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
66	C. BOLÍVAR	PERDOMO ALTO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,92	0,92	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			SELLADO DE GRIETA EN MURO	M3	1,21	1,21	0,01	\$ 166.036,45	\$ 1.992,44
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	4,00	4,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
67	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO BAJO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	9,03	9,03	8,09	\$ 18.786,70	\$ 151.952,45
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	4,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
69	C. BOLÍVAR	JUAN PABLO II SECTOR LA ESPERANZA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	20,00	16,67	0,36	\$ 45.097,21	\$ 16.441,69
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,90	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
70	USAQUÉN	BUENAVISTA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,55	5,55	5,55	\$ 18.786,70	\$ 104.209,81
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	1,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
71	RAFAEL URIBE URIBE	LOS CHIRCALES	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	19,58	19,58	1,04	\$ 45.097,21	\$ 46.976,26
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,42	5,42	9,80	\$ 18.786,70	\$ 184.184,79
			SELLADO DE GRIETAS	M3	0,32	0,32	0,06	\$ 166.036,45	\$ 10.095,02
72	USME	LA ORQUÍDEA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,93	5,93	5,48	\$ 18.786,70	\$ 102.998,07
			EMPRADIZACION	M2	500,00	500,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
74	C. BOLÍVAR	NUEVA COLOMBIA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	182,81	49,58	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	18,45	3,87	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			RECONFORMACIÓN DE MATERIAL	M3	2213,00	40,00	20,00	\$ 14.739,00	\$ 294.780,00
75	C. BOLÍVAR	VILLA DEL DIAMANTE	EMPRADIZACION	M2	21,00	0,00	21,00	\$ 4.164,00	\$ 87.444,00
			LIMPIEZA DEL CAUCE	ML	125,00	0,00	60,00	\$ 25.496,23	\$ 1.529.773,98
76	C. BOLÍVAR	EL TRIUNFO	EMPRADIZACION	M2	2190,00	2190,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
77	C. BOLÍVAR	MARANDÚ	CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES EN EL CAUCE	M3	552,00	552,00	25,00	\$ 139.462,20	\$ 3.486.554,96
			LIMPIEZA DEL CAUCE	ML	72,00	72,00	30,00	\$ 25.496,23	\$ 764.886,99
			EMPRADIZACION	M2	534,00	534,00	15,00	\$ 4.164,00	\$ 62.460,00
TOTAL								\$ 47.806.440,47	



Tabla 15: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
84	SANTA FE	GIRARDOT	EMPRADIZACION	M2	225,00	225,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	14,51	14,51	14,51	\$ 18.786,70	\$ 272.641,95
85	SANTA FE	LOS LACHES	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	7,00	7,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
86	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	2,84	2,84	4,26	\$ 18.786,70	\$ 79.974,97
87	SAN CRISTÓBAL	MONTECARLO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	27,92	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	1,29	\$ 18.786,70	\$ 24.234,84
90	SAN CRISTÓBAL	SAN MARTÍN DE LOBA	EMPRADIZACION	M2	666,00	666,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,90	0,90	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
91	SAN CRISTÓBAL	NUEVA ESPAÑA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,55	1,55	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			EMPRADIZACION	M2	471,00	471,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	2,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
95	RAFAEL URIBE URIBE	GRANJAS DE SAN PABLO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	1,55	1,94	\$ 18.786,70	\$ 36.352,26
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	12,50	0,68	\$ 45.097,21	\$ 30.534,57
100	RAFAEL URIBE URIBE	SAN JUANITO	EMPRADIZACION	M2	230,00	0,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,50	0,00	20,00	\$ 18.786,70	\$ 375.733,96
TOTAL								\$ 1.678.149,43	



Tabla 16: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Ciudad Bolívar

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	C. BOLÍVAR	CASAVIANCA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	25,00	25,00	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
7	C. BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	67,71	0,00	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	23,22	0,00	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			EMPRADIZACION	M2	2637,00	0,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
12	C. BOLÍVAR	BUENOS AIRES	EMPRADIZACION	M2	1341,00	1400,00	500,00	\$ 4.164,00	\$ 2.082.000,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,94	2,58	6,51	\$ 18.786,70	\$ 122.385,94
13	C. BOLÍVAR	BRISAS DEL VOLADOR	EMPRADIZACION	M2	12919,00	5800,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,55	7,87	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
19	C. BOLÍVAR	ALTOS DE JALISCO	EMPRADIZACION	M2	2637,00	2637,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	2,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	0,00	8,00	8,00	\$ 28.180,05	\$ 225.440,38
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	13,51	13,51	\$ 18.786,70	\$ 253.738,78
21	C. BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN - LA CASONA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	166,67	208,33	1,56	\$ 45.097,21	\$ 70.464,40
			REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	0,00	0,00	70,00	\$ 83.677,32	\$ 5.857.412,33
22	C. BOLÍVAR	JUAN PABLO II - LA ESPERANZA	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	0,00	300,00	5,00	\$ 83.677,32	\$ 418.386,59
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	6,00	1,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			EMPRADIZACION	M2	3512,00	1500,00	50,00	\$ 4.164,00	\$ 208.200,00
51	C. BOLÍVAR	NUEVA CANDELARIA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	20,00	0,00	19,17	\$ 18.786,70	\$ 360.129,73
			REPARACIÓN EN MURO EN CICLÓPEO, SELLADO DE GRIETA	M3	0,69	0,00	0,002	\$ 166.036,45	\$ 398,49
			EMPRADIZACION	M2	23,00	0,00	70,00	\$ 4.164,00	\$ 291.480,00
58	C. BOLÍVAR	JUAN JOSÉ RONDÓN	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	14,45	14,45	14,45	\$ 18.786,70	\$ 271.430,21
			EMPRADIZACION	M2	540,00	540,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
59	C. BOLÍVAR	ARBORIZADORA ALTA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,19	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	850,00	850,00	350,00	\$ 4.164,00	\$ 1.457.400,00
66	C. BOLÍVAR	PERDOMO ALTO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,92	0,92	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			SELLADO DE GRIETA EN MURO	M3	1,21	1,21	0,01	\$ 166.036,45	\$ 1.992,44
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	4,00	4,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
69	C. BOLÍVAR	JUAN PABLO II SECTOR LA ESPERANZA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	20,00	16,67	0,36	\$ 45.097,21	\$ 16.441,69
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,90	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
74	C. BOLÍVAR	NUEVA COLOMBIA	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	182,81	49,58	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	18,45	3,87	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			RECONFORMACIÓN DE MATERIAL	M3	2213,00	40,00	20,00	\$ 14.739,00	\$ 294.780,00
75	C. BOLÍVAR	VILLA DEL DIAMANTE	EMPRADIZACION	M2	21,00	0,00	21,00	\$ 4.164,00	\$ 87.444,00
			LIMPIEZA DEL CAUCE	ML	125,00	0,00	60,00	\$ 25.496,23	\$ 1.529.773,98
76	C. BOLÍVAR	EL TRIUNFO	EMPRADIZACION	M2	2190,00	2190,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
77	C. BOLÍVAR	MARANDÚ	CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES EN EL CAUCE	M3	552,00	552,00	25,00	\$ 139.462,20	\$ 3.486.554,96
			LIMPIEZA DEL CAUCE	ML	72,00	72,00	30,00	\$ 25.496,23	\$ 764.886,99
			EMPRADIZACION	M2	534,00	534,00	15,00	\$ 4.164,00	\$ 62.460,00
TOTAL								\$ 19.990.654,68	

Tabla 17: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Tunjuelito

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
49	TUNJUELITO - RAFAEL URIBE URIBE	ABRAHAM LINCOLN	RETIRO DE MATERIAL	M3	173,00	173,00	60,00	\$ 18.555,00	\$ 1.113.300,00
			EMPRADIZACION	M2	24,00	24,00	24,00	\$ 4.164,00	\$ 99.936,00
TOTAL								\$ 1.213.236,00	



Tabla 18: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Usme

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
11	USME	EL NEVADO	CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	M3	14,45	14,45	4,52	\$ 501.072,66	\$ 2.262.343,08
			EMPRADIZACION	M2	60,00	60,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
15	USME	LA FISCALA	SELLADO DE GRIETAS	M3	0,07	0,07	0,005	\$ 166.036,45	\$ 796,97
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
25	USME	EL NEVADO	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	1,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,65	0,65	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	531,20	531,00	60,00	\$ 4.164,00	\$ 249.840,00
28	USME	EL PEDREGAL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,94	1,94	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
			CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 501.072,66	\$ 1.615.959,34
			EMPRADIZACION	M2	0,00	1925,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
46	USME	EL PARAÍSO	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	228,00	228,00	10,00	\$ 83.677,32	\$ 836.773,19
			CONSTRUCCIÓN CUNETAS	M3	1,29	1,55	5,16	\$ 501.072,66	\$ 2.585.534,94
50	USME	BARRANQUILLITA	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	90,00	90,00	3,00	\$ 83.677,32	\$ 251.031,96
			LIMPIEZA DE CAUCE	ML	40,00	40,00	40,00	\$ 25.496,23	\$ 1.019.849,32
62	USME	OASIS	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	3,87	15,48	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
			EMPRADIZACION	M2	200,00	200,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
72	USME	LA ORQUÍDEA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,93	5,93	5,48	\$ 18.786,70	\$ 102.998,07
			EMPRADIZACION	M2	500,00	500,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
TOTAL								\$ 9.962.498,09	



Tabla 19: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Usaquén

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
9	USAQUÉN	MIRADOR CONJUNTO CERRADO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	37,41	37,41	34,06	\$ 18.786,70	\$ 639.799,79
16	USAQUÉN	SORATAMA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	43,22	43,22	32,25	\$ 18.786,70	\$ 605.871,01
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	89,58	89,58	0,78	\$ 45.097,21	\$ 35.232,20
41	USAQUÉN	BUENAVISTA II SECTOR	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,18	0,18	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	100,00	100,00	2,00	\$ 83.677,32	\$ 167.354,64
70	USAQUÉN	BUENAVISTA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,55	5,55	5,55	\$ 18.786,70	\$ 104.209,81
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	1,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
TOTAL								\$ 1.669.414,64	

Tabla 20: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Suba

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
36	SUBA	TUNA ALTA EL ROSAL	CARGUE Y RETIRO MATERIAL	M3	294,00	236,00	15,00	\$ 18.555,00	\$ 278.325,00
			PODA DE PASTOS	M2	118,20	118,00	50,00	\$ 7.056,54	\$ 352.826,75
37	SUBA	CIUDAD HUNZA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	3,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	38,70	38,70	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
TOTAL								\$ 784.451,21	



Tabla 21: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en San Cristóbal

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	SAN CRISTÓBAL	LOS ALPES	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	12,64	5,16	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
3	SAN CRISTÓBAL	NUEVA GLORIA	RETIRO DE BASURAS	M3	320,00	320,00	50,00	\$ 18.555,00	\$ 927.750,00
10	SAN CRISTÓBAL	AMAPOLAS	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	115,00	115,00	2,00	\$ 83.677,32	\$ 167.354,64
			RETIRO DE ESCOMBROS	M3	234,00	234,00	15,00	\$ 11.320,00	\$ 169.800,00
			EMPRADIZACION	M2	125,00	125,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
27	SAN CRISTÓBAL	LAURELES	EMPRADIZACION	M2	0,00	300,00	30,00	\$ 4.164,00	\$ 124.920,00
			RECONFORMACIÓN DE CUNETAS	M3	17,42	0,00	4,52	\$ 501.072,66	\$ 2.262.343,08
29	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	EMPRADIZACION	M2	250,00	250,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	0,65	\$ 18.786,70	\$ 12.117,42
33	SAN CRISTÓBAL	QUINDÍO	LIMPIEZA DE CAUCE DE QUEBRADA	ML	31,00	31,00	100,00	\$ 25.496,23	\$ 2.549.623,30
			EMPRADIZACION	M2	348,00	348,00	60,00	\$ 4.164,00	\$ 249.840,00
42	SAN CRISTÓBAL	EL TRIANGULO BAJO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
52	SAN CRISTÓBAL	MANANTIAL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	25,28	25,28	3,87	\$ 18.786,70	\$ 72.704,52
54	SAN CRISTÓBAL	ALTOS DEL VIRREY	REPARACIÓN DE GAVIÓN	M3	300,00	300,00	1,50	\$ 83.677,32	\$ 125.515,98
			EMPRADIZACION	M2	150,00	150,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
57	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO	EMPRADIZACION	M2	400,00	400,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
			CONFORMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CUNETA	M3	20,64	20,64	3,87	\$ 501.072,66	\$ 1.939.151,21
67	SAN CRISTÓBAL	EL TRIÁNGULO BAJO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	9,03	9,03	8,09	\$ 18.786,70	\$ 151.952,45
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	3,00	4,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
TOTAL								\$ 9.355.179,10	



Tabla 22: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en San Cristóbal

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
87	SAN CRISTÓBAL	MONTECARLO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	27,92	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	1,29	\$ 18.786,70	\$ 24.234,84
90	SAN CRISTÓBAL	SAN MARTÍN DE LOBA	EMPRADIZACION	M2	666,00	666,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,90	0,90	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
91	SAN CRISTÓBAL	NUEVA ESPAÑA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,55	1,55	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10
			EMPRADIZACION	M2	471,00	471,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	2,00	3,00	\$ 28.180,05	\$ 84.540,14
TOTAL								\$ 549.592,30	

Tabla 23: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOAPE en Santa Fe

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
5	SANTA FE	EL ROCÍO MEDIO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	62,50	15,63	0,52	\$ 45.097,21	\$ 23.488,13
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	13,55	\$ 18.786,70	\$ 254.465,82
39	SANTA FE	EL DORADO CARTAGENA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	336,95	245,10	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	1132,50	1450,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
			SELLADO DE GRIETAS	M3	0,14	0,14	0,01	\$ 166.036,45	\$ 1.328,29
44	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	EMPRADIZACION	M2	0,00	162,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
TOTAL								\$ 704.170,89	



Tabla 24: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en Santa Fe

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
84	SANTA FE	GIRARDOT	EMPRADIZACION	M2	225,00	225,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	14,51	14,51	14,51	\$ 18.786,70	\$ 272.641,95
85	SANTA FE	LOS LACHES	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	7,00	7,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	5,16	\$ 18.786,70	\$ 96.939,36
86	SANTA FE	SANTA ROSA DE LIMA	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	2,84	2,84	4,26	\$ 18.786,70	\$ 79.974,97
TOTAL								\$ 602.656,34	

Tabla 25: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras FOPAE en Rafael Uribe Uribe

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
6	RAFAEL URIBE URIBE	MARCO FIDEL SUÁREZ	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	25,00	0,42	\$ 45.097,21	\$ 18.790,51
			EMPRADIZACION	M2	2303,60	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
8	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL SOL	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	1,84	3,10	4,77	\$ 18.786,70	\$ 89.668,91
14	RAFAEL URIBE URIBE	PLAYÓN PLAYITA	LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	4,00	10,00	\$ 28.180,05	\$ 281.800,47
23	RAFAEL URIBE URIBE	RÍO DE JANEIRO	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	4,17	0,00	0,26	\$ 45.097,21	\$ 11.744,07
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			EMPRADIZACION	M2	62,00	0,00	10,00	\$ 4.164,00	\$ 41.640,00
24	RAFAEL URIBE URIBE	LUIS LÓPEZ DE MESA	LIMPIEZA POZO DE INSPECCIÓN	UND	3,00	0,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	19,67	0,00	6,45	\$ 18.786,70	\$ 121.174,20
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	1,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	14,06	0,00	0,63	\$ 45.097,21	\$ 28.185,76
26	RAFAEL URIBE URIBE	EL SOCORRO	EMPRADIZACION	M2	240,00	531,00	35,00	\$ 4.164,00	\$ 145.740,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	3,23	\$ 18.786,70	\$ 60.587,10



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
40	RAFAEL URIBE URIBE	VILLAS DEL RECUERDO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	74,05	50,18	19,22	\$ 18.786,70	\$ 361.099,12
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	5,00	3,00	5,00	\$ 28.180,05	\$ 140.900,24
			EMPRADIZACION	M2	1658,00	988,00	100,00	\$ 4.164,00	\$ 416.400,00
43	RAFAEL URIBE URIBE	LAS COLINAS	EMPRADIZACION	M2	114,20	114,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,27	2,71	2,71	\$ 18.786,70	\$ 50.893,16
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	2,00	2,00	2,00	\$ 28.180,05	\$ 56.360,09
47	RAFAEL URIBE URIBE	SAN AGUSTÍN	PODA	M2	136,90	139,90	50,00	\$ 7.056,54	\$ 352.826,75
55	RAFAEL URIBE URIBE	DIANA TURBAY	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	64,37	64,37	4,52	\$ 18.786,70	\$ 84.821,94
56	RAFAEL URIBE URIBE	MOLINOS	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	0,00	1,81	\$ 18.786,70	\$ 33.928,78
			EMPRADIZACION	M2	0,00	0,00	5,00	\$ 4.164,00	\$ 20.820,00
			LIMPIEZA CAJAS DE INSPECCIÓN	UND	0,00	0,00	1,00	\$ 28.180,05	\$ 28.180,05
61	RAFAEL URIBE URIBE	PROVIDENCIA ALTA	CARGUE Y RETIRO MATERIAL	M3	400,00	400,00	50,00	\$ 18.555,00	\$ 927.750,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	12,90	12,90	12,90	\$ 18.786,70	\$ 242.348,40
			EMPRADIZACION	M2	200,00	200,00	25,00	\$ 4.164,00	\$ 104.100,00
71	RAFAEL URIBE URIBE	LOS CHIRCALES	PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	19,58	19,58	1,04	\$ 45.097,21	\$ 46.976,26
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,42	5,42	9,80	\$ 18.786,70	\$ 184.184,79
			SELLADO DE GRIETAS	M3	0,32	0,32	0,06	\$ 166.036,45	\$ 10.095,02
TOTAL								\$ 4.126.835,85	

Tabla 26: Cantidades de obra recomendadas para mantenimiento y presupuesto obras UEL en Rafael Uribe Uribe

ID_OBRA	LOCALIDAD	BARRIO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD DE OBRA DISEÑADA	CANTIDAD DE OBRA CONTRATADA	CANTIDAD DE OBRA PARA MANTENIMIENTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
95	RAFAEL URIBE URIBE	GRANJAS DE SAN PABLO	LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	0,00	1,55	1,94	\$ 18.786,70	\$ 36.352,26
			PROTECCIÓN DE ANCLAJES (PINTURA)	M2	0,00	12,50	0,68	\$ 45.097,21	\$ 30.534,57
100	RAFAEL URIBE URIBE	SAN JUANITO	EMPRADIZACION	M2	230,00	0,00	20,00	\$ 4.164,00	\$ 83.280,00
			LIMPIEZA DE CUNETAS	M3	5,50	0,00	20,00	\$ 18.786,70	\$ 375.733,96
TOTAL								\$ 525.900,79	



En la Tabla 27 se muestra un resumen del presupuesto calculado para cada una de las localidades, donde se aprecia claramente que la localidad que más inversión requiere para el mantenimiento de obras FOAPE de mitigación, es Ciudad Bolívar, seguida por Usme y San Cristóbal, posteriormente Rafael Uribe Uribe y en menor medida las localidades de Santa Fe, Suba, Tunjuelito y Usaquén (Ver Figura 31). En cuanto a las obras UEL, las localidades de Santa Fe, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal demandan la misma cantidad de inversión para su mantenimiento (Ver Figura 32).

Tabla 27: Valores de mantenimiento por localidad

Localidad	Valor Mantenimiento		TOTAL
	FOPAE	UEL	
S. Cristóbal	\$ 9.355.179,10	\$ 549.592,30	\$ 9.904.771,40
Rafael Uribe	\$ 4.126.835,85	\$ 525.900,79	\$ 4.652.736,64
Santa Fe	\$ 704.170,89	\$ 602.656,34	\$ 1.306.827,22
C. Bolívar	\$ 19.990.654,68	\$ 0,00	\$ 19.990.654,68
Suba	\$ 784.451,21	\$ 0,00	\$ 784.451,21
Tunjuelito	\$ 1.213.236,00	\$ 0,00	\$ 1.213.236,00
Usaquén	\$ 1.669.414,64	\$ 0,00	\$ 1.669.414,64
Usme	\$ 9.962.498,09	\$ 0,00	\$ 9.962.498,09
TOTAL	\$ 47.806.440,47	\$ 1.678.149,43	\$ 49.484.589,89

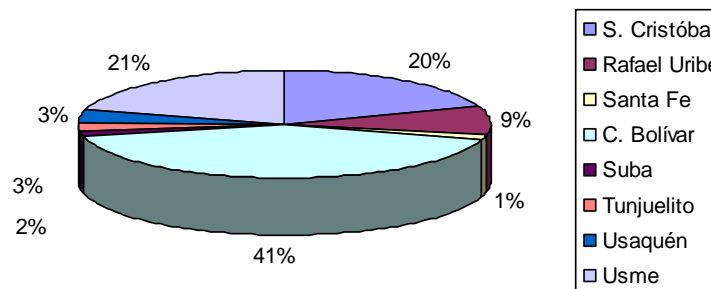


Figura 31: Inversión en mantenimiento por localidades para obras FOPAE

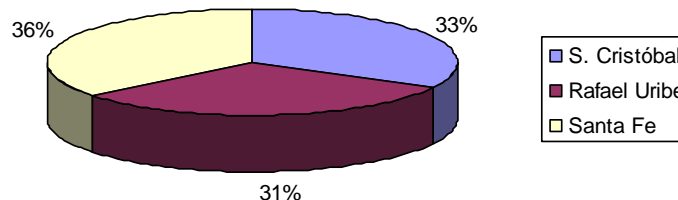


Figura 32: Inversión en mantenimiento por localidades para obras UEL

De manera general, tal como se muestra en la Figura 33, en Bogotá, la localidad que más inversión demanda en mantenimiento es la de Ciudad Bolívar. En segundo plano se encuentran en igualdad de condiciones Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal. Las demás



localidades requieren menor presupuesto por parte de los entes encargados de adjudicar recursos.

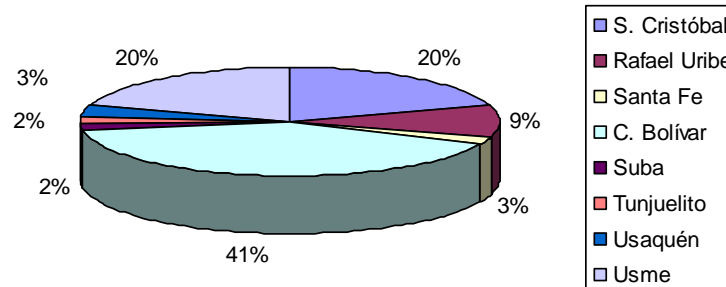


Figura 33: Inversión en mantenimiento por localidades para Bogotá D.C.

3.3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL MANTENIMIENTO

A continuación, se describen algunas especificaciones básicas a tener en cuenta en el momento de efectuar los trabajos de mantenimiento de las obras visitadas. Se han tomado como acciones principales el sellado de grietas y la protección de elementos metálicos, esto debido a que otras actividades como por ejemplo las de limpieza, no requieren mayores detalles en cuanto a sus especificaciones.

3.3.1. Sellado de grietas en muros y mallas mortero.

La mayoría de las obras en que se presentan fisuras o grietas susceptibles a ser rellenadas están constituidas por elementos de concreto o mortero en diferentes configuraciones según las condiciones de cada obra en particular. El sistema a elegir como medida de mitigación, depende de las condiciones de carga, del material que se está reteniendo y del objetivo de la obra.

En la Foto 5, se muestra el caso típico de grietas que se presenta en la mayoría de las obras de protección con malla mortero.



Foto 5: Sector para sellado de grietas (Playón Playitas – Rafael Uribe Uribe)

Según lo observado, las grietas por lo general se presentan en la unión entre la cara del talud y la parte superior del mismo, tal y como se aprecia en la fotografía. En estos casos es importante el control de estas grietas para evitar la entrada de agua al sistema y así controlar el consecuente “descascaramiento” de la protección en mortero colocada sobre el talud.

Se debe tener en cuenta que las soluciones que se basan en el uso de concreto o mortero tienen la desventaja de ser un sistema rígido y por lo tanto no se ajustan muy bien a los niveles de deformación del material retenido, rocas o suelos. Por lo tanto la presencia de algunas fisuras y grietas es algo relativamente cotidiano y que no necesariamente se constituye en el preámbulo de la falla del elemento. Sin embargo se debe tener especial cuidado en la etapa de detección y evaluación de estos fenómenos con el fin de determinar el nivel real de daño y los riesgos asociados a cada fisura o grieta en particular.

3.3.1.1. Diagnóstico

El levantamiento de grietas y fisuras en una obra es un proceso cuidadoso que requiere de una paciente observación y cierto grado de entrenamiento. Frecuentemente las grietas se presentan en puntos donde la vegetación o el paso normal del tiempo han cubierto la estructura o han generado manchas y coloraciones irregulares que hacen



más difícil la labor. Lo más importante en estos casos es no pasar por alto ningún punto o característica irregular.

Al identificar la grieta o fisura se deben analizar varios puntos:

- Magnitud del desplazamiento relativo de cada elemento de la estructura que ha sido separado para así identificar el tipo de esfuerzo que produjo la ruptura del material.
- Verificar si el movimiento ha terminado o continúa, lo que implicaría grietas activas y la posible falla a futuro.
- Efectos de la apertura de grietas, tales como filtraciones, ruptura de geotextil o filtros, lavado de material, asentamientos etc.
- Determinar si la presencia de las grietas identificadas, compromete la estabilidad de la obra.

3.3.1.2. Medidas correctivas

Dado el caso en el que la ocurrencia de fisuras o grietas en la estructura de contención sea un fenómeno atribuido a deficiencias constructivas o a desplazamientos del terreno que no comprometen la estabilidad en general de la obra, es recomendable el sellado de estas aberturas con productos adecuados los cuales se clasifican según el tipo de solución que ofrecen y del problema que se tiene a mano.

Las consideraciones generales antes del sellado son:

- La superficie debe estar totalmente sana y limpia de lechadas, grasa pintura o cualquier otra sustancia que impida la adherencia.
- Se debe remover cualquier parte suelta, mal adherida o contaminada que impida la adherencia por medios manuales o mecánicos; puede ser agua o arena a presión.

Para el sellado y relleno de fisuras, existen varios productos que de manera general se pueden clasificar como:

- **Morteros tixotrópicos:** Se trata de un producto a base de una mezcla de cemento, fibras sintéticas y resinas modificadas. Tienen la característica de ser muy adherentes a superficies horizontales, verticales y de cabeza, siendo muy



aplicables a la reparación estructural del concreto. Debido a su condición tixotrópica son especialmente apropiados para reparaciones de gran espesor, generando buenas resistencias a esfuerzos de compresión-flexión y al desgaste e impacto. Las precauciones de uso y mantenimiento dependen de cada producto.

- **Pastas epóxicas:** Son pastas adhesivas no abrasivas, suaves de alta resistencia y elasticidad, ideales para el relleno de fisuras de poca abertura y protección de refuerzo a la vista. Pueden ser también usadas como mortero de anclaje en pernos y uniones metálicas entre elementos de concreto.
- **Resinas epóxicas:** Son productos especializados en el sellado de grietas inactivas en losas y muros impidiendo la filtración de agua y otras sustancias. También son útiles en el sellado seguro de juntas frías o transiciones entre concreto, mortero, madera, piedra y acero. Tienen la ventaja de poder aplicarse en superficies húmedas o secas y de tener una viscosidad muy baja permitiendo una penetración profunda.

Cada uno de los productos mencionados tiene unas especificaciones en su aplicación que deben ser tenidas en cuenta al momento de su utilización.

3.3.2. Anticorrosivos para anclajes, pernos y malla de gaviones

Los elementos metálicos son partes importantes en algunas estructuras de contención, al punto que la falla de dichos elementos conlleva irremediablemente a la falla del sistema. Este es el caso de los pernos de anclaje y la malla en gaviones cuya ruptura o degradación provoca el desalojo de material y la deformación del talud.

La causa más común del deterioro de elementos metálicos es la corrosión por exposición a la intemperie, siendo éste un fenómeno regulado por otros factores como ataques químicos o esfuerzos mecánicos; este último es el caso particular de la malla de gaviones donde el tránsito peatonal y el vandalismo destruyen el recubrimiento galvanizado permitiendo la formación de focos de corrosión, como se muestra en la Foto 6.



Foto 6: Sector para reparación de malla de gaviones (Barranquillita – Usme)

3.3.2.1. Diagnóstico

La revisión de afectación por corrosión es una labor relativamente sencilla ya que una inspección visual generalmente es suficiente para detectar problemas. En el ejercicio deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar plenamente la causa de la corrosión y el grado de afectación del elemento en cuestión.
- Dependiendo del grado de afectación se debe determinar la necesidad o no de reemplazar el elemento, es decir, la probabilidad de falla del mismo a corto plazo.
- Definir posibles medidas correctivas adicionales a la protección anticorrosiva, de manera que se mitiguen las causas que produjeron la corrosión.

3.3.2.2. Medidas correctivas

Si el deterioro de los elementos metálicos debido a la corrosión no compromete la estabilidad a corto plazo, el paso a seguir es el retiro del óxido y el recubrimiento de la superficie metálica con un producto que lo proteja de los factores externos.



Antes de la aplicación, la superficie debe estar totalmente sana y limpia, seca libre de óxidos, cascarilla de laminación, pinturas en mal estado y demás contaminantes que puedan interferir con la adherencia de la protección. Esto se puede lograr por lo general por medio del "lijado" de los elementos metálicos.

Algunos de los productos tanto para el retiro del óxido como para el cubrimiento de la superficie metálica que se pueden utilizar son los siguientes:

- **Removedores de óxido:** La mayoría de estos productos son constituidos en una base ácida que remueve los restos de óxido, grasas y polvo de manera que se deja el metal listo para ser recubierto con una sustancia protectora.
- **Recubrimientos en Uretano:** Se presentan como esmalte de recubrimiento para elementos metálicos expuestos a ambientes agresivos. Como característica primordial tienen una muy buena resistencia a la abrasión, a los rayos UV y a productos químicos y solventes. Su desventaja radica en que deben utilizarse sobre aplicaciones previas de productos epóxicos.
- **Recubrimiento epóxico:** Estos compuestos vienen como resultado de la mezcla de dos componentes generando una pasta fluida de gran adherencia a elementos metálicos expuestos a la intemperie o a ambientes agresivos. Son muy recomendados para la protección de elementos galvanizados como mallas de gaviones. Su desempeño se incrementa con la inclusión de capas de imprimante epóxico.

De la misma manera, cada uno de los productos mencionados tiene unas especificaciones en la aplicación de los mismos que deben ser tenidas en cuenta al momento de su utilización.



4. PRODUCTO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y PROTOCOLOS PARA EL MANEJO DE LAS OBRAS QUE INCLUYE LAS RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

Como se mencionó anteriormente, lo ideal es que todas las obras se clasifiquen dentro de las acciones de Grado I ya que no tiene sentido establecer un plan de mantenimiento que involucre construcción o reconstrucción de obras. De esta manera, el plan de mantenimiento establecerá acciones que permitan el funcionamiento adecuado de las obras y principalmente consistirá en limpieza de drenajes, poda de zonas verdes y revegetalización como medida de control de la erosión. También se incluye el mantenimiento de los muros anclados y las mallas mortero entre otros.

Para establecer el plan de mantenimiento y debido a que éste consistirá principalmente en velar que las obras funcionen adecuadamente, en especial durante los periodos invernales, se recurrió en primer lugar a un análisis estadístico sencillo de los meses más lluviosos en la ciudad de Bogotá. Se utilizaron los registros proporcionados por el FOPAE desde el año 2000 hasta Julio de 2005 en las estaciones de: DOÑA JUANA, LOGÍSTICA, MICAELA, PARAÍSO, QUIBA, SIERRA MORENA, U. NARIÑO y VITELMA.

En la Tabla 28, se presenta un resumen de esta información en donde se establecen los dos meses más lluviosos de cada año.

Tabla 28: Registro de los dos meses más lluviosos del año en Bogotá D.C.

ESTACIÓN	2001		2002		2003		2004		2005	
	MAX	CONSEC	MAX	CONSEC	MAX	CONSEC	MAX	CONSEC	MAX	CONSEC
DONA JUANA	MARZO	MAY	JUNIO	MAYO	NOV	ABR	OCT	ABR	MAY	ABR
LOGISTICA			MAY	ABR	JULIO	SEPT	JUNIO	OCT	MAY	ABR
MICAELA	JUNIO	AGOST	JUNIO	MAYO	JULIO	NOV	JUNIO	AGOST	MAY	JUNIO
PARAISO	MUY POCA INFORMACION									
QUIBA	MAY	MARZO	MAY	ABR	NOV	OCT	OCT	ABR	MAY	ABR
SIERRA MORENA	NOV	SEPT	ABR	MAY	ABR	OCT	ABR	OCT	MAY	ABR
U. NARIÑO	SEPT	MAY	JUNIO	MAY	ABR	NOV	OCT	JUNIO	MAY	ABR
VITELMA	MARZO	NOV	MAY	JUNIO	NOV	OCT	ABR	JUNIO	MAY	ABR
JUAN REY	MUY POCA INFORMACION									

Con estos datos, es posible elaborar gráfica de frecuencias de los meses más lluviosos en Bogotá para las estaciones utilizadas durante el intervalo de tiempo descrito, la cual se muestra en la Figura 34.

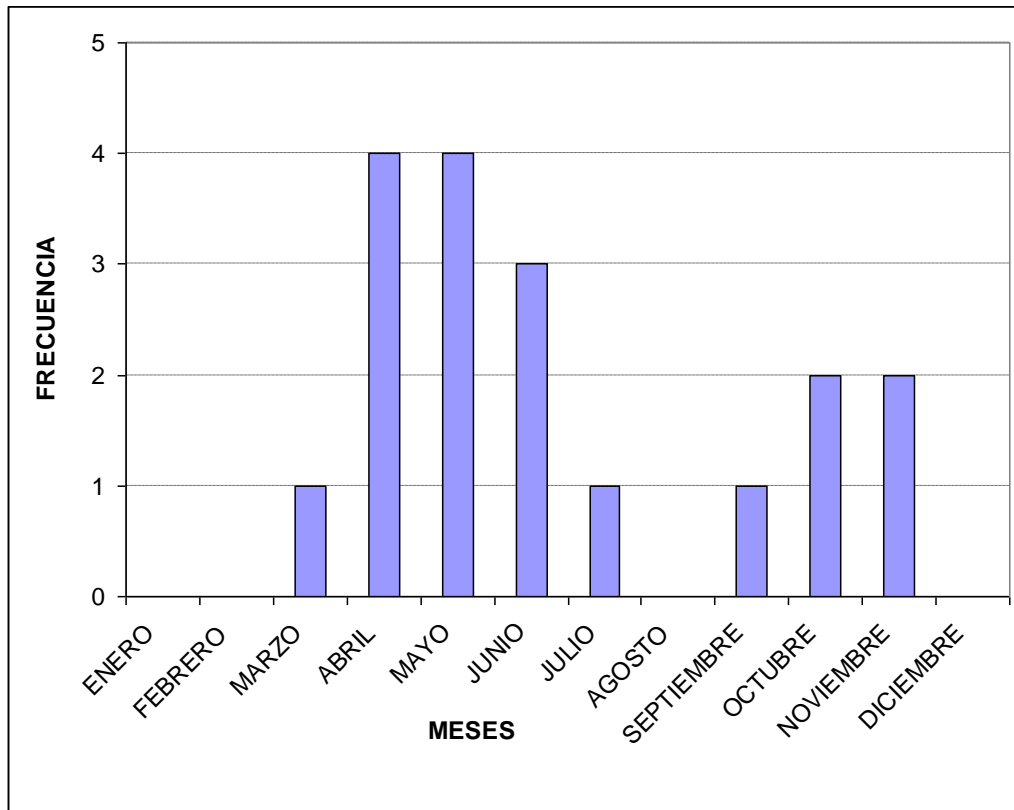


Figura 34: Frecuencia de los meses más lluviosos en Bogotá D.C desde el año 2000

De esta gráfica, se establece que el comportamiento de lluvias se puede dividir en dos periodos al año, en los cuales, para el primer semestre los meses más lluviosos son los de abril y mayo y para el segundo los meses corresponden a los de octubre y noviembre.

Este mismo ejercicio se hizo para las localidades de Ciudad Bolívar, Usme y San Cristóbal. Para la localidad de Ciudad Bolívar, se utilizaron las estaciones de Doña Juana, Quiba y Sierra Morena. En el caso de la localidad de Usme, se recurrió a las estaciones de Micaela y U. Nariño, finalmente en el caso de la localidad de San Cristóbal las estaciones utilizadas fueron Logística y Vitelma.

El resultado para la localidad de Ciudad Bolívar se muestra en la Figura 35. Como se observa en la gráfica, los meses más lluviosos son los de abril, mayo y octubre y noviembre.

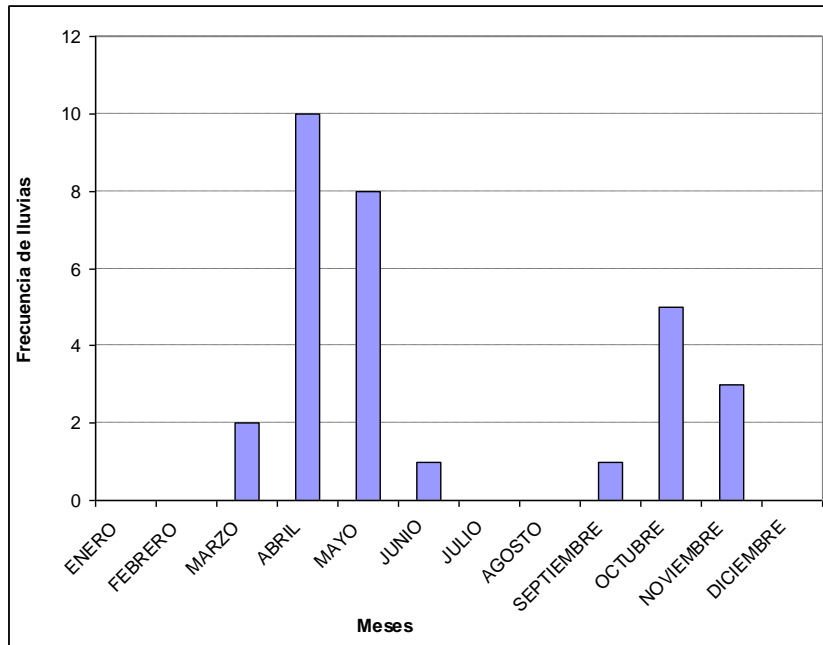


Figura 35: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de Ciudad Bolívar desde el año 2000

Para la localidad de Usme se obtuvo (Figura 36):

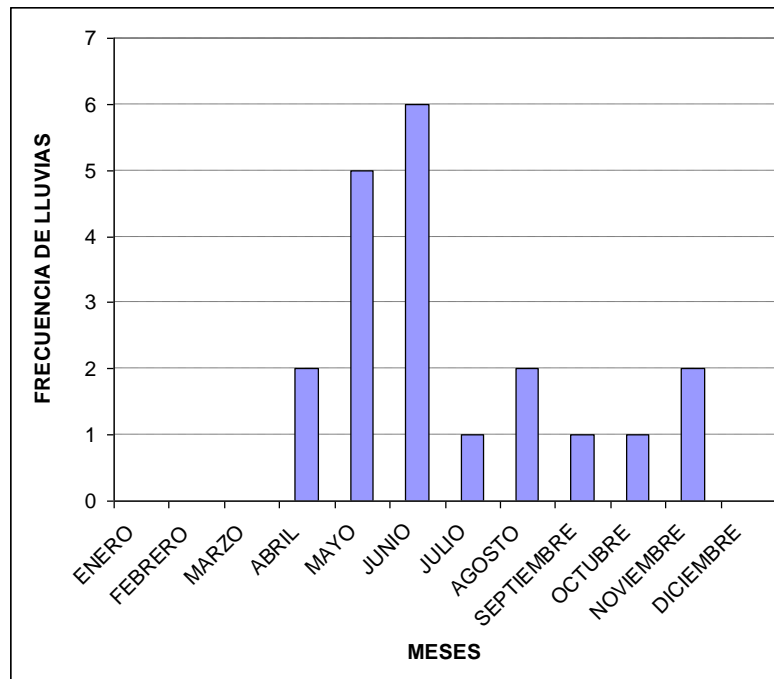


Figura 36: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de Usme desde el año 2000



Finalmente, en el caso de la localidad de San Cristóbal se tienen los siguientes resultados (Figura 37):

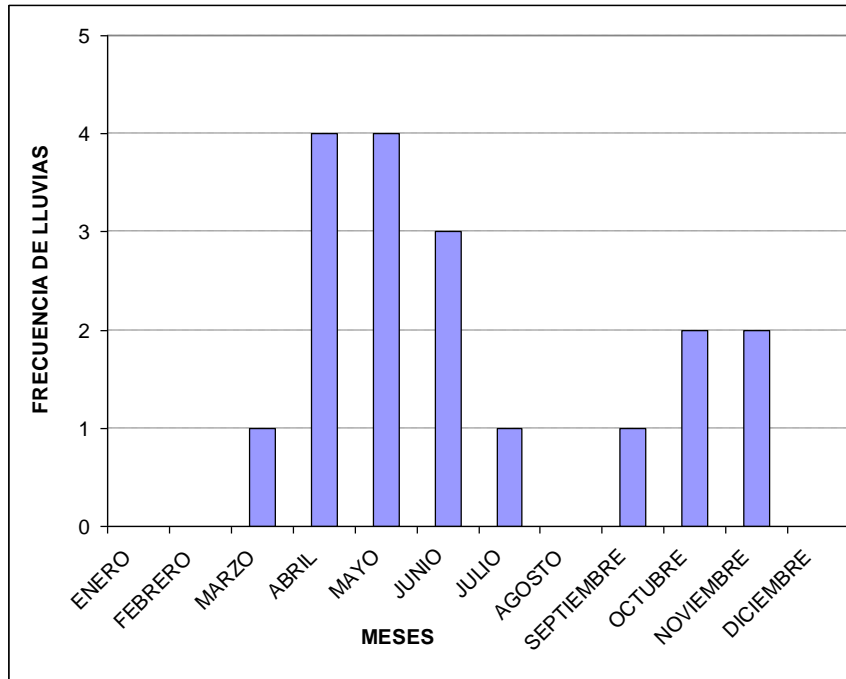


Figura 37: Frecuencia de los meses más lluviosos en la localidad de San Cristóbal desde el año 2000

En términos generales, el comportamiento en las localidades se puede asimilar al comportamiento de todo Bogotá, en donde, como ya se dijo, los meses más lluviosos son Abril, Mayo y Junio en el primer semestre y Octubre y Noviembre en el segundo.

Lo anterior quiere decir que el mantenimiento de las obras se debe hacer de tal manera que éstas se encuentren preparadas para soportar los meses lluviosos, es decir, se recomienda hacer el mantenimiento de obras como tal, durante los meses de Enero, Febrero y Marzo en el primer semestre y Junio, Julio y Agosto en el segundo.

Debido a que la localidad con mayor número de obras es Ciudad Bolívar (28 obras), con niveles de daño desde ninguno a severo, se recomienda priorizar esta localidad, ya que cuatro (4) de las cinco (5) obras que presentan nivel severo se encuentran en esta localidad.

Para efectuar el plan de mantenimiento, se propone el organigrama que se muestra en la Figura 38. La idea general es que estas labores sean contratadas por el FOPAE pero teniendo en cabeza de ellas un Interventor que sí sea funcionario directo de la entidad.

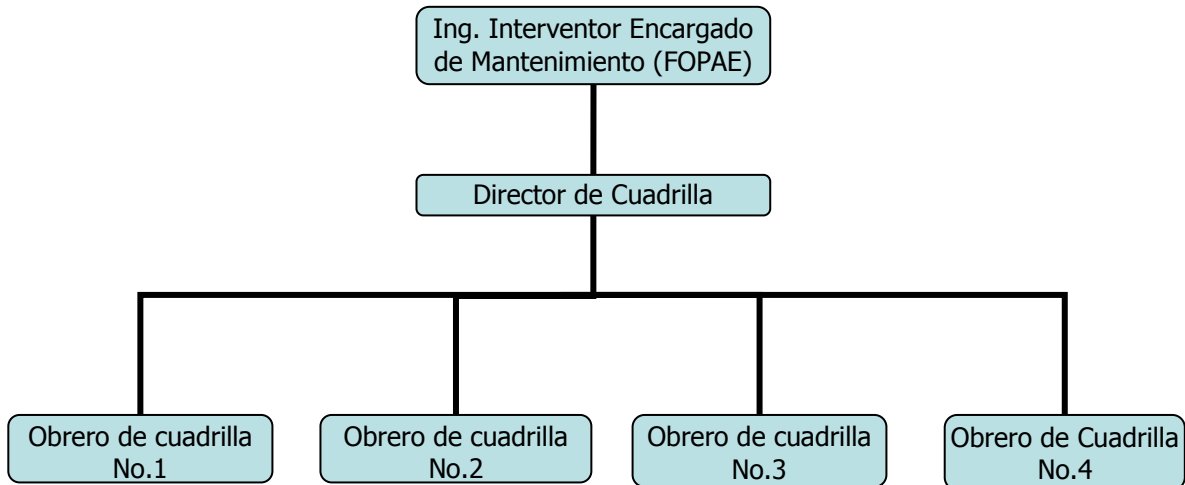


Figura 38: Organigrama propuesto para la ejecución del plan de mantenimiento

Las funciones básicas de este organigrama son las siguientes:

- **Ing. Interventor encargado de mantenimiento (FOPAE):**
Tiene la función de velar por que el plan de mantenimiento se cumpla. Además debe controlar en sí el contrato de mantenimiento con la parte externa. Otra de las funciones importantes consiste en la revisión periódica de las obras para detectar a tiempo fallas o establecer medidas correctivas para actualizar oportunamente los planes de mantenimiento e intervención, a fin de continuar garantizando el funcionamiento adecuado de las obras. Es el encargado además de continuar con la bitácora de seguimiento en el FOPAE, de cada una de las obras, lo cual incluye el manejo digital de toda la información referente a éstas.
- **Director de cuadrilla:**
Esta persona es la responsable del personal de mantenimiento. Con este funcionario, el FOPAE interactúa directamente y coordina las labores, además de servir como un apoyo adicional en el sentido de la recopilación de información de campo tendiente a detectar a tiempo problemas mayores en las obras.
- **Obreros de cuadrilla:**
Estas personas realizarán el trabajo de mantenimiento propiamente dicho, limpieza de los sistemas de drenaje, adecuación de zonas verdes etc.

Inicialmente, se recomienda utilizar el número de cuadrillas que sean necesarias para cumplir a cabalidad con el mantenimiento de todas las obras.



En cuanto a la periodicidad de las labores, se proponen los siguientes intervalos de tiempo para la ejecución de las mismas, mostrados en la Figura 39. Estos intervalos están basados en los regimenes de lluvias explicados anteriormente, entre otras variables. El cronograma mostrado en la figura es anual, por lo cual se sugiere ser aplicado todos los años.

No se descarta la ejecución de algunas labores en los meses que no tienen programación, sin embargo se debe tener en cuenta que las acciones que se pueden ejecutar en estos meses son mínimas.



CONTRATO INTERADMINISTRATIVO N° 512-2004 ENTRE EL FOPAE Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

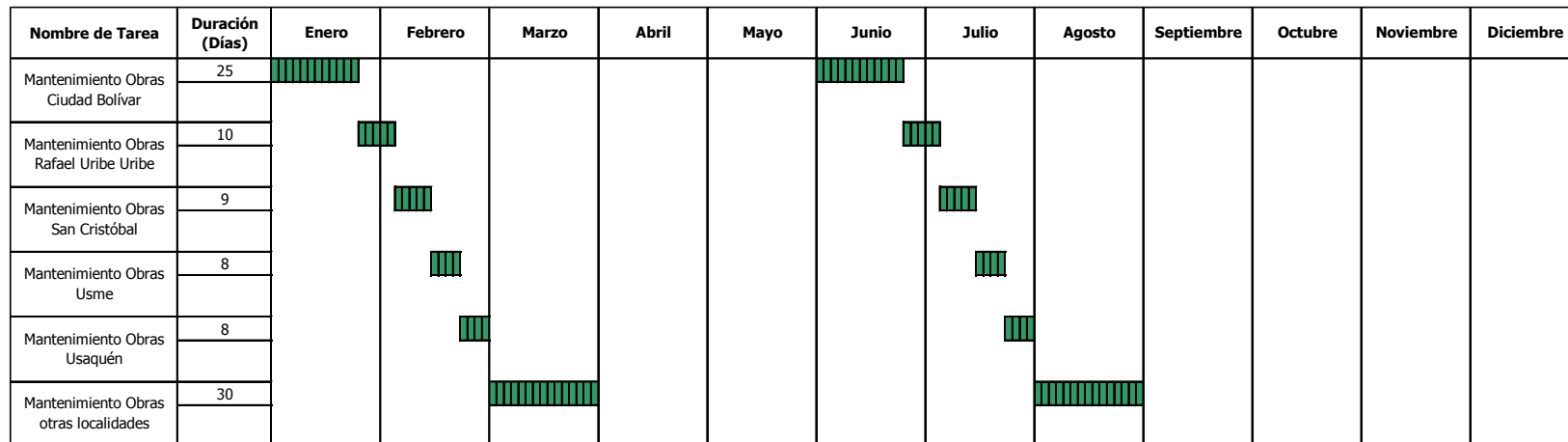


Figura 39: Periodicidad de la ejecución del mantenimiento



5. PRODUCTO IV: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

La gran mayoría de las obras de mitigación se encuentran en las zonas altas de la ciudad, por lo general en áreas que han sido explotadas en el pasado para la extracción de agregados y recibos para la construcción. Los materiales involucrados en la estabilidad corresponden a macizos rocosos con un alto grado de meteorización. Suprayaciendo estos materiales, por lo general se encuentran materiales del cuaternario conformados en su mayoría por suelos *in situ*, depósitos remanentes de caídas de bloques, de deslizamientos y algunos rellenos antrópicos. Además existen coluviones de ladera, principalmente de origen fluvio-glacial.

Las principales Formaciones geológicas involucradas son las Formaciones: Bogotá, Regadera, Usme, Guaduas y el Grupo Guadalupe. Las rocas pertenecientes a estas formaciones, están conformadas de manera muy general por sucesiones de areniscas, arcillolitas y limonitas. El grado de fracturamiento del macizo rocoso es considerable lo que facilita de alguna manera la erosión y desestabilización de estos materiales.

A continuación, se establecen de manera general algunos criterios recomendados para el diseño de obras de mitigación, de acuerdo con los documentos estudiados y las observaciones de campo efectuadas.

5.1. EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Como se mencionó anteriormente, en general el material *in situ* corresponde a rocas altamente meteorizadas. Sin embargo, conservan estructuras heredadas que deben tenerse en cuenta en el momento de los análisis de estabilidad. Por otra parte, la exploración debe realizarse por medio de perforaciones por rotación con recuperación de núcleos en el caso de las rocas meteorizadas para obtener parámetros de resistencia que ayuden a efectuar la clasificación del macizo rocoso. En el caso de los coluviones, debido a la dificultad de la recuperación de muestras inalteradas, se hace necesario trabajar con la matriz de estos materiales que por lo general está conformada por materiales areno-arcillosos.

No es para nada recomendable la ejecución del ensayo de penetración estándar en la roca alterada ya que los parámetros así obtenidos no son representativos. Por otra parte, se recomienda adecuar siempre las perforaciones exploratorias para la colocación de piezómetros ya que por medio de éstos, es posible tener una idea de niveles freáticos y piezométricos, los cuales son útiles en el momento de efectuar los análisis de estabilidad.



En lo que respecta a los ensayos de laboratorio, como es conocido, las compresiones confinadas son útiles en el caso de los procesos no drenados de carga. Su representatividad para el análisis de taludes que van a quedar expuestos por un tiempo considerable es muy cuestionable. Por otra parte, los cortes directos en suelos y rocas son una mejor aproximación a la determinación de los parámetros de resistencia para procesos de carga en condición drenada, la cual se asemeja más a largo plazo, a la conformación de taludes.

A continuación se dan algunas consideraciones a tener en cuenta en el momento de hacer los diseños típicos para las obras de mitigación.

5.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Más que pretender establecer en este documento un manual de diseño, se llama la atención a los puntos claves a tener en cuenta en el momento de efectuar los diseños de las obras. Para algunos profesionales, este capítulo parecerá muy básico; sin embargo lo sorprendente es encontrar que en el terreno se han olvidado o no se han implementado factores obvios para el diseño y la construcción de las obras, por lo cual la medida de mitigación termina en una evidente condición de inestabilidad.

5.2.1. Taludes en roca

Para los taludes en roca, que son la mayoría en el caso de las zonas de riesgo en Bogotá, se recomienda emplear una serie de medidas de estabilización que impliquen en conjunto las mejores condiciones de funcionalidad, las mejores alternativas de facilidad para su construcción, el aspecto económico más favorable y un mínimo impacto ambiental sobre la zona aledaña a la construcción.

Entre las medidas más recomendadas para la estabilización de taludes rocosos encontramos dos grandes grupos:

- Medidas de remoción de material rocoso
- Medidas de refuerzo del talud

Previo a tomar la decisión de la medida a implementar se deben conocer todas las propiedades del macizo rocoso, así como la orientación de sus discontinuidades, las fuentes de agua de infiltración, los mecanismos de falla, la resistencia al corte de la superficie potencial de falla, la densidad de los materiales que conforman el macizo, y la sismicidad de la zona.



5.2.1.1. Remoción del material rocoso

Este tipo de medidas sugiere el retirar las rocas y el material suelto, potencialmente inestables. Presentan la ventaja de ser más favorables económicamente. Sin embargo sólo deben ser aplicadas cuando se tiene la certeza que el nuevo frente del talud será estable posterior a la retirada de material.

La descarga de material es empleada sobre un talud cuando en su parte alta se encuentra roca meteorizada o depósitos de suelo, los cuales debido a su inestabilidad potencial, hace necesaria su remoción. Se debe tener especial cuidado en la delimitación de la zona inestable, ya que el espesor de la capa de roca meteorizada y de suelo puede variar considerablemente en distancias relativamente cortas. La descarga del talud se lleva a cabo por lo general con ayuda de maquinaria pesada o empleando herramientas manuales. En el caso de emplear maquinaria pesada se debe evaluar y controlar el impacto de las vibraciones producidas por ésta sobre el talud.

Este tipo de trabajos se debe llevar a cabo desde la parte más alta hacia la parte más baja con el fin de que la caída de bloques se lleve a cabo por debajo de los operarios.

5.2.1.2. Medidas de refuerzo en taludes rocosos

Cuando un macizo rocoso se ve sometido a algún tipo de relajación de esfuerzos, ya sea inducida por factores naturales o provocada artificialmente, se produce una holgura entre los bloques que lo conforman dando lugar a una disminución en la resistencia al corte de éstos. Una vez ocurre la relajación del macizo el proceso es irreversible, y por tal razón es necesario reforzar el talud para evitar posibles desprendimientos y posteriores caídas de material. A continuación se exponen algunas de las medidas para la estabilización de taludes rocosos.

- **ANCLAJES**

El principio de funcionamiento de los anclajes consiste en la transmisión de tensiones por parte de éstos, directo a la roca intacta dentro del macizo, aportando así una resistencia a la tracción a los bloques potencialmente inestables y confinando todo el conjunto.

En todo anclaje se distinguen tres partes fundamentales (Figura 40): La zona del bulbo de anclaje, la zona libre y la cabeza.

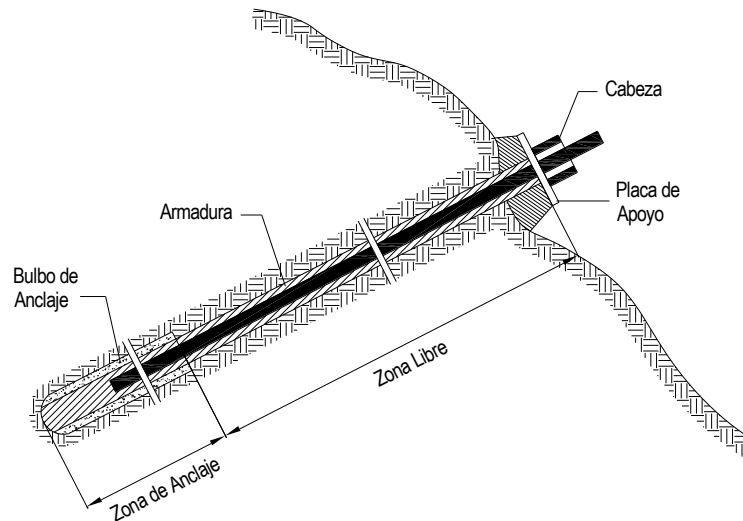


Figura 40: Partes de un anclaje. Modificada de López et al, 1999.

La zona de anclaje transmite los esfuerzos a la roca intacta. Ésta es construida generalmente mediante el sistema de inyecciones de lechada. En el caso en que la roca donde se va a hacer el anclaje presente grietas, se debe proceder a inyectar éstas con algún tipo de aglomerante, generalmente cemento Portland, con el fin de sellarlas y darle continuidad al macizo. La zona libre es la parte que se encuentra separada de la roca mediante camisas de PVC o metálicas para permitir su deformación a la hora de aplicar tensión. Para disminuir la corrosión se deben aplicar inyecciones de cemento o mortero, una vez tensionada la barra. La cabeza es la parte de unión de la barra con la placa de apoyo. Por lo general el acoplamiento entre la placa y la cabeza se realiza mediante pernos en el caso de barras roscadas o mediante conos en el caso de cables.

Los anclajes son estructuras de refuerzo de tipo activo. Estos son tensionados transmitiendo una fuerza al interior del terreno, mientras a su vez, introducen una fuerza estabilizadora y aumentan la resistencia al corte del macizo.

Para diseñar los anclajes, se recomienda elaborar un método en donde se tenga bien claro el modelo de falla del macizo rocoso y el mecanismo de falla de los bloques a anclar. Posteriormente se debe efectuar el diagrama de cuerpo libre de los bloques. Mediante este método, se deben establecer los siguientes requerimientos para el diseño:

- Determinar el ángulo óptimo de anclaje para el tipo de falla analizado.
- Determinar la fuerza total de anclaje, empleando un factor de seguridad adecuado.
- Elegir el número de anclajes necesarios y las dimensiones de los anclajes. El número de anclajes se puede seleccionar dividiendo la fuerza total de anclaje



entre la tensión admisible de cada uno de los elementos (cables o barras roscadas) que se van a emplear en el anclaje.

- Definir el espaciamiento entre anclajes.
- Determinar el tamaño de la placa de apoyo

Aunque no existe en la literatura una metodología única de diseño, algunos autores han logrado establecer unas características mínimas que se deben procurar a la hora del diseño de anclajes con el fin de lograr resultados satisfactorios, posterior a su construcción. En la Tabla 29, se muestran las recomendaciones para el predimensionamiento de anclajes tomadas y adaptadas del U.S. Army Corp of Engineers.

Tabla 29: Recomendaciones de predimensionamiento para anclajes (U.S. Army Corp of Engineers; Modificada)

Parámetro	Reglas prácticas
Longitud mínima	Se elige la mayor de: 2 veces el espaciado entre anclajes 3 veces el espesor de los bloques de roca potencialmente inestables.
Espaciado máximo	Se escoge el menor de: 0,5 · veces la longitud del anclaje 1,5 veces el espesor de los bloques potencialmente inestables.
Espaciado mínimo	De 0,9 a 1,2 m

En lo que se refiere a las tensiones de adherencia, la Tabla 30 es útil para determinar valores de este parámetro.

Tabla 30: Tensiones de adherencia permitidas en los anclajes a base de cemento (Willye, 1980; citado por López et al, 1999)

Resistencia y Tipo de Roca	Tensión de adherencia permitida (MPa)
Resistente	1,05 – 1,40
Media	0,70 – 1,05
Débil	0,35 – 0,70
Granito, Basalto	0,55 – 1,00
Caliza dolomítica	0,45 – 0,70
Caliza blanda	0,35 – 0,45
Pizarras duras	0,30 – 0,45
Pizarras blandas	0,05 – 0,30
Arenisca	0,30 – 0,60
Concreto	0,45 – 0,90



Finalmente, se recomienda diseñar cualquier método complementario de sostenimiento para su empleo conjunto con los anclajes, tales como vigas horizontales, mallas, concreto lanzado, etc. En la mayoría de obras visitadas, se notó a este respecto que las mallas con concreto lanzado y con sistema de anclaje funcionan adecuadamente a diferencia de aquellas que no tienen anclajes, por lo que un buen complemento a los anclajes es el recubrimiento con malla mortero.

- **CONCRETO LANZADO**

Este sistema de refuerzo se utiliza en zonas de roca fracturada y/o degradada. El concreto está compuesto por una mezcla de cemento, agregado fino y grueso, agua y aditivos, la cual es transportada a través de mangueras y lanzada neumáticamente, con una fuerza tal que su impacto provoca la compactación del material. El agregado debe tener una granulometría uniforme y un tamaño superior a 2 cm. Debido a que su función es exclusivamente de protección superficial, se utiliza a veces el empleo de anclajes y/o mallas metálicas como medida de refuerzo para la estabilidad del talud. En lo que respecta al concreto lanzado, se deben tener en cuenta los siguientes puntos para su implementación:

Limpieza adecuada del talud: Antes de ser aplicado, el frente del talud debe ser limpiado. Se debe evitar la presencia de rocas fracturadas, suelo disgregado y vegetación sobre la cara del talud con el fin de garantizar una buena adherencia entre el concreto y la roca.

Proyección de varias capas: El concreto debe ser aplicado con destreza para lograr una uniformidad en la capa del mismo sobre el talud. Se debe procurar una capa superficial de protección de espesor aproximado de 3 cm. En seguida se sugiere la colocación de varias capas hasta obtener aproximadamente 10 cm de espesor. El impacto visual del concreto lanzado es alto, pero se puede mitigar empleando pigmentos para el concreto aplicado en la última capa.

Anclaje sistemático y refuerzo con malla: Según lo observado en las obras, es necesario agregar refuerzo para proporcionar al concreto, resistencia a cortante y a tracción con el fin de evitar agrietamientos y descascamientos para lo cual se puede hacer empleo de malla metálica. Ésta debe ser colocada por encima de la primera capa de 3 cm. Adicionalmente, se recomienda aplicar anclaje al sistema malla-concreto, o simplemente al concreto. El sistema de la malla consiste en una red flexible de acero extendida sobre la superficie del talud, la cual va fijada al macizo mediante el empleo de anclajes. La carga ejercida por el terreno es transmitida a la red y a su vez ésta es transmitida a los anclajes,

hasta alcanzar la zona estable del bulbo del anclaje. En la Figura 41, se muestran algunas aplicaciones de los anclajes con mallas.

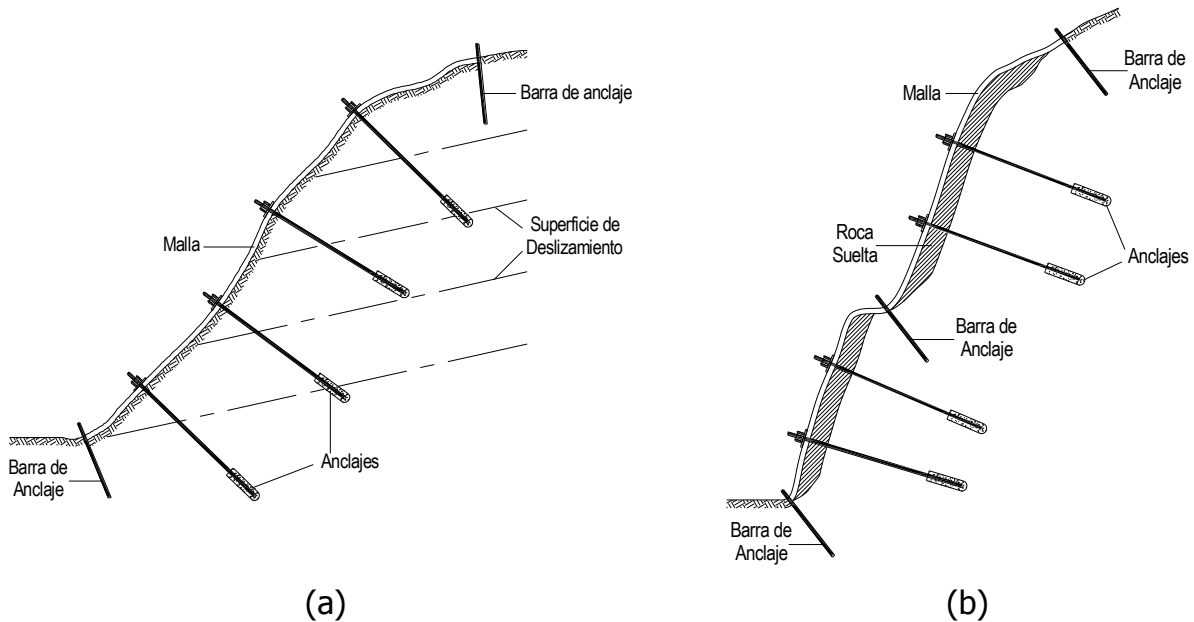


Figura 41: Anclajes con mallas a) Malla anclada en taludes con planos inestables. b) Malla anclada en taludes en roca fracturada. Modificada de López et al, 1999.

Drenajes: Se debe tener la precaución en el momento de aplicar el concreto de no obstruir los puntos de drenaje natural del talud, con el fin de evitar los almacenamientos de agua, los cuales generan empujes adicionales sobre la capa de concreto. Además se recomienda la instalación de sistemas de drenaje artificial como drenes subhorizontales. La colocación de estos drenajes debe hacerse siempre de tal manera que la punta del drenaje quede hacia abajo y no hacia arriba como se observó en muchas obras. Dependiendo de las condiciones de agua en el talud, se debe establecer la profundidad y la separación de estos elementos. La perforación se debe realizar antes de la aplicación del concreto lanzado, colocando tapones en los orificios que puedan ser fácilmente removibles una vez aplicado el concreto.

En la Foto 7, se muestra una de las medidas de mitigación compuesta de anclajes y concreto lanzado que ha tenido resultados adecuados.



Foto 7: Sistema de anclaje con malla y concreto lanzado

5.3. TALUDES EN SUELO

Los métodos de estabilización que se exponen a continuación son algunos de los más apropiados para su aplicación en taludes conformados por los materiales derivados de la meteorización de materiales rocosos, o bien, taludes conformados por suelos.

5.3.1. Descarga de taludes

En lo que se refiere a las recomendaciones de diseño para aplicar la variación de la geometría de los taludes como medida de estabilización, se debe partir de tener un modelo geológico adecuado del talud, involucrando la disposición correcta de suelos y rocas. Por otra parte se debe disponer de una buena base de datos de ensayos de laboratorio máxime si se quiere hacer un análisis de amenaza.

Finalmente, es de práctica común la aplicación de métodos de análisis basados en el equilibrio límite. Se debe tener cuidado en los resultados obtenidos de los análisis de límite inferior por medio de los elementos finitos ya que estos tienden a subestimar el valor del factor de seguridad, en comparación con los obtenidos comúnmente por los



análisis de equilibrio límite, lo cual conduce a su vez a establecer recomendaciones y medidas de mitigación inadecuadas.

Según la información recolectada en el desarrollo de este estudio, se pudo observar que en la práctica común, para el análisis de taludes, se recurre a métodos de equilibrio límite como los propuestos por, Janbu, Bishop, etc.

Adicionalmente y debido al avance de los métodos numéricos para la solución de los problemas en ingeniería, la tendencia actual es el uso de los elementos finitos, siendo estos análisis, métodos de límite inferior. Es sabido que los métodos de límite inferior, en comparación con los de equilibrio límite, tienden a subestimar los factores de seguridad. Por lo anterior, se debe tener bien claro el método de análisis utilizado para no establecer recomendaciones y medidas de mitigación inadecuadas.

La descarga de taludes se emplea con el fin de aliviar el peso de los materiales que lo conforman mediante su remoción, y de esta manera disminuir el efecto de las fuerzas desestabilizadoras. Los diferentes métodos de descarga de taludes tienen la ventaja de ser económicos, siempre y cuando el volumen de material a remover sea relativamente bajo. Sin embargo, presentan una serie de desventajas como lo son la necesidad de botaderos adecuados para el material removido sin generar fuertes impactos ambientales y la necesidad de expropiación en algunos sectores donde se requiere la adquisición de terrenos para la culminación con éxito de la obra. La remoción de materiales de un talud se puede hacer de las siguientes maneras:

- **DESCARGA SUPERIOR DEL TALUD**

Dentro de los métodos de descarga de taludes existe en principio el de descarga superior del talud, el cual consiste en la retirada de grandes cantidades de material de la parte superior del talud cuando existen superficies potenciales de falla (Ver Figura 42). El método permite un aumento en el factor de seguridad al reducir las fuerzas actuantes sobre el talud.

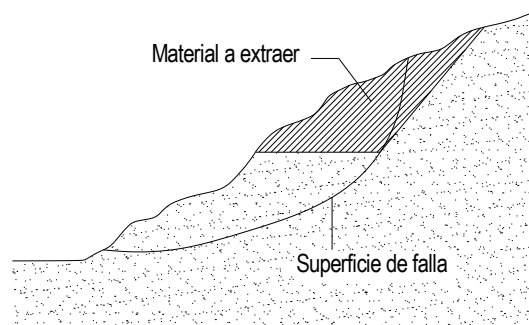


Figura 42: Descarga superior del talud. Modificada de López et al, 1999



- **TENDIDO O PERFILADO DE TALUDES**

El método de perfilado de taludes es un método bastante económico. Este método además de disminuir las fuerzas desestabilizadoras debido a la remoción de material, aumenta el área de la superficie potencial de falla, distribuyendo los esfuerzos sobre una mayor superficie y dando mayor estabilidad al talud (Ver Figura 43).

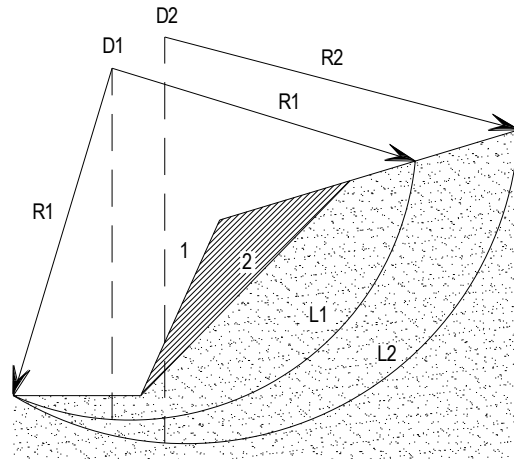


Figura 43: Perfilado de taludes. Modificada de López et al, 1999.

- **BANQUEADO O TERRACEO DE TALUDES**

El objetivo del terraceo consiste en modificar morfológicamente un talud de gran altura, convirtiéndolo en varios taludes de menor altura (Figura 44). Las bermas generadas con el terraceo deben contar con el ancho suficiente para evitar la caída de bloques de un nivel a otro. Este método presenta la ventaja de un bajo costo tanto de construcción como de mantenimiento, además de permitir la revegetalización del terreno una vez reconformado.

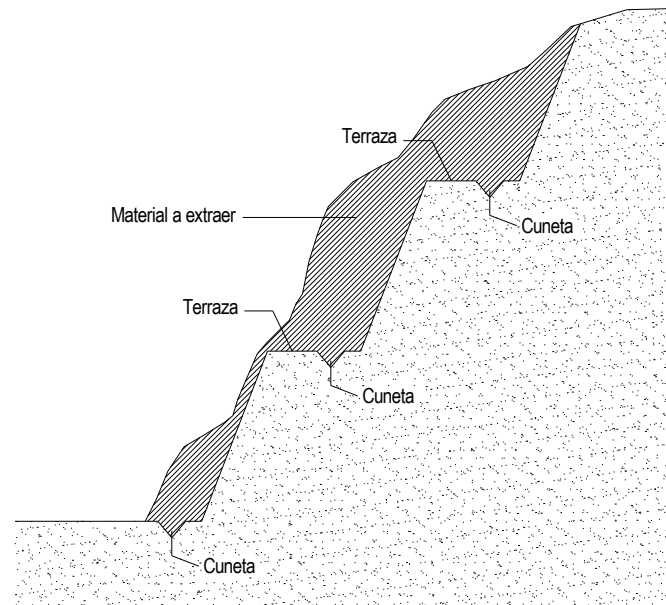


Figura 44: Terraceo de taludes. Modificada de López et al, 1999.

5.3.2. Muros

La función de los muros es la de contrarrestar las fuerzas desestabilizadoras, mediante la aplicación de una fuerza resistente. Los muros se pueden construir como medida de protección o como medida de contención, siendo ésta última la de mayor aplicación en nuestro medio. Existen varios tipos de muros cuya elección depende del plazo de ejecución de las obras, el espacio disponible en obra para su construcción y el presupuesto destinado para la estabilización del talud. A continuación se mencionan las recomendaciones generales de diseño.

Por lo general, estas estructuras se diseñan utilizando alguno de los métodos de equilibrio límite, en los cuales no se puede predecir con anterioridad los niveles de deformación de la estructura. Esto se debe a que las fuerzas que actúan en el muro son indeterminadas por lo que las ecuaciones de equilibrio son insuficientes teniendo el diseñador que asumir algunas de ellas para efectuar los cálculos. Por lo general, se asume que el estado de falla se presenta por una superficie de falla dada y la fuerza de corte sobre esa superficie se toma como la resultante de corte del suelo que falla. Para que esto no se presente, se hace uso de los factores de seguridad.

Para realizar un buen diseño, es necesario establecer de manera adecuada los valores de los parámetros de resistencia ya que por lo general a partir de éstos, se calculan los diferentes coeficientes de presión de tierras, activo, pasivo y en reposo.



En el momento mismo del cálculo, es necesario revisar la estructura ante:

- Volteo
- Deslizamiento
- Capacidad portante
- Capacidad estructural

Además en los cálculos se debe tener en cuenta las cargas externas como sobrecargas en la corona del muro, los empujes debidos a las presiones de poros dependiendo el comportamiento hidrogeológico de las áreas en donde se va a colocar la estructura y las fuerzas actuantes sobre las estructuras debidas a los sismos.

A continuación, se ilustran los casos más comunes de tipos de muro en nuestro entorno y en las obras visitadas.

5.3.2.1. Muros en concreto

Para la construcción de estos muros es necesario el empleo de formaleta. Estos pueden o no llevar refuerzo. En el primer caso se conocen como muros reforzados y en el segundo como muros de gravedad. En éstos últimos el peso propio del muro actúa como elemento estabilizador y su relación H/B está entre 1,5 y 2 (López et al, 1999). Su construcción es sencilla y su costo es bajo si son de baja altura. Su aplicación es limitada en taludes de gran altura debido al incremento notable en los costos ($H/B \approx 2$). Adicionalmente, este tipo de muros no están diseñados para resistir tracciones por lo cual se debe tener mucha precaución a la hora de su elección. Para el caso de los muros reforzados, resisten tracciones debido a la presencia de acero en su interior. Algunas veces se utilizan contrafuertes o plataformas para brindar mayor estabilidad al muro. De manera general, las partes de un muro en concreto se ilustran en la siguiente Figura 45.

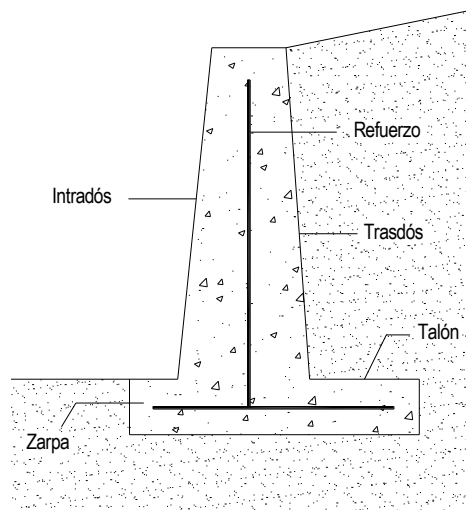


Figura 45: Partes de un muro en concreto. Modificada de López et al, 1999.

5.3.2.2. Muros en llantas

Los muros en llantas son una técnica que se ha venido implementando satisfactoriamente en Estados Unidos, así como en algunos países europeos. Son funcionales en la medida que sean construidos de una manera adecuada, ya que además de ser aptos para la estabilización de taludes en suelo, fomentan el reciclaje de materiales de difícil almacenamiento y biodegradación como las llantas usadas. Esto hace que su costo sea muy bajo ya que su materia prima es de fácil adquisición. Adicionalmente el método permite la revegetalización del talud una vez estabilizado generando un impacto ambiental más reducido con respecto a otros métodos.

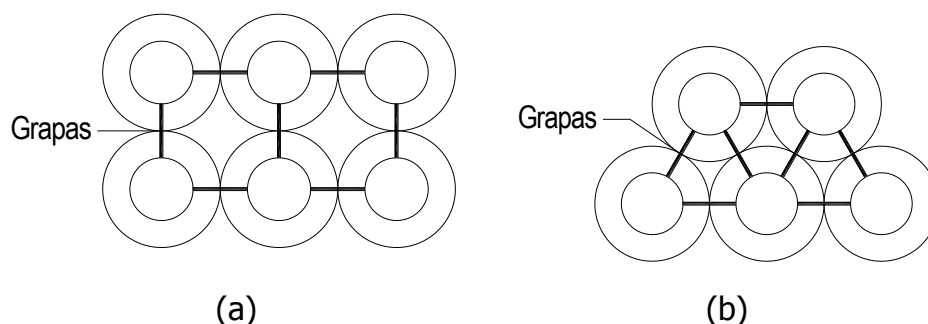


Figura 46: Colocación de las llantas. Modificada de López et al, 1999.

Las llantas se deben colocar en filas dobles acomodadas, ya sea en forma cuadrada en cada nivel (Figura 46 (a)) o bien en forma intercalada generando triángulos (Figura 46 (b)). A su vez cada llanta va anclada a cada una de las que se encuentran en contacto mediante una grapa de acero. Es necesario que las hileras de llantas sean colocadas



una encima de la otra dejando la hilera superior a una mayor distancia hacia el interior del talud, como se puede apreciar en la Figura 47. Es además adecuado introducir anclajes mediante el uso de vigas metálicas que atraviesen las diferentes filas de neumáticos, de manera que en caso de existir una deformación, el conjunto trabaje como un todo. Los huecos de las llantas deben ser rellenos con material seleccionado. Cuando la superficie libre de las filas lo permite, se puede emplear adicionalmente la arborización del muro con el fin de lograr un adecuado entorno con el medio ambiente circundante a la obra.

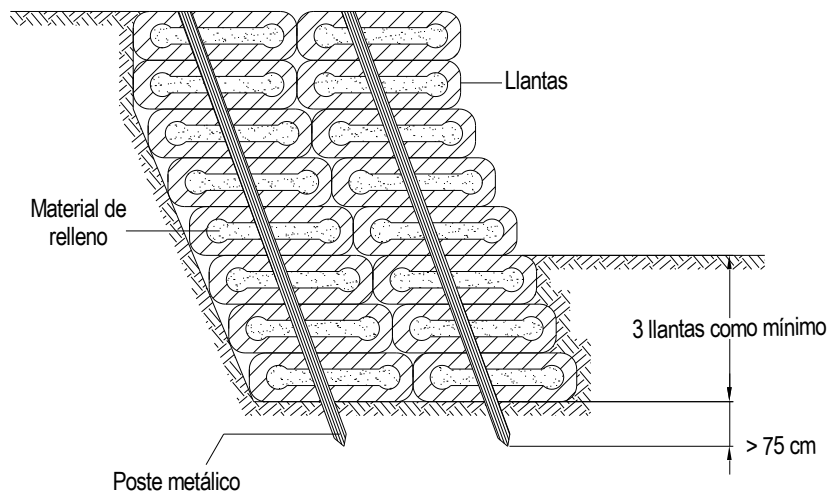


Figura 47: Esquema de un talud protegido con muro en llantas. Modificada de López et al, 1999.

A este respecto, de las dos obras visitadas que tienen este sistema, solamente una de ellas presenta un entramamiento adecuado, similar al presentado en la figura anterior por lo que su comportamiento ha sido aceptable; se trata del muro construido en el barrio Villas del Recuerdo como se muestra en la Foto 8.



Foto 8: Muro en llantas funcional (Barrio Villas del Recuerdo - Rafael Uribe Uribe)

Por otra parte, se tiene otro muro en llantas en el barrio San Joaquín del Vaticano, el cual no tiene ningún tipo de entramamiento ni de amarre entre llantas, además de encontrarse cimentado en condiciones muy precarias. En la Foto 9 se muestra una panorámica general de dicha obra.



Foto 9: Muro en llantas con fallas. (San Joaquín del Vaticano - Ciudad Bolívar)

Siempre y cuando este tipo de muros se diseñen siguiendo como mínimo las recomendaciones dadas en párrafos anteriores, se recomienda su implementación. De lo contrario son un factor que inclusive puede aumentar el riesgo de daño sobre las viviendas y otras estructuras.

5.3.2.3. Muros en tierra armada

Son muros contruidos con capas de material de relleno. Entre cada capa se colocan materiales que permitan aumentar la fricción en la cara del talud, aumentando así su resistencia al corte, y de esta manera su estabilidad. Dentro de los elementos empleados como refuerzo los más utilizados son los geotextiles. El método presenta un proceso constructivo bastante sencillo y rápido. No presenta restricciones en cuanto a sus dimensiones. El éxito de la estabilización depende principalmente de dos factores: el primero es que la fricción entre los elementos de refuerzo y el material de relleno debe garantizarse y el segundo es que los elementos de refuerzo deben colocarse de manera calificada, y en una adecuada proporción para evitar la rotura interna del muro. En las obras visitadas, la observación general que se tiene es la degradación del geotextil de la cara del talud debida al paso del tiempo y a aspectos climáticos. Lo anterior perjudica la estabilidad a largo plazo del muro en el sentido de que la erosión que se comienza a presentar va dañando los elementos de refuerzo. Un esquema de la conformación de este tipo de muros se muestra en la Figura 48.

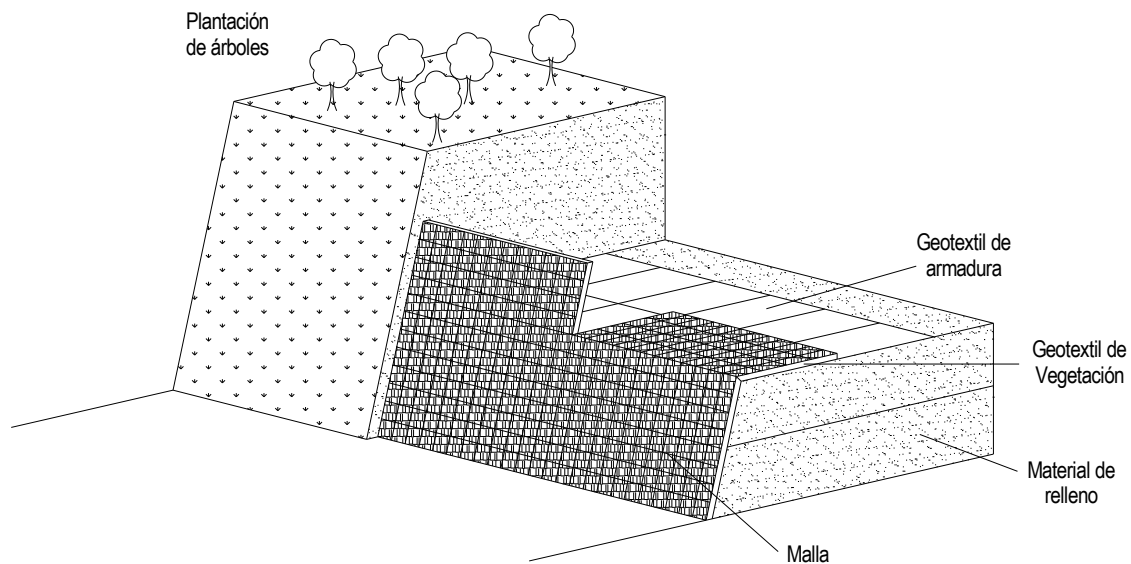


Figura 48: Esquema de muro en tierra armada con geotextil como refuerzo. Modificada de López et al, 1999.

5.3.2.4. Muros en gaviones

Los muros en gaviones consisten en mallas galvanizadas dispuestas como cajones, en las cuales se introduce material de relleno como piedras. Las mallas más comúnmente empleadas son las de triple torsión y el tamaño de su abertura varía según el fabricante, así como su diámetro y resistencia a la tracción. El galvanizado tiene la función de proveer una buena adherencia entre mallas y entre la malla y el material de relleno. Así mismo, es el encargado de proteger la estructura contra la corrosión.

No es conveniente combinar diferentes tipos de material de relleno ya que no todos poseen la misma densidad y resistencia y se pueden generar concentraciones de esfuerzos, provocando el colapso del gavión. Los materiales deben ser de un alto peso específico sin incurrir en sobreestimaciones que puedan colapsar la estructura y su tamaño debe ser 1,5 veces mayor que la abertura de la malla. Las cajas deben mantenerse rígidas con ayuda de bastidores, los cuales actúan como tirantes. Adicionalmente cada malla deber ir amarrada a su subsiguiente empleando alambre galvanizado.

En la Figura 49 se presentan algunos esquemas típicos para configuraciones de muros en gaviones.

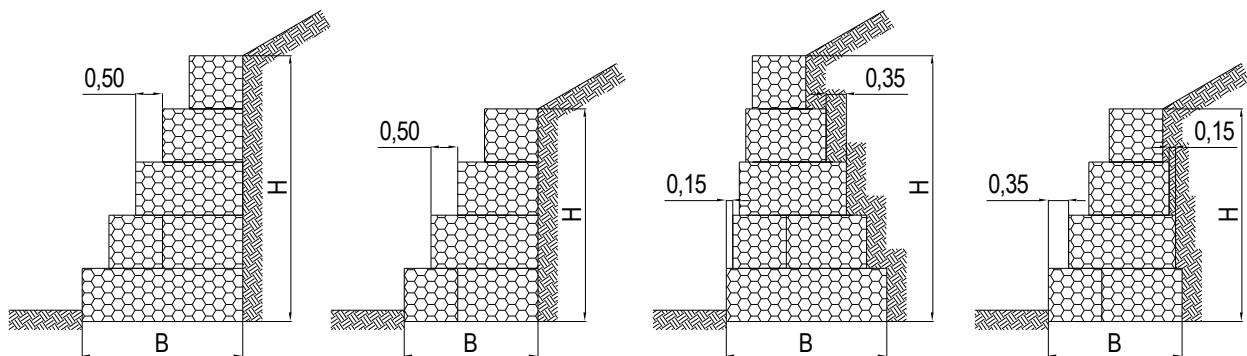


Figura 49: Secciones típicas de muros en gaviones. Modificada de López et al, 1999.

Se llama la atención a que en las obras visitadas, se observó que varios muros en gaviones no cuentan con un entramamiento adecuado, facilitando la aparición de superficies de debilidad. La recomendación a este respecto consiste en que el diseño debe garantizar el entramamiento del gavión en cualquiera de las direcciones que se analice. En la Foto 10, se muestra un ejemplo de la falta de entramamiento del gavión en el sentido longitudinal del mismo.



Foto 10: Entrabamiento inadecuado de gavión

5.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE CRITERIOS DE DISEÑO

En general, no es posible descartar un tipo particular de obra como medida de mitigación ya que toda obra puede ser viable siempre y cuando se cumpla con todos los requerimientos de diseño y constructivos que sean necesarios para garantizar el funcionamiento adecuado de ésta. Sin embargo, de todos los sectores visitados se pueden recomendar los siguientes aspectos a tener en cuenta:

- **Concreto lanzado:** No se recomienda la protección y estabilización de los taludes solamente por medio de malla con concreto lanzado. En lo posible esta medida debe ser el complemento de un tratamiento de los taludes con anclajes.
- **Muros en gaviones:** El entramamiento de los muros en gaviones debe garantizarse en todas las direcciones del gavión, no solamente en sentido vertical sino que también se debe entrabar en sentido longitudinal.



- **Flexoadoquín:** No es recomendable la utilización del llamado flexoadoquín para el recubrimiento de cauces, esto debido a que este sistema es muy delicado en el sentido de que las piedras o elementos de desecho, arrojados a los cauces rompen los dados del flexoadoquín, generando todo un proceso de degradación que termina con la destrucción total del recubrimiento del cauce.
- **Muros en tierra armada:** Se debe garantizar la protección del geotextil que queda expuesto en la cara de los taludes luego de la construcción de un muro en tierra armada. Estas medidas de protección deben establecerse para garantizar a largo plazo el funcionamiento adecuado del muro.
- **Muros en llantas:** Los muros en llantas deben cumplir con los requerimientos de diseño de un muro por gravedad. Además se debe garantizar el correcto entramamiento de las llantas en todas las direcciones; en lo posible se deben utilizar elementos metálicos en el centro de las llantas para darle una rigidez adecuada al sistema.
- **Drenes:** Los drenes subhorizontales se deben colocar de tal manera que tengan una pendiente hacia abajo. Por lo general en algunas obras estos elementos quedan hacia arriba dificultando la evacuación del agua por detrás de los muros, esto debido a que por lo general esta agua no se encuentra a presión.
- **Cunetas:** Cuando se construya un sistema de drenaje, se debe garantizar el funcionamiento de todo el sistema hasta la entrega final del mismo. En algunas obras se encontró que muchas cunetas no tenían descoles adecuados o se tenían entregas en la mitad de los taludes con los consecuentes daños por erosión.



6. PRODUCTO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN BASE Y GEOREFERENCIADO PARA EL SEGUIMIENTO PERIÓDICO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN.

Como quinto producto del proyecto se entrega una base de datos georreferenciada que contiene la información de las diferentes etapas del proyecto, a saber: información preliminar y de estudios, datos de las visitas de campo, valoración de los criterios de diagnóstico y acciones y cronogramas de mantenimiento. Estos datos se presentan en una base de datos de Access que dispone de interfaces para introducir la información (formularios), tablas y subtablas de almacenamiento, y formas de salida conocidas como informes. También se entregan las correspondientes capas de Arcview con la ubicación de las obras asociada a la información anteriormente mencionada. El desarrollo de estos productos comprendió las siguientes actividades.

6.1. MODELAMIENTO CONCEPTUAL

Consiste en la formulación de la estructura de la base de datos mediante la construcción de un modelo entidad – relación en el cual se definen los lineamientos para almacenar y manejar las entidades y atributos que constituyen el SIG. El modelo entidad relación se muestra en la Figura 50 y puede explicarse de la siguiente manera: En la creación de una base de datos existen muchas maneras de disponer la información. Generalmente, se organiza mediante la agrupación de datos de características similares. Por ejemplo, en esta base de datos existen tablas como datos generales, información de estudios e información de campo y otras subtablas que agrupan datos similares para muchos registros, es decir, la totalidad de las obras. Estas tablas y los datos que ellas contienen conforman las entidades, entre las cuales se dan relaciones o correspondencias. La relación entre entidades consiste en la atribución de propiedades, o datos secundarios a un dato principal.

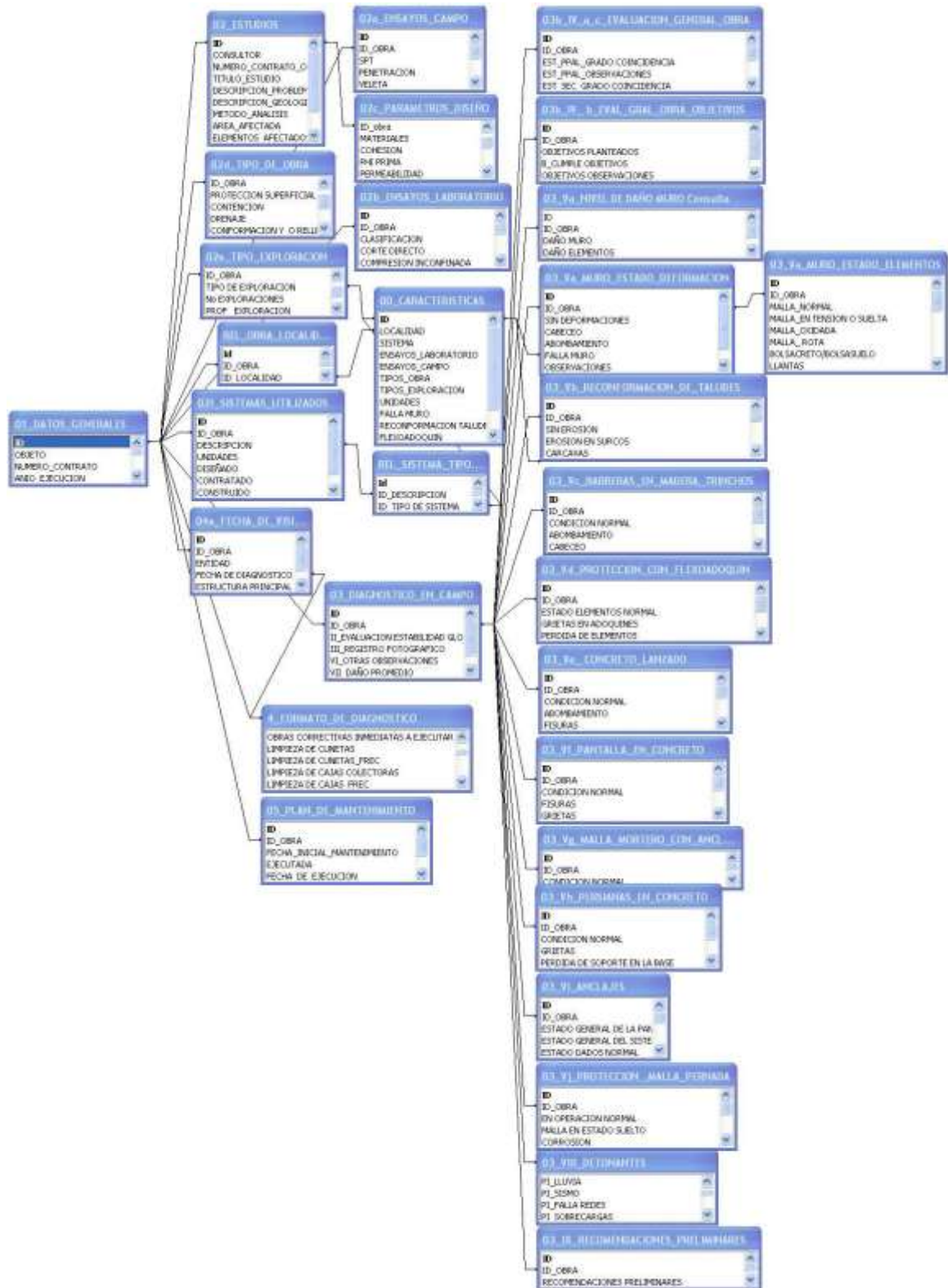


Figura 50: Modelo entidad relación para la base de datos del FOPAE



6.2. DISEÑO LÓGICO

Corresponde a los diseños de las relaciones entre los datos, es decir, la forma en la que existe correspondencia e influencia entre las diferentes entidades lógicas que constituyen un dato.

6.3. DISEÑO FÍSICO

Dentro de esta actividad se concibió la base de datos, tomando como referencia los puntos anteriores.

6.4. NORMALIZACIÓN DEL MODELO ENTIDAD -RELACIÓN

Esta actividad consiste en la optimización de la relación de los datos para evitar redundancias perjudiciales en cuanto al funcionamiento de la base de datos diseñada en el punto anterior

6.5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE APLICACIONES

Con el fin de hacer más amigables la introducción, modificación, consulta e impresión de la información para el usuario de la base de datos, se construyeron aplicaciones que guían al usuario a través de la base de datos. En la Figura 51 se presenta la interfaz de inicio de la base de datos y en la Figura 52, la interfaz de ingreso de datos generales. En la Figura 53 se aprecia el formulario de ingreso de la información de campo, en la Figura 54 un ejemplo del formato de salida de esta información de diagnóstico y en la Figura 55 la continuación del mismo ejemplo de información recopilada en los estudios de las obras de mitigación.



Figura 51: Interfaz de inicio general de la base de datos



Figura 52: Interfaz de inicio de la consulta de información general, visita de campo, diagnóstico y estudio, relacionados con cada obra



DATOS GENERALES

FORMATO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR DE OBRAS

Obra ID: 4 CONTRATO: G-895-129-88 CONTRATISTA: LUIS FELIPE HERRERA GUDMAN

OBJETO: Muro de protección, excavación, empalizada, recibo compactado, Margén Izquierda Quebrada Chigazaca entre Cms. 7 Este y 7A Este DURACIÓN EN MESES: []

AÑO DE EJECUCIÓN: 1990 INTERVENIOR: FERNANDO GARCIA MONZÓN

DIRECCIÓN: entre Cms. 7 Este y 7A Este CONTRATO INTERVENTORA: []

LOCALIDAD: SAN CRISTÓBAL DURACIÓN INTERVENTORA MESES: []

BARRIO: NUEVA GLORIA COSTO: \$ 27,415,364.00

LPZ: []

Estudio CONTRATO CONSULTORIA: C-1313-112-97 CONSULTOR: PROYECTA - OMBLES - HIDROCONSULTA

TÍTULO: Estudios y diseños de estabilización de taludes, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de diferentes tipos de la cuenca de la Quebrada Chigazaca Sitio 63 Nueva Gloria DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: 1. Inestabilidad del talud: erosión lateral y socavación por acción de la corriente, provocando un deslizamiento translacional en el talud izquierdo. Aguas arriba, la quebrada erosió el suelo con la posibilidad de producir un nuevo deslizamiento.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA: La quebrada ha estado su cauce en las arenillas de la Formación Bogotá, las cuales están cubiertas por materiales de origen fluvio-glacial. El flanco derecho es de mayor altura y es conformado por materiales aluviales. La margen izquierda es escarpada, más alta y con más pendiente. El material conglomerático fluvio-glacial se cubre por escombros.

ELEMENTOS AFECTADOS: []

ÁREA AFECTADA: []

ENSAYOS DE CAMPO: SPT PENETRACION MILETA PERFIL ELECTRODO OTRO

ENSAYOS DE LABORATORIO: CLASIFICACIÓN CORTE DIRECTO COMPRESION INCONFINADA CONSOLIDACION ID TRIAXIAL PERMEABILIDAD OTRO

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

TIPO DE EXPLORACION	No	PROF (m)
▶ SONDEOS	2	9.0
TRINCHERAS	1	

PARAMETROS DE DISEÑO

MATERIALES	CÓDIGO	PHI	PRIM	PERME	PESO	SPT	OTRO	No
▶ Relleno con materiales de construcción y basuras con material arcilloso							RPR	3.75
Limo negro orgánico con raíces y fragmentos de arenisca							RPR	2.0
Limo carnuelito con grava y raíces					1.814		qu	1.174
Depósito fluvial glacial: Cantos de arenisca en material arcilloso								

METODO DE ANÁLISIS: Hidrología Chow (1964)

Diseño

TIPO DE OBRA: PROTECCION SUPERFICIAL DRENAJE OTRO
CONTENCION CONFORMACION Y/O RELLENO

021-SISTEMAS UTILIZADOS

DESCRIPCION	UNIDAD	DISENADO	CONTRATADO	CONSTRUIDO
▶ RETIRO DE BASURAS	M3	320	320	
EXCAVACION	M3	442	350	
MURO EN PIEDRA PEGADA	M3	24	35	
RELLENO EN RECEBO COMPACTADO	M3	80	80	
EMPRADIZACION	M2	700	630	

OBSERVACIONES: En un aparte del estudio se recomienda muro en gaviones y al final un muro en piedra pegada.

Registro: 14 de 100

Figura 53: Interfaz del formato de recolección de información de estudios y construcción



FORMATO DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR DE OBRAS

Obra

ID: CONTRATO: AÑO DE ELECCIÓN: COSTO:

OBJETO:

DIRECCIÓN: LOCALIDAD:

CONTRATISTA: BARRIO:

INTERVENIOR: DURACIÓN EN MESES:

UPZ: CONTRATO INTERVENTORA:

DURACIÓN INTERVENTORA MESES:

Estudio **CONTRATO CONSULTORIA**

CONSULTOR:

TÍTULO:

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA:

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

TIPO DE EXPLORACIÓN	No	PROF. (m)
COLUMNA ESTATIGRAFICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PARAMETROS DE DISEÑO:

ENSAYOS DE CAMPO

SPT

PENETRACION

VELETA

PERRIL ELECTRICO

OTRO

ENSAYOS DE LABORATORIO

CLASIFICACIÓN

CORTE DIRECTO

COMPRESION INCONFINADA

CONSOLIDACION 1D

TRAXIAL

PERMEABILIDAD

OTRO

ELEMENTOS AFECTADOS:

AREA AFECTADA:

METODO DE ANÁLISIS

-Clasificación Mecizo = Metodología RMR (Bienavehy)

-Análisis de estabilidad por volteo de planos de depósitos cuaternarios y por caída de bloques sueltos.

-Análisis probabilístico

Figura 54: Formato para imprimir la recopilación de información base de los estudios



Diseño

TIPO DE OBRA

PROTECCION SUPERFICIAL <input checked="" type="checkbox"/>	D RENAJE <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>
CONTENCIÓN <input checked="" type="checkbox"/>	CONFORMACION Y/O RELLENO <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>

SISTEMAS UTILIZADOS

DESCRIPCION	UNIDADES	DISENADO	CONTRATADO	CONSTRUIDO
CUNETAS	ML	290	290	264
EXCAVACION EN ROCA	M3	0	122.86	122.86
REMOCIÓN DE BLOQUES	M3	6	179	126
FILTRO FRANCÉS	ML	30	30	8
PERSIANA DE CONCRETO	UND	49	36	36
ARBORIZACION	UND	71	71	71
CERRAMIENTO EN MALLA	ML	120	120	120
MALLA DE SOSTENIMIENTO	M2	350	350	386
EMPRADIZACION	M2	2500	2000	2013
EXCAVACIÓN CON EXPLOSIVOS	M3	0	0	84
CONCRETO CICLÓPEO	M3	0	0	71.52
VIGA EN CONCRETO 2500 PSI	M3	0	0	16.36
TUBERÍA GRES	ML	0	0	35.3
DESCARGA DE ROCA	M3	32	0	0

OBSERVACIONES

Figura 55: Continuación de formato para imprimir la información de diseño y construcción de las obras

En la Figura 56 y en la Figura 57 se observa el formato de diagnóstico en campo y en la Figura 58 el formato de diagnóstico final.



DIAGNOSTICO EN CAMPO

FORMATO DE DIAGNÓSTICO EN CAMPO

I. IDENTIFICACIÓN ID: NUMER DE CONTRATO: G-1052-154-98

OBJETO: Muro en piedra pegada con lloraderos y reforzado con pemos de 3/4" anclados al talud

DIRECCION: Cra. 12A No. 49-32 sur

LOCALIDAD: RAFAEL URIBE URIBE

BARRIO: MARCO FIDEL SUAREZ

II. EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD GLOBAL Y DEL ENTORNO

EVALUACION: Condición estable

ESTABILIDAD GLOBAL:

OTRAS OBSERVACIONES:

IV. EVALUACIÓN GENERAL DE LA OBRA (Chequeo de puntos principales)

a. Verificación entre la obra planteada en el estudio y la efectivamente construida

GRADO DE COINCIDENCIA	OBSERVACIONES
ESTRUCTURA PRINCIPAL <input type="text"/> 60	No se encontraron pemos
GRADO COINCIDENCIA ESTRUCTURAS <input type="text"/> 100	

PROBLEMAS ADICIONALES ATRIBUIBLES A LA OBRA DE MITIGACION CONSTRUIDA:

b. La obra construída cumple los objetivos planteados en el estudio

OBJETIVOS PLANTEADOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
▶ Contención	<input checked="" type="checkbox"/>	
* <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

V. EVALUACIÓN DETALLADA DE LA OBRA

A. MUROS - ESTADO DE DEFORMACIÓN GENERAL DEL MURO

SIN DEFORMACIONES CABECEO ABOMBAMIENTO FALLA MURO:

OBSERVACIONES:

ESTADO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MURO

MALLA	ESTADO NORMAL <input type="checkbox"/>	BOLSACRETO/ BOLSASUELO	<input type="text"/>	AGREGADO	ESTADO NORMAL <input type="checkbox"/>
	EN TENSION O SUELTA <input type="checkbox"/>		<input type="text"/>		SUELTO <input type="checkbox"/>
	OXIDADA <input type="checkbox"/>	LLANTAS	<input type="text"/>		COLMATADO <input type="checkbox"/>
	ROTA <input type="checkbox"/>	LLORADEROS	<input type="text"/>		METEORIZADO <input type="checkbox"/>
GEOTEXTIL/GEOMALLA	<input type="text"/>	CONCRETO	ESTADO NORMAL <input checked="" type="checkbox"/>	ATAQUE QUÍMICO	<input type="checkbox"/>
CUNETAS	OPERAN NORMALMENTE <input type="text"/>		FISURAS <input type="checkbox"/>	GRIETAS	<input type="checkbox"/>
ACERO DE REFUERZO	<input type="text"/>			DESCASCARAMIENTO	<input type="checkbox"/>

B. RECONFORMACION DE TALUDES

CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DEL TALUD

SIN EROSION CARCAVAS ASPECTO NORMAL NIVEL DE DAÑO:

EROSION EN SURCOS EROSION INTERNA ABOMBAMIENTO FALLA:

GRIETAS DE TRACCION

OBSERVACIONES:

C. BARBERAS EN MADERA / CONCRETOS

Figura 56: Formato de diagnóstico de campo



C. BARRERAS EN MADERA (TRINCHOS)			
CONDICIÓN DE ESTABILIDAD DE LA BARRERA		CONDICIÓN NORMAL <input type="checkbox"/>	ABOMBAMIENTO <input type="checkbox"/>
		CABECEO <input type="checkbox"/>	EN FALLA <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
D. PROTECCIÓN CON FLEXOADOQUI			
ESTADO DE LOS ELEMENTOS	ESTADO NORMAL <input type="checkbox"/>	GRIETAS EN ADOQUINES <input type="checkbox"/>	PÉRDIDA DE ELEMENTOS <input type="checkbox"/>
		ESTABILIDAD	<input type="text"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
E. CONCRETO LANZADO			
ESTADO GENERAL DEL SISTEMA	CONDICION NORMAL <input type="checkbox"/>	GRIETAS <input type="checkbox"/>	ESTADO DEL SISTEMA
		ABOMBAMIENTO <input type="checkbox"/>	DESCASCARAMIENTO <input type="checkbox"/>
		FISURAS <input type="checkbox"/>	DE DRENAJE <input type="text"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
F. PANTALLA EN CONCRETO			
ESTADO GENERAL	CONDICION NORMAL <input type="checkbox"/>	FISURAS <input type="checkbox"/>	GRIETAS <input type="checkbox"/>
		FALLA DE LA ESTRUCTURA <input type="checkbox"/>	ESTADO DEL SISTEMA
			DE DRENAJE <input type="text"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
G. MALLA MORTERO CON ANCLAJE			
ESTADO GENERAL DEL SISTEMA	CONDICIÓN NORMAL <input type="checkbox"/>	ABOMBAMIENTO <input type="checkbox"/>	FISURAS <input type="checkbox"/>
		GRIETAS <input type="checkbox"/>	DESCASCARAMIENTO <input type="checkbox"/>
ESTADO DEL SISTEMA DE DRENAJE <input type="text"/>		ESTADO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE <input type="text"/>	
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
H. PERSIANAS EN CONCRETO			
ESTADO GENERAL	CONDICION NORMAL <input type="checkbox"/>	PÉRDIDA DE SOPORTE EN LA BASE <input type="checkbox"/>	GRIETAS <input type="checkbox"/>
			EN FALLA <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
I. ANCLAJES			
ESTADO DE LOS DATOS			
ESTADO NORMAL <input type="checkbox"/>		FRACTURAMIENTO <input type="checkbox"/>	
PRESENCIA DE CORROSIÓN <input type="checkbox"/>		SEPARACIÓN <input type="checkbox"/>	
PÉRDIDA DE ELEMENTOS DE ACOPLE <input type="checkbox"/>		PUNZONAMIENTO <input type="checkbox"/>	
		ESTADO GENERAL DE LA PANTALLA	<input type="text"/>
		ESTADO GENERAL DEL SISTEMA DE DRENAJE	<input type="text"/>
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
J. PROTECCION MALLA PERNADA			
EN OPERACION NORMAL <input type="checkbox"/>		PÉRDIDA ELEMENTOS DE ANCLAJE <input type="checkbox"/>	
MALLA EN ESTADO SUELTO <input type="checkbox"/>		MALLA ROTA <input type="checkbox"/>	
CORROSION <input type="checkbox"/>		ESTADO ELEMENTOS DE ANCLAJE <input type="text"/>	
OBSERVACIONES: <input type="text"/>			
VIII. POSIBLES AGENTES DETONANTES DEL PROBLEMA INICIAL			
PROBLEMA INICIAL	OBSERVACIONES	PROBLEMA ACTUAL	OBSERVACIONES
LLUVIA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	LLUVIA <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
SISMO <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	SISMO <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
FALLA REDES DE ACUEDUCTO Y/O ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	FALLA REDES <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
SOBRECARGAS <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	SOBRECARGAS <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
OTRO <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
IX. RECOMENDACIONES PRELIMINARES			
RECOMENDACIONES: Limpieza periódica de lloraderos (cada 6 meses)			
PRELIMINARES <input type="text"/>			

Registro: 6 de 100

Figura 57: Continuación formato de diagnóstico de campo



DIAGNOSTICO

ID: 1

OBJETO: Sistema combinado de protección y contención de talud conformado por 10 anclajes de 12cm de longitud cada uno y recubrimiento de malla mortero, Sector Transv. 77G Diag. 63 Sur

NUMERO_CONTRATO: G-602-54-98

ANIO_EJECUCION: 1998

UPZ:

DIRECCION: Transv. 77G Diag. 63 Sur

LOCALIDAD: CIUDAD BOLIVAR

BARRIO: CASAVIANCA

VISITAS DE CAMPO

FECHA DE VISITA: 29/06/2005

ENTIDAD: Universidad Nacional de Colombia

ESTRUCTURA PRINCIPAL: Malla mortero

I. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS ENCONTRADOS

1. Filtraciones en el costado inferior izquierdo de la malla mortero.
2. Agrietamiento y fisuración mínima

II. OBRAS CORRECTIVAS INMEDIATAS A EJECUTAR

GRADO I. Revisión de la integridad del sistema de drenaje de las viviendas con un trazador para determinar la fuente de la filtración. Construcción de lloraderos para el drenaje del talud.

III. ACCIONES DE MANTENIMIENTO	EJECUTAR	FRECUENCIA
LIMPIEZA DE CUNETAS	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE CAJAS COLECTORAS	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE ESTRUCTURAS DE ENTREGA	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE LLORADEROS	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE CAUCES	<input type="checkbox"/>	
LIMPIEZA DE BASURAS Y ESCOMBROS SOBRE ESTRUCTURAS QUE COMPONEN LA OBRA	<input type="checkbox"/>	
SELLADO DE GRIETAS	<input type="checkbox"/>	
RECUBRIMIENTO CON ANTICORROSIVO DE ELEMENTOS METÁLICOS (PLATINAS, PERNOS, ETC)	<input type="checkbox"/>	
EMPRADIZACION SIMPLE	<input type="checkbox"/>	
REVEGETALIZACION	<input type="checkbox"/>	

Registro: 1 de 100

Figura 58: Formato de diagnóstico final



6.6. ALIMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Consiste en introducir toda la información recopilada de estudios, campo y diagnóstico en la base de datos.

6.7. UBICACIÓN PRELIMINAR DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN EN EL SIG

Esta etapa se completó convenientemente antes de comenzar las salidas de campo. En la base del FOPAE estaban referenciadas 48 obras de las listadas para este proyecto. Las demás se ubicaron teniendo en cuenta la localización encontrada en los estudios y carpetas de los contratos.

6.8. GEORREFERENCIACIÓN DE LAS OBRAS VISITADAS

Esta actividad se llevó a cabo con un GPS Garmin Etrex con precisión de 15m. Se reubicaron los puntos de la localización preliminar y de la base del FOPAE en algunos casos. En el ANEXO V se presentan planos detallados por localidades y barrios. Adicionalmente, se presenta un plano general de localización, en donde se diferencian por colores tres etapas: localización base que tenía el FOPAE, luego la localización preliminar de las obras no referenciadas por el FOPAE y la localización de campo.

6.9. ALIMENTACIÓN DEL SIG

Esta actividad consiste en la conjunción de la base de datos con la ubicación de las obras. El SIG se presenta en Arcview incluyendo la información de la base de datos.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del presente estudio, discriminadas de acuerdo a cada uno de los 5 productos expuestos anteriormente:

7.1. PRODUCTO I: DIAGNÓSTICO QUE INCLUYE EVALUACIÓN LA BITÁCORA DE LAS OBRAS.

- Debido a que muchos de los problemas de inestabilidad presentados en años anteriores al 2003, requirieron de obras de emergencia de ejecución inmediata, fue necesario efectuar diagnósticos técnicos que tienen, por lo general un componente escaso de investigación del subsuelo. Por lo anterior, los diagnósticos se basan en el conocimiento del experto y la experiencia de la empresa consultora. Se llama la atención en que muchas de las obras quedaron como obras definitivas de mitigación del riesgo sin tener una evaluación rigurosa y definitiva del problema. Sin embargo en los últimos años ha crecido notablemente la relación de estudios para diseño, en comparación con los diagnósticos técnicos. Esto refleja una intención del FOPAE por trabajar en forma preventiva y de esta manera evitar desarrollar las actividades encaminadas a la mitigación del riesgo con escasez de tiempo y recursos técnicos en la solución de emergencias.
- Las mayores inversiones de recursos se han presentado en las localidades de Ciudad Bolívar y en menor proporción Rafael Uribe Uribe (entre las dos 74% del total invertido). Sin embargo, tal como se mencionó en el párrafo anterior un monto considerable de estas inversiones se destinó a la ejecución de obras basadas en diagnósticos técnicos. Esto explica la clara tendencia a la modificación en las cantidades de obra, con inclusión de nuevos ítems, para lo cual se hicieron necesarias prórrogas y adiciones en los contratos. Esto también deja en evidencia por qué el proceso constructivo se encontró con unas condiciones del terreno a veces muy variables respecto a las hipótesis de diseño asumidas por el consultor.
- Para evitar los problemas asociados a cambios de diseño durante la construcción se recomienda que el FOPAE adopte un protocolo para la oficialización de dichos cambios, en el que se refleje la participación del correspondiente diseñador, el interventor y el mismo FOPAE, esto con el fin de regular y justificar adecuadamente las modificaciones en cantidades de obras y diseños, cuando esto sea necesario.



7.2. PRODUCTO II: RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MEDIDAS Y/O OBRAS PARA MANTENIMIENTO Y/O CORRECTIVAS.

- Para este producto se estableció una serie de recomendaciones generales de carácter correctivo para cada una de las obras de acuerdo al nivel de deterioro presentado. Se establecieron cuatro (4) grados de recomendaciones de diseño y mantenimiento de acuerdo al nivel de daño de la obra. Se encontraron cincuenta y siete (57) obras Grado I, las cuales requieren la ejecución de actividades menores, en muchos casos manuales; veintitrés (23) Grado II, las cuales requieren la construcción de drenajes complementarios a los ya construidos, entregas y descoles adecuados, revegetalización de taludes, reconfiguración manual del terreno o reparación de mallas pernadas y concreto lanzado; para nueve (9) de las obras es necesaria su demolición y/o reconstrucción menos del 50 % (Grado III); y finalmente cinco (5) obras requieren la demolición y/o reconstrucción de más del 50% (Grado IV). Adicionalmente para este último tipo de obras se establece la necesidad de hacer estudios detallados en los sitios donde se encuentran ubicadas.
- Como resultado general de la revisión de obras, se puede concluir que la gran mayoría de ellas (84%) se encuentran en buen estado requiriendo intervenciones mínimas o simple mantenimiento. De 94 obras visitadas, apenas 5 presentan daños altos o severos, todas ellas construidas entre 2002 y 2004. Los sistemas constructivos más problemáticos fueron muro en llantas, flexoadoquín y trinchos en madera.
- De manera general la localidad que más inversión requiere para el mantenimiento de obras de mitigación tanto FOAPE como UEL, es Ciudad Bolívar. En segundo plano se encuentran en igualdad de condiciones Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal. Las demás localidades requieren menor presupuesto por parte de los entes encargados de adjudicar recursos.
- Las fallas presentadas en las obras con nivel de daño Alto y Severo fueron adjudicadas al deterioro normal de la estructura con el paso del tiempo. Sin embargo, estas apreciaciones deberían ser respaldadas por estudios minuciosos que involucren ensayos y pruebas de laboratorio, para corroborar esta afirmación. Por tal razón, es recomendable para FOPAE, si quiere conocer tanto las causas de falla, como los presupuestos exactos de mantenimiento, efectuar un contrato en el que se puedan establecer estos valores de una manera cuidadosa.



7.3. PRODUCTO III: DISEÑO DEL SISTEMA Y PROTOCOLOS PARA EL MANEJO DE LAS OBRAS INCLUYENDO RECOMENDACIONES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

- El plan de manejo para las obras sugiere la ejecución de acciones que permitan el funcionamiento adecuado de éstas, pero únicamente a nivel de mantenimiento, sin necesidad de llevar a cabo su reconstrucción o la construcción de elementos adicionales. Su visión es más preventiva y principalmente consiste en la limpieza de drenajes, poda de zonas verdes y revegetalización como medida de control de la erosión. También se incluye el mantenimiento de los muros anclados y las mallas mortero, entre otros.
- Con base en los análisis hidrológicos se pudo determinar que los meses más lluviosos en Bogotá D.C. son Abril, Mayo y Junio en el primer semestre y Octubre y Noviembre en el segundo. Por tal razón el mantenimiento de las obras se debe hacer de tal manera que éstas se encuentren preparadas para soportar las condiciones climáticas adversas de dichos meses. De esta manera se recomienda hacer el mantenimiento durante los meses de Enero, Febrero y Marzo en el primer semestre y Junio, Julio y Agosto en el segundo, dando prioridad a la localidad de Ciudad Bolívar ya que ésta presentó el mayor número de obras construidas y a su vez, el mayor número de obras con daños severos.

7.4. PRODUCTO IV: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA BOGOTÁ D.C.

- Para la realización de exploraciones en campo se recomienda la ejecución de las mismas por medio de perforaciones por rotación con recuperación de núcleos en el caso de las rocas meteorizadas y para el caso de coluviones se sugiere trabajar con la matriz de éstos. En cuanto a los ensayos de laboratorio, los cortes directos tanto en suelos como en rocas son una mejor aproximación a la determinación de los parámetros de resistencia para procesos de carga en condición drenada, representando de una mejor manera la condición *in situ* de los taludes.
- Las medidas de estabilización que sean empleadas para controlar fenómenos de remoción en masa deben garantizar el mejoramiento de las condiciones de funcionalidad, la mejor alternativa de facilidad para su construcción, el aspecto económico más favorable y un mínimo impacto ambiental sobre la zona aledaña a la construcción.



- Para la estabilización de taludes se deben conocer todas las propiedades mecánicas del material a estabilizar. Adicionalmente, las fuentes de agua de infiltración, los mecanismos de falla, la resistencia al corte de la superficie potencial de falla y la sismicidad de la zona, esto con el fin de garantizar un correcto funcionamiento de la obra. Las medidas de estabilización recomendadas son principalmente los anclajes y el concreto lanzado para los taludes en roca, y la descarga de taludes y los muros (en concreto, en llantas, en gaviones o en tierra armada) para los taludes en suelo. Para la ejecución de cualquiera de estas medidas se deben considerar las recomendaciones expuestas en el Capítulo 5.

7.5. PRODUCTO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN BASE Y GEORREFERENCIADO PARA EL SEGUIMIENTO PERIÓDICO DE OBRAS.

- La base de datos del proyecto consiste en toda la información consultada y recopilada tanto de oficina como de campo necesaria para el diagnóstico y planteamiento del plan de mantenimiento. Ésta está dispuesta de manera que se facilite su consulta y posterior alimentación, y consiste en el agrupamiento de los datos de exploración geotécnica, caracterización geológica, parámetros geotécnicos utilizados en el diseño, así como los métodos de análisis y las cantidades obra que se compendieron en el proceso de recopilación de información preliminar de la obra. Adicionalmente se incluyen las observaciones realizadas en campo del estado actual de la obra y la comparación de lo proyectado con lo ejecutado, así como las recomendaciones de mantenimiento provenientes del diagnóstico efectuado para cada sitio.
- Es importante continuar recopilando e integrando al SIRE la información del resto de las obras que no se incluyeron en este proyecto para sistematizar el flujo de información de todas ellas, y así poder tener un control más efectivo sobre el estado y evolución de las obras de mitigación, especialmente mediante la concentración de datos geotécnicos. Con la espacialización de ellos se pueden caracterizar geotécnicamente regiones tales como barrios de características parecidas, lo cual facilitaría la toma de decisiones en casos de emergencia mediante la relación de sitios similares. Esto constituiría una herramienta rápida para la aproximación a sitios críticos puesto que no sería necesario la nueva adquisición de información que ya se posee, pero a la cual no es fácil de acceder al no estar sistemáticamente ordenada.
- Para facilitar el proceso de alimentación de la base de datos de obras, es recomendable que FOPAE solicite a los consultores y contratistas toda la



información inherente a su gestión en cada obra en formato digital, incluyendo los planos y cantidades de obra de la construcción. En este punto se hace énfasis en exigir a los contratistas planos de las obras como quedaron construidas, ya que muchas veces se efectúan modificaciones en cantidades de obra y/o diseños, y no quedan planos actualizados de las obras finalmente construidas. Todo lo anterior va enfocado a crear e implementar un banco de fotografías y planos de todas las obras, similar al que se adjunta en el ANEXO III y en el ANEXO V, respectivamente. Lo anterior en aras de hacer de la consulta de la historia de la obra un proceso que se caracterice por su rapidez y facilidad de acceso, cualidades muy deseables a la hora de una emergencia.



8. REFERENCIAS

- **LÓPEZ J. C. y Otros.** Manual de Estabilización y Revegetalización de Taludes. Madrid MÓSTOLES 1999. 704 p.
- **www.tekhne.biz**
- **www.idu.gov.co/contratacion/precios_unitarios.htm**



ANEXO I

Formatos de Oficina



ANEXO II

Formatos de Campo



ANEXO III
Registro Fotográfico



ANEXO IV
Precios Unitarios Estimados



ANEXO V

Planos