MONITOREO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE LA URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

CONS Nº 279 de 2007

INFORME PRELIMINAR V
TOMO III
INFORME FINAL

GEOCING LIMITADA
CRA 27 No. 63C – 25.
Teléfax: 3490044 – 5431477
Email: proyectos@geocing.com
geocing@yahoo.es
Bogotá D.C.

BOGOTÁ D.C, ENERO DE 2008

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8

2 MARCO GENERAL 8

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8

3 JUSTIFICACIÓN 9

4 OBJETIVOS 10

5 ALCANCE 11

5.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA 12

6 METODOLOGÍA 13

6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 13
6.2 INSTRUMENTACIÓN (PIEZÓMETROS E INCLINÓMETROS). 13
6.3 ESTUDIOS ANTERIORES 13
6.4 VISITAS DE CAMPO. 14
6.4.1 Amenaza 15
6.4.2 Vulnerabilidad 15
6.4.3 Riesgo 16
6.5 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TERRENO 17
6.5.1 Movimientos Globales (40%) 17
6.5.2 Agrietamientos Exterior (60%) 18
6.5.2.1 Agrietamiento del Suelo en los Alrededores: 18
6.5.2.2 Fisuras o Agrietamiento de Mampostería: 18
6.6 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN 17
6.6.1 Modificaciones a la estructura 15
6.6.2 Estabilidad de Muros (75%) 19
6.6.2.1 Estabilidad de Mampostería: 19
6.6.2.2 Muros Estructurales: 19
6.6.2.3 Muros no Estructurales: 19
6.6.3 Estabilidad Placas de entrepisos y Cubiertas (25%) 19
6.6.3.1 Estabilidad de Placa de Entrepiso: 19
6.6.3.2 Estabilidad de Cubierta: 20

7 CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL RIESGO 20

8 PROFESIONALES PARTICIPANTES....22

9 MONITOREO GEOTÉCNICO 22

9.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO....23
9.1.1 Urbanización Villa de los Alpes: 23
9.1.2 Barrio Atenas.... 27

10 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO....28

10.1 ALCANCE ESPECIFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO 28
10.2 METODOLOGÍA DE CAMPO....28
10.2.1 Traslado de coordenadas reales.... 29
10.3 CONTROL TOPOGRÁFICO....29
10.3.1 Planimetría.... 29
10.3.1.1 Trabajo de campo 29
10.3.2 Altimetría 29
10.3.2.1 TRABAJO DE OFICINA.... 30
10.4 EQUIPO UTILIZADO 30
10.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 30
10.4.2 Nivel.... 30

11 INSTRUMENTACIÓN 31

11.1 ALCANCE ESPECÍFICO DE LAS LECTURASINSTRUMENTALES 31
11.2 METODOLOGÍA DE CAMPO....31
11.3 LECTURAS INSTRUMENTALES....31

12 MONITOREO ESTRUCTURAL....33

12.1 TIPOLOGÍA DE LAS VIVIENDAS....33
12.2 TIPOLOGÍA DE LAS VIVIENDAS EN EL BARRIO ATENAS. 34

13 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LAS VIVIENDAS 35

13.1 ESTADO DE AMENAZA DE LAS VIVIENDAS....35
13.2 ESTADO DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS. 40
13.3 ESTADO DE RIESGO DE LAS VIVIENDAS 44

14 VIVIENDAS EN ESTADO DE RIESGO MUY ALTO 48

14.1 COMPARATIVO ENTRE MONITOREOS ANTERIORS (ANDRÉS VASQUEZ, EDMUNDO RIVERA Y PSI) Y EL MONITOREO ACTUAL REALIZADO POR GEOCING LTDA.. 52

15 CONCLUSIONES..... 58

16 RECOMENDACIONES..... 62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de calificación del riesgo. 16
Tabla 2. Relación de personal que realizó los trabajos..... 22
Tabla 3. Cuadro de resumen del error de cierre para cada campaña Topográfica..... 28
Tabla 4. Coordenadas del punto de amarre 29
Tabla 5 Relación de equipos y elementos por comisión..... 29
Tabla 6 Localización y registro de niveles freáticos para el Barrio Villa de Los Alpes.... 32
Tabla 7. Localización y registro de niveles freáticos para el Barrio Atenas. 33
Tabla 8. Matriz de riesgo (EVOLUCIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS)..... 52
Tabla 9. Evolución de Estado de Viviendas. 53
Tabla 10. Localización y registro de viviendas con posible compromiso de habitabilidad en corto plazo. 62

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 35
Gráfica No. 2 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 2 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 36
Gráfica No. 3 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 3 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 36
Gráfica No. 4 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 4 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 37
Gráfica No. 5 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS. 37
Gráfica No. 6 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS.38
Gráfica No. 7 Clasificación Total de Amenaza de las viviendas. 39
Gráfica No. 8 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 40
Gráfica No. 9 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 2 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 40
Gráfica No. 10 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 3 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 41
Gráfica No. 11 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 4 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 41
Gráfica No. 12 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS 42

Gráfica No. 13 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS 42
Gráfica No. 14 Clasificación Total de Vulnerabilidad de las viviendas. 43
Gráfica No. 15 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1- URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 44
Gráfica No. 16 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 2 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 44
Gráfica No. 17 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 3 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES..... 45
Gráfica No. 18 Clasificación de Riesgo de las viviendas ZONA 4 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES. 45
Gráfica No. 19 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS. 46
Gráfica No. 20 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS. 46
Gráfica No. 21 Clasificación Final de Riesgo de las viviendas. 47
Gráfica No. 22 Comparativo de Estado de Riesgo Estudio GEOCING LTDS Vs. Estado de Riesgo de Estudios Anteriores. 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general del área de estudio..... 8
Figura 2. Matriz de riesgo..... 15
Figura 3 Señalización preventiva para paso peatonal. 62

LISTA DE FOTOS

Foto No. 1. Deslizamiento del sector sur-oriental de (Zona 4) Villa de los Alpes. *Localizado a la altura de la manzana No.73;* entre la calle 36 D sur con la antigua carretera a Villavicencio esquina. 24
Foto No. 2 Fisura en fachada lateral, a la altura de la placa de entrepiso (calle 36 D sur No 3ª-77, Manzana 73; Lote 1). 25
Foto No. 3 Fisura que atraviesa hacia el interior de la vivienda y se evidencia desde el piso hasta la altura de la placa de entrepiso (calle 36 D sur No 3ª-77, Manzana 73; Lote 1). 25
Foto No. 4 Fachada principal con separación de estructura y cimentación (Diag. 32B No. 1B-95 sur, Manzana No.58; Lote 1)..... 26
Foto No. 5 Fachada lateral con Separación de escaleras de circulación peatonal (Diag. 32B No. 1B-95 sur, Manzana No.58; Lote 1)..... 26
Foto No. 6 Agrietamiento de andén al pie de la vivienda Trv.4 No. 32 A -17 Sur (ID: 051; Manzana No.83; Lote 8)..... 27
Foto No. 7 Construcción que conservan su topología. Tipo 1-D. 34
Foto No. 8 Construcción la cual sufrió modificaciones. Tipo 2-D..... 34
Foto No. 9 Fisura a lo largo del muro de carga derecha..... 49
Foto No. 10 Separación de la cimentación con las escaleras en paso peatonal..... 49
Foto No. 11 Fisura en fachada a la altura del marco de ventana..... 49
Foto No. 12 Agrietamiento entre muro del costado derecho y voladizo..... 49

Foto No. 13 Separación y desprendimiento de canal, entre las viviendas Trv. 4ª Bis No.32ª-18 sur y Trvs 4ª bis No.32ª-16 sur..... 50
Foto No. 14 Desprendimiento del material de muro de carga izquierdo en el acceso. .. 50
Foto No. 15 Fisura en placa de entrepiso y vigueta soportados por un paral en madera. 50
Foto No. 16 Grietas en fachada posterior del primer piso. 51
Foto No. 17 Grieta evidenciada entre muro de carga y columna de confinamiento. 51
Foto No. 18 Grietas a lo largo de fachada lateral..... 52

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I CUADRO COMPARATIVO DE RIESGO DE LAS DIFERENTES CAMPAÑAS.

ANEXO II VIVIENDAS CON ORDEN DE EVACUACIÓN Y VIVIENDAS INCLUIDAS EN EL PROGRAMA DE REASENTAMIENTO POR PARTE DE LA DPAE.

LISTA DE PLANOS

PLANO GE170-MF-01. CONTROL TOPOGRÁFICO (INFORME FINAL)

PLANO GE170-MF-02. RIESGO (INFORME FINAL)

1 INTRODUCCIÓN

En desarrollo del Contrato de Consultoría No. 279 de 2007, suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ – FOPAE y GEOCING LTDA, cuyo objeto es el "Monitoreo geotécnico y estructural en el sector de la Urbanización Villa de los Alpes de la localidad de San Cristóbal", se presentan los resultados de las campañas No.1 a la No.9 comprendidas entre el mes de Julio al mes de Diciembre de 2007 que tiene como objeto evaluar los daños por asentamiento y agrietamiento de las viviendas de los barrios Villa de los Alpes y Atenas localizadas al sur-oriente de la ciudad de Bogotá.

Para la elaboración de éste informe se consultó y analizó, la siguiente información:

Resultados de la campaña No.1 hasta la campaña No. 9 del control topográfico.
Resultados de la campaña No.1 hasta la campaña No.9 del control de niveles de agua en los pozos de observación.
Resultados de la toma de lecturas de los inclinómetros en funcionamiento.
Resultados de las visitas de reconocimiento de campo de las 250 viviendas objeto de estudio, campaña No.1 hasta la campaña No.9.
Recopilación de información secundaria (Estudios anteriores).

A partir de la recopilación de la información anterior, se efectuó un análisis conceptual de los problemas geotécnicos y estructurales de la zona y una interpretación de los resultados del programa de monitoreo adelantado hasta la fecha; valorando así el avance de las condiciones de riesgo de la zona de estudio.

2 MARCO GENERAL

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La Urbanización Villa de Los Alpes y Atenas se ubica en la parte sur oriental en la localidad San Cristóbal, en la ciudad de Bogotá entre las calles 32 sur y 36I sur y entre las carreras 1 A y 5 A, con un área aproximada de 25.0 hectáreas (ver **Figura 1**).

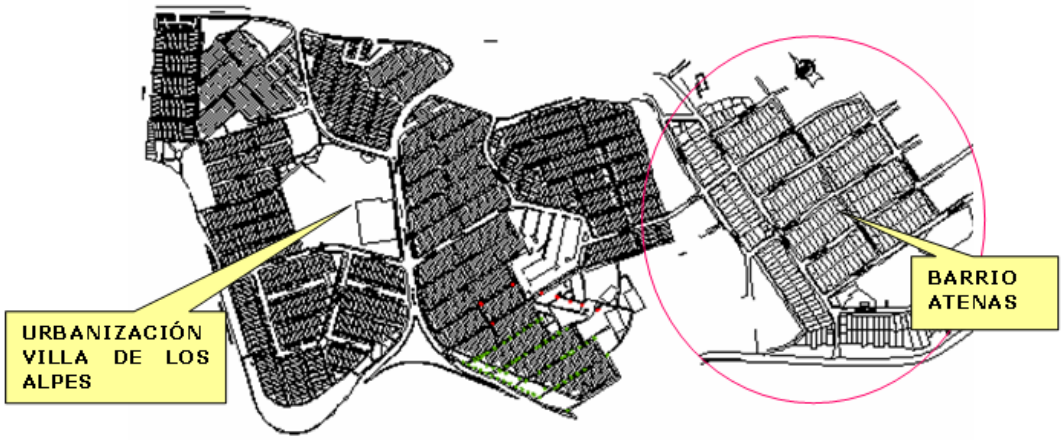


Figura 1 Localización general del área de estudio

3 JUSTIFICACIÓN

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE, ha realizado varias visitas de inspección a la Urbanización Villa de Los Alpes y ha emitido varios Diagnósticos Técnicos que se relacionan a continuación, algunos de los cuales fueron emitidos por solicitud de los Juzgados Penales del Circuito No. 48, 28, 24, 51, 54 y 37, dentro de los procesos de acciones de tutela interpuestas por algunos de los habitantes de la Urbanización Villa de los Alpes. Dentro de las medidas cautelares concedidas por el Tribunal con relación a la Acción Popular 2000-0111 interpuesta por el Defensor del Pueblo para proteger los derechos colectivos de los habitantes de la Urbanización Villa de Los Alpes, se dispone la realización del monitoreo y supervisión continua de las viviendas. Lo anterior de acuerdo con lo señalado en el numeral 2.3 Literal b, correspondiente a la providencia por medio de la cual el Concejo de Estado Sala de lo Contencioso Administrativo Sección Tercera falló.

En cumplimiento de la mencionada medida cautelar, el FOPAE ha contratado varios monitoreos geotécnicos y estructurales para llevar a cabo en el sector de la Urbanización Villa de los Alpes; dado que actualmente no se tiene un fallo definitivo en virtud del cual se modifique lo decidido respecto de la medida cautelar, el FOPAE debe continuar con dichas labores de monitoreo.

Por otra parte, en el sector del barrio Atenas, la Dirección de prevención y atención de emergencias-DPAE ha identificado deterioro en viviendas que han ocasionado el reasentamiento y/o evacuación de estas, generadas por deficiencias en el sistema constructivo y asentamientos diferenciales que provocaron grietas en los muros de fachada, de carga y en la losa de contrapiso.

El estudio que aquí se desarrolla permitirá evaluar el nivel de daños presentes en las viviendas de la urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas. De igual manera determinar la evolución de los asentamientos en la zona objeto de estudio y los móviles que lo ocasionan, mediante 9 campañas estructurales, topográficas e instrumentales como las lecturas de piezómetros y las lecturas de inclinómetro.

4 OBJETIVOS

- Realizar el Monitoreo geotécnico y estructural en el sector de la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas de la localidad de San Cristóbal

- Identificar los cambios entre las diferentes campañas de monitoreo estructural de los daños identificados en las viviendas.

- Evaluar el nivel de daños en las viviendas seleccionadas para determinar el nivel de habitabilidad de acuerdo con la clasificación global del riesgo, según la estabilidad de la estructura y el suelo.

- Evaluar la actividad del deslizamiento y su afectación a las viviendas y dar recomendaciones pertinentes.

- Identificar nuevas zonas de afectación que deterioren las viviendas.

5 ALCANCE

- Evaluar el incremento en los daños de las viviendas monitoreadas para determinar el nivel de habitabilidad de acuerdo con la clasificación global de riesgo, según la estabilidad de la estructura y del terreno.

- Evaluar la actividad de los fenómenos de remoción en masa y su afectación a las viviendas, además, de identificar nuevas zonas de afectación por dichos movimientos; apoyados tanto en el control topográfico como en los resultados obtenidos en la instrumentación.

- Realizar un total de 9 campañas de monitoreo que incluyen: lecturas de instrumentos existentes, aspectos topográficos, geotécnicos y de tipo estructural (los cuales se amplían en el siguiente numeral).

- Identificar las viviendas con mayor grado de deterioro y determinar las acciones a seguir con cada una de ellas; en cuanto a habitabilidad se refiere.

- Realizar un seguimiento periódico de las viviendas seleccionadas para determinar la evolución de los daños.

- Analizar la vigencia de las condiciones de amenaza evaluadas en los estudios existentes a la luz de la interpretación de los resultados de controles topográficos, instrumentales y estructurales, definiendo la necesidad de ajustar la zonificación de amenaza y/o riesgo establecida para el área del proyecto, en los estudios precedentes.

- Levantar, para cada una de las viviendas a monitorear, una ficha predial de acuerdo con formato suministrado por la DPAE y hacer una base de datos que contenga toda la información levantada en cada una de la fichas.

- Realizar (para cada campaña) una cobertura (en formato *.shp ó *.e00) georeferenciada (acorde con el sistema de coordenadas planas cartesianas origen Bogotá – 100.000N y 100.000 E) que contenga los resultados obtenidos en cada campaña de seguimiento estructural. La cobertura debe contener la base de datos en su totalidad o un atributo con el cual se pueda vincular a dicha base. Recopilación y análisis de información secundaria disponible: cartografía oficial, planchas geológicas, estudios geotécnicos y de riesgo anteriores, plano catastral aprobado por DAPD, y todo tipo de información que aporte al proyecto.

5.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Las siguientes fueron las fuentes de información secundaria recopiladas para el desarrollo del objeto del estudio:

- ✓ Monitoreo Geotécnico y Estructural en el sector de la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas de la Localidad de San Cristóbal.-. PSI S.A. DE 2006.

- ✓ Monitoreo y Seguimiento a las Viviendas de la Urbanización Villa de los Alpes de la Localidad de San Cristóbal, en la ciudad de Bogotá D.C. - EDMUNDO RIVERA ÁLVAREZ Diciembre de 2005.

- ✓ Estudio de Riesgos por Fenómenos de Remoción en masa y de compresibilidad del terreno, la evaluación de alternativas de mitigación del riesgo y los diseños detallados de las medidas recomendadas, para su implementación en el corto plazo, en un sector del barrio Atenas, en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá, D.C. - EDGAR EDUARDO RODRÍGUEZ GRANADOS INGENIERÍA Y GEORIESGOS. Septiembre de 2005.

- ✓ Monitoreo estructural a las viviendas de la Urbanización "Villa de los Alpes", Localidad San Cristóbal, Bogotá D.C. - ANDRÉS VÁSQUEZ KENNEDY. Mayo 5 de 2004.

- ✓ Estudio de amenaza y riesgos por remoción en masa, y evaluación de alternativas de mitigación para la Urbanización Villa de los Alpes, en la localidad de San Cristóbal. En la ciudad de Bogotá D.C. - GEOINGENIERÍA LTDA. Octubre de 2000.

6 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para el monitoreo geotécnico y estructural en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas presenta las siguientes herramientas de apoyo:

1. Levantamiento topográfico
2. Instrumentación (Piezómetros e inclinómetro).
3. Estudios anteriores.
4. Visita de inspección en el interior y exterior de las viviendas.

6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Consistió en la ejecución de 9 campañas topográficas a lo largo del periodo de estudio en 70 mojones existentes, ubicados entre la calle 36 I sur y la calle 36 B sur al sur-oriente de la urbanización Villa de los Alpes correspondiente a la Zona 4, a la altura de las manzanas 71, 73, 74 ,75 ,76.

Los indicadores de medición fueron los siguientes:

- Desplazamientos horizontales
- Desplazamientos verticales

La anterior información permitió conocer los asentamientos generados en la zona, de igual manera la incidencia que esta tiene sobre las viviendas.

6.2 INSTRUMENTACIÓN (PIEZÓMETROS E INCLINÓMETRO).

Se llevó a cabo un control instrumental de 9 campañas en las cuales se tomaron lecturas en inclinómetros ubicados en la zona de estudio, que permitieron medir y determinar los movimientos laterales y cambios progresivos en el grado de inclinación del suelo con respecto a la horizontal, indicando desplazamientos generados en el terreno. De igual forma se realizaron lecturas de piezómetros con el ánimo de identificar las variaciones respecto al nivel freático en la zona objeto de estudio, así mismo la infiltración del agua a través de porciones relativamente permeables del suelo y los aportes de agua asociados con los factores hidrológicos locales.

6.3 ESTUDIOS ANTERIORES

Los estudios anteriores fueron una herramienta de referencia, de soporte y de uso comparativo con los estudios realizados por esta consultoría.

Con ello se evaluó la continuidad de los deslizamientos y problemas locales de estabilidad que generaron fisura y agrietamiento en las viviendas.

6.4 VISITAS DE CAMPO.

Con el ánimo de valorar el grado de habitabilidad y amenaza en las viviendas se realizaron 9 campañas (Inspección al interior y exterior de las viviendas). Para este propósito se utilizaron los criterios de clasificación de riesgos para evacuación de viviendas en zonas de alto riesgo de deslizamiento, adaptados a las condiciones locales de la zona de estudio.

Los indicadores de selección de las viviendas monitoreadas fueron los siguientes:

- Viviendas que fueron objeto de estudios anteriores.
- Viviendas con presencia de fisuras en sus fachadas.
- Viviendas aledañas a las que en estudios anteriores se localizaron en un nivel de riesgo Muy Alto, Alto, Medio y según criterio del consultor, viviendas vecinas a las viviendas calificadas en riesgo Bajo y Muy bajo.
- Viviendas que por ubicación podían encontrarse en zonas de riesgo Alto.

Se Utilizó la metodología adoptada en los anteriores monitoreos realizados por PSI, al cual se le hicieron modificaciones que permitieron evaluar de forma mas objetiva y cuantitativa la amenaza y la vulnerabilidad de las viviendas objeto de estudio, dando como resultado diagnósticos más precisos del estado de riesgo de las mismas e identificar nuevas viviendas con deterioro en su estructura y encontrar nuevas zonas de afectación (Ver **Figura 2**).

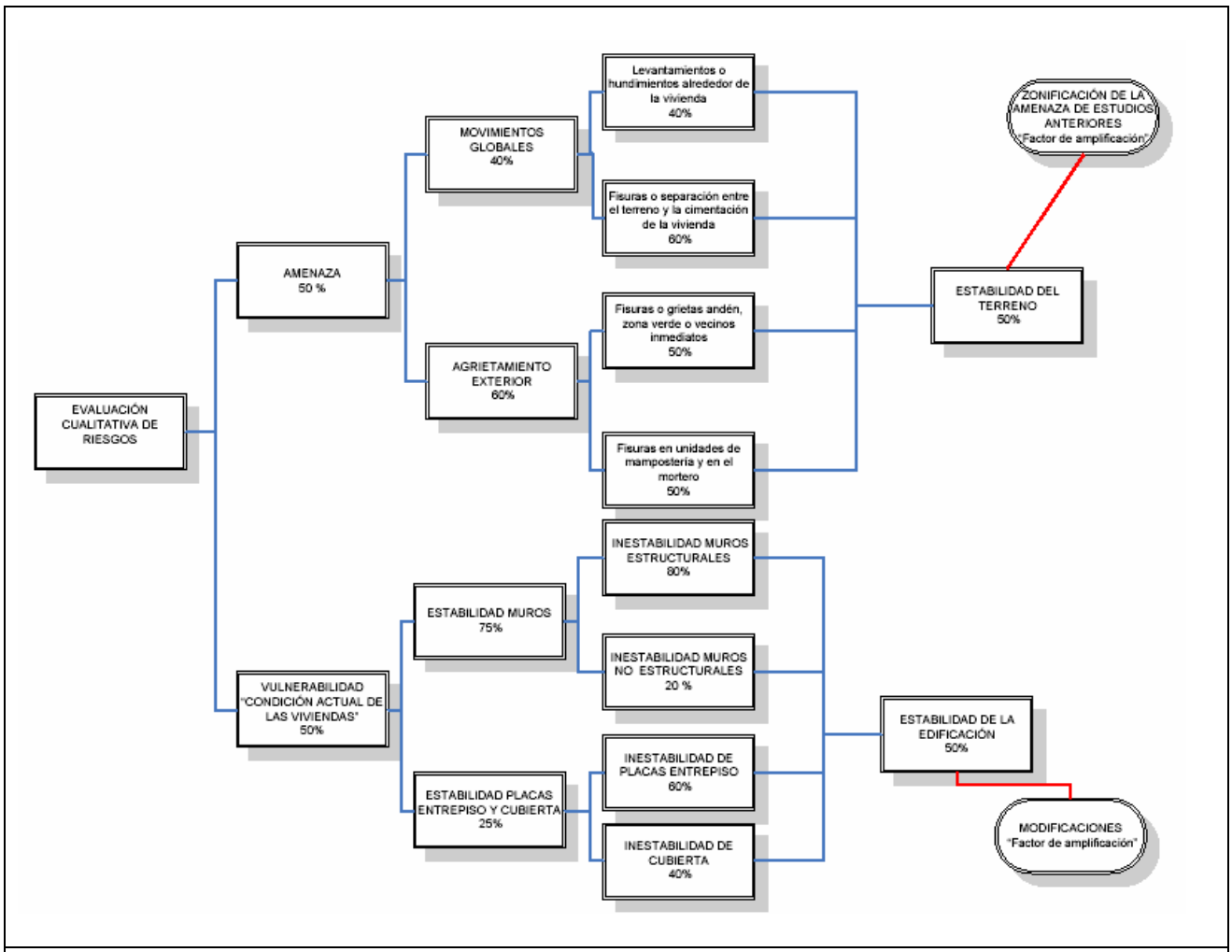


Figura 2. Matriz de riesgo.

A continuación se describe cada uno de los ítems de calificación:

6.4.1 Amenaza

La amenaza se tiene en cuenta a partir de los daños evidenciados en la cimentación y sus alrededores generados por la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, de esta forma se representa en 5 niveles: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

6.4.2 Vulnerabilidad

El estudio de vulnerabilidad se realizó teniendo en cuenta la disposición de muros dentro de la vivienda, control de fisuras, grietas Y deflexiones apreciables por inspección visual.
El análisis de la vulnerabilidad no se puede separar de la amenaza, ya que, la respuesta de la infraestructura depende de su localización, sus características físicas y de su relación con el deslizamiento potencial específico que lo puede afectar.

Los resultados del estudio de vulnerabilidad se presenta utilizando variables cualitativas como Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

6.4.3 Riesgo

El riesgo se define como el efecto combinado de la probabilidad de ocurrencia de una falla y sus consecuencias en un contexto determinado (Blockley, 1992), con base en los resultados de la evaluación de la amenaza y de la vulnerabilidad se calculó un índice de riesgos de las viviendas objeto de estudio. Dichas categorías se definieron como Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

A continuación en la **Tabla 1** se presenta la Matriz de clasificación de riesgo de acuerdo con la calificación designada a cada tipo de daño.

Tabla 1. Matriz de calificación del riesgo.

Índice de daño	Tipo de daño	Porcentaje de daño	Recomendación
I	No hay daños apreciables.	< 0.14	Mantener observaciones.
II	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada.	0.15 – 0.34	Mantener observaciones, realizar reparaciones
III	Fisuración de paredes (muros). Reparaciones no urgentes.	0.35 – 0.74	Seguir con el monitoreo.
IV	Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales.	0.75 – 0.85	Riguroso monitoreo alterno, evaluar reparaciones, observaciones pertinentes
V	Fracturación de la estructura o Derrumbe parcial o total de la estructura.	0.85 – 1.00	Posible compromiso de habitabilidad en corto plazo; posibilidad de colapso

6.5 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TERRENO

Teniendo en cuenta los criterios de clasificación global del riesgo, en la estabilidad del terreno se consideraron tres (3) criterios:

- Movimientos Globales (0.4)
- Agrietamiento del Suelo (0.3)
- Agrietamiento de Muros (0.3)

El criterio de agrietamiento en la cimentación no se tendrá en cuenta, puesto que se requiere mayor intervención por vivienda para hacer este tipo de análisis.

6.5.1 Movimientos Globales (40%)

Factor de ponderación relativa de 0.40.

Se tienen tres criterios básicos, a cada uno de los cuales se le asignó su peso específico, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos. La calificación se presenta de la siguiente manera:

Levantamientos o hundimientos alrededor de la vivienda con un 40% de Movimientos Globales:

Ninguno:	I
Leve:	II
Moderada:	III
Fuerte:	IV
Severo:	V

Fisuras o separación entre el terreno y la vivienda con un 60% de Movimientos Globales:

Ninguno:	I
Leve:	II
Moderada:	III
Fuerte:	IV
Severo:	V

Vivienda ubicada donde ha habido desplazamientos; Zonificación de la amenaza de Estudios Anteriores que indica un Factor de ampliación de la Estabilidad del Terreno. Se clasificó de acuerdo con el indicativo de riesgo, así:

Zona 1:	0.15
Zona 1A:	0.15
Zona 1B:	0.10
ZONA 2:	0.10

ZONA 3:	0.10
ZONA 4:	0.20

6.5.2 Agrietamiento Exterior (60%)

6.5.2.1 Agrietamiento del Suelo en los Alrededores:

Factor de ponderación relativa de 0.30. Equivalente al 30% de Agrietamiento Exterior. Se verifica la aparición de fisuras o grietas en el andén, zona verde o vecinos inmediatos. Calificándola de la siguiente manera:

Ninguno:	I
Leve:	II
Moderada:	III
Fuerte:	IV
Severo:	V

6.5.2.2 Fisuras o Agrietamiento de Mampostería:

Factor de ponderación relativa de 0.30. Equivalente al 30% de Agrietamiento Exterior. Se verifica el aspecto exterior de las viviendas, buscando fisuras en las unidades de mampostería y en el mortero que evidencien algún tipo de falla, se pondrán testigos en las fisuras para la lectura en cada monitoreo. Calificándola de la siguiente manera:

Ninguno:	I
Leve:	II
Moderada:	III
Fuerte:	IV
Severo:	V

6.6 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN

La estabilidad Global de la edificación de acuerdo con la Cartilla para Clasificación Global de Riesgos se califica de acuerdo con tres criterios:

6.6.1 Modificaciones a la Estructura:

La modificación a la estructura será un factor de amplificación de la Estabilidad de la Edificación. Calificándola de la siguiente manera:

Ninguno:	0
Leve:	0.25
Moderada:	0.50
Fuerte:	0.75

Severo: 1.00

6.6.2 Estabilidad de Muros (75%)

6.6.2.1 Estabilidad de Mampostería:

Para tener en cuenta la mampostería estructural y no-estructural, se procede de la siguiente manera:

6.6.2.2 Muros Estructurales:

El Factor de ponderación igual a 0.60 equivalente al 80% de la estabilidad de mampostería. Son los muros laterales que soportan las placas de entrepiso y cubierta. Calificándola de la siguiente manera:

Ninguno (Fisuras < 0.40 mm):	I
Leve (Fisuras entre 0.40 mm a 2.00 mm):	II
Moderada (entre 2.00 mm a 4.00 mm):	III
Fuerte (Fisuras > 4.00 mm):	IV
Severo (Desprendimientos):	V

Prevalece la mayor calificación dada a cualquiera

6.6.2.3 Muros no Estructurales:

Factor de ponderación igual a 0.15 equivalente al 20% de la estabilidad de mampostería. Son los muros transversales que no soportan las placas de entrepiso y cubierta. Calificándola de la siguiente manera:

Ninguno	Fisuras < 0.40 mm:	I
Leve	Fisuras entre 0.40 mm a 2.00 mm:	II
Moderada	Entre 2.00 mm a 4.00 mm:	III
Fuertes	Fisura > 4.00 mm:	IV
Severo	Desprendimientos:	V

Para este caso se promedian las calificaciones.

6.6.3 Estabilidad Placas de entrepisos y Cubiertas (25%)

6.6.3.1 Estabilidad de Placa de Entrepiso:

Factor de ponderación igual a 0.15 equivalente al 60% de la estabilidad de placas de entrepiso y cubiertas. Se tiene como indicadores los siguientes:

- Aberturas (grietas) entre muros de soporte y placa

- Aberturas en los elementos prefabricados (viguetas o cajones)
- Aberturas en la superficie de la placa

Calificándolas de la siguiente manera:

Ninguno	Fisuras < 0.20 mm:	I
Leve	Fisuras entre 0.20 mm a 1.00 mm:	II
Moderada	Entre 1.00 mm a 3.00 mm:	II
Fuerte	Fisuras > 3.00 mm:	IV
Severo	Desprendimientos:	V

6.6.3.2 Estabilidad de Cubierta:

Factor de ponderación igual a 0.10 equivalente al 40% de la estabilidad de placas de entrepiso y cubiertas. Se tiene como indicadores los siguientes:

Aberturas (grietas) entre muros de soporte.
Pandeos o curvaturas de la cubierta.
Aberturas en el cielo raso.

Calificándolas de la siguiente manera:

Ninguno	Fisuras < 0.20 mm:	I
Leve	Fisuras entre 0.20 mm a 1.00 mm:	II
Moderada	Entre 1.00 mm a 3.00 mm:	III
Fuerte	Fisuras > 3.00 mm:	IV
Severo	Desprendimientos:	V

7 CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL RIESGO

El riesgo se define como el efecto combinado de la probabilidad de ocurrencia de una falla y sus consecuencias en un contexto determinado (Blockley, 1992), con base en los resultados de la evaluación de la amenaza y de la vulnerabilidad se calculó un índice de riesgos de las viviendas objeto de estudio. Dichas categorías se definieron como Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo.

La calificación definitiva se obtiene promediando al valor obtenido para La Estabilidad del terreno (50%) y La Estabilidad de la edificación (50%).

A continuación se presenta un ejemplo tipo de la evaluación realizada a la vivienda ubicada en la Calle 36D No.3ª-77 Sur (Campaña estructural No.9; ID: 17; Zona 4; Manzana 73; Lote 1) de la Urbanización Villa de los Alpes:

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TERRENO

Movimientos Globales (40%)

Levantamientos o hundimientos alrededor de la vivienda: **MODERADA**
Fisuras o separación entre el terreno y la vivienda: **MODERADA**
Vivienda ubicada donde ha habido desplazamientos: **ZONA 4**

Agrietamientos Exterior (60%)

Agrietamiento del Suelo en los Alrededores: **FUERTE**
Fisuras o Agrietamiento de Mampostería: **FUERTE**

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN

La estabilidad Global de la edificación de acuerdo con la Cartilla para Clasificación Global de Riesgos se califica de acuerdo con tres criterios:

Modificaciones a la Estructura: **SEVERO**

Estabilidad de Muros (75%)

Muros Estructurales:

Muro izquierdo acceso: **FUERTE**
Muro derecho acceso: **FUERTE**

Prevalece la mayor calificación dada a cualquiera

Muros no Estructurales:

Fachada Principal: **MODERADO**
Fachada Posterior: **LEVE**
Escaleras y circulación: **FUERTE**

Para este caso se promedian las calificaciones.

Estabilidad Placas de entrepisos y Cubiertas (25%)

Estabilidad de Placa de Entrepiso:

Aberturas (grietas) entre muros de soporte y placa: **MODERADO**
Aberturas en los elementos prefabricados (viguetas o cajones): **LEVE**
Aberturas en la superficie de la placa: **NINGUNO**

Estabilidad de Cubierta:

Aberturas (grietas) entre muros de soporte: **MODERADO**
Pandeos o curvaturas de la cubierta: **NINGUNO**
Aberturas en el cielo raso: **LEVE**

AMENAZA: **ALTO**
VULNERABILIDAD: **MUY ALTO**
RIESGO: **MUY ALTO**

En el archivo digital (base_de_datos_campaña_final.apr) se encuentra el resultado de las 9 campañas estructurales.

8 PROFESIONALES PARTICIPANTES

Para llevar a cabo los trabajos, GEOCING LTDA conformó el grupo de trabajo relacionado en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Relación de personal que realizó los trabajos

Nombre	Función o cargo
Flavio Soler Sierra	Director del estudio – Especialista en geotecnia y riesgos
German Bulla	Especialista en Estructuras
Luís Fernando Urrego L.	Especialista en SIG
Rocio Rincón P.	Ingeniera auxiliar – Cartografía y SIG
Jair Andrés Parra	Ingeniero civil-Coordinador de proyectos.
Freddy Lozano	Ingeniero auxiliar - Trabajos de campo.
Diana Villamil T.	Ingeniero auxiliar - Trabajos de campo.
Carlos Castillo L.	Topógrafo

9 MONITOREO GEOTÉCNICO

La Firma Geoingeniería define la Urbanización Villa de los Alpes en 4 zonas geotécnicas:

ZONA 1: Ubicado en el Nor-Oriente de la zona de estudio. Las viviendas en esta zona se encuentran cimentadas sobre depósitos coluviales (Qcl) y deslizamientos someros (Qds), compuestos por arcillas, bloques y cantos en matriz arcillosa

ZONA 2: Estos suelos atraviesan la parte central de la urbanización Villa de Los Alpes de Norte a Sur. Las viviendas en esta zona se encuentran cimentadas sobre flujos de tierras (Qfti, Qft) de aproximadamente 2.0 metros de espesor, que a su vez descansan sobre arcillolita.

ZONA 3: Las viviendas de esta zona se encuentran cimentadas sobre material residual, de arcillolitas pertenecientes a la Formación Bogota.

ZONA 4: Ubicado en Sur-Oriente de la urbanización Villa de los Alpes. La viviendas en esta zona se encuentran cimentadas sobre suelos conformados por botaderos antiguos de desechos y basuras no tratadas, que reposan sobra la cabecera de un antiguo flujo de tierras; en esta zona existe un deslizamiento activo según el estudio de amenaza y riesgo efectuado por la firma Geoingeniería, y monitoreos anteriores.

Aun cuando el estudio de zonificación de la firma Geoingeniería indica que la Manzana No.83 de la Urbanización villa de los Alpes hace parte de la Zona 3 (bloque de la transversal 4 y transversal 4ª, entre diagonal 32ª bis sur y diagonal 33ª sur) identificada como material residual y de arcillolita perteneciente a la formación Bogotá; las evidencias en campo indican que dicha manzana presenta características similares a la Zona 2 caracterizada por antiguos flujos de tierras (Qfti, Qft) de aproximadamente 2.0 metros de espesor, que a su vez descansan sobre arcillolita; es decir que los daños leves o graves en las viviendas de la manzana pueden estar asociados a procesos locales de deslizamiento o arcillas expansivas; lo anterior explica las grietas diagonales de izquierda a derecha en la fachada principal y desprendimiento en los andenes frontales y vecinos en las viviendas como las ubicadas en la Transversal 4 No. 32 A – 17 Sur (ID: 51, Manzana No.83; Lote 8) y la Transversal 4 No. 32 A -15 Sur (ID:49, Manzana No.83 Lote 8).

La Firma Georiesgos define el barrio Atenas en 2 zonas geotécnicas:

ZONA 1: Esta zona presenta 2 clasificaciones:

- Zona 1A: localizada en la zona central del barrio Atenas, donde se encuentra una depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales.
- Zona 1B: Esta zona está conformada por antiguos flujos de arcillolitas con intercalaciones de areniscas, moderadamente meteorizada perteneciente a la Formación Bogotá.

ZONA 2: Esta Zona rocosa esta conformada por Lodolitas e intercalaciones de cuazoarenitas de grano fino perteneciente a la formación Bogotá.

9.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

9.1.1 Urbanización Villa de los Alpes:

El barrio Villa de Los Alpes se encuentra localizado en un terreno de pendiente moderada, con la presencia de suelos residuales y rocas de la Formación Bogotá; en las zonas

deprimidas se encuentran flujos de tierras, depósitos de gravedad y rellenos, éstos últimos conformados durante la adecuación de las plataformas sobre las cuales se encuentra construida toda la urbanización.

Después de la construcción de la urbanización, se han venido presentando deformaciones y agrietamientos en las casas; problemas que han sido objeto de evaluación en estudios geotécnicos anteriores (Geoingeniería Ltda., Edmundo Rivera y PSI), en los cuales se enuncian varios factores contribuyentes como la construcción de plataformas de cimentación con rellenos de mala calidad en zonas inestables, o sobre flujos antiguos de tierra desarrollándose deslizamientos lentos y progresivos de las plataformas, problemas locales de estabilidad y aportes de aguas subterráneas asociados con factores hidrológicos locales entre otros.

A continuación se presentan los resultados del reconocimiento del área de estudio localizado dentro de esta área y considerado como relevante en la evaluación del problema, con el fin de complementar las hipótesis anteriormente descritas:

Deslizamiento del sector sur-oriental de villa de los Alpes (Zona 4) Localizado a la altura de las manzanas 73, 74, 75, 76; entre la calle 36 D sur y 36 I sur a lo largo de la antigua carretera a Villavicencio (Ver **Foto No. 1**).



Foto No. 1. Deslizamiento del sector sur-oriental de (Zona 4) Villa de los Alpes. *Localizado a la altura de la manzana No.73;* entre la calle 36 D sur con la antigua carretera a Villavicencio esquina.

Hacia el costado sur de la antigua carretera a Villavicencio, comprendidas entre las calles 36D sur y 36G sur a la altura de las manzanas 73, 74 se observa un deterioro importante en la vía de acceso, los andenes y las estructuras de las viviendas; se presentan fuertes daños principalmente en las viviendas situadas al costado occidental de la carrera 3B. Prueba de esto es la vivienda que se encuentra en la calle 36 D sur No 3A 77 (ID: 017,

Manzana 73), ya que según los resultados de los monitoreos realizados por GEOCING LTDA. Presenta un Estado de Riesgo Muy Alto con posible compromiso de habitabilidad en corto plazo (Ver **Foto No. 2** y **Foto No. 3**).

Lo anterior, según el Diagnóstico Técnico No. DI-3427 emitido por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias-DPAE se encuentra asociado posiblemente a la baja calidad constructiva y a sus irregularidades tanto en planta como en altura producto de la intervención inadecuada en la misma, la ampliación sin consideraciones técnicas de diseño y las diferencias en su sistema constructivo.

	
Foto No. 2 Fisura en fachada lateral, a la altura de la placa de entrepiso (calle 36 D sur No 3ª-77, Manzana 73; Lote 1).	**Foto No. 3** Fisura que atraviesa hacia el interior de la vivienda y se evidencia desde el piso hasta la altura de la placa de entrepiso (calle 36 D sur No 3ª-77, Manzana 73; Lote 1).

Bloques localizados al oriente de la urbanización Villa de los Alpes (Zona 3) localizada en la Manzana No.58 entre la calle 35 sur y la calle 36 b sur. Y desde la transversal 1 a la carrera 3.

Al observar el estado de las casas ubicadas sobre la calle 35 sur, se observan grietas verticales en los muros internos, estos daños son producto de las deformaciones del talud y problemas locales de expansión del suelo según estudios anteriores (Edmundo Rivera).

Ejemplo tipo de este caso es la vivienda que se encuentra en la Diag. 32 B No. 1B-95 sur ubicada en la esquina de la manzana No.58 (ID: 52); Esta vivienda presenta separación entre el andén y la cimentación de la vivienda generados por los continuos deslizamientos en el talud, de igual manera las fisuras y agrietamientos en la fachada y en el interior de la vivienda son altas. De acuerdo a los Monitoreos Estructurales de la campaña No.9 esta vivienda se encuentra en Estado de Riesgo Medio (Ver **Foto No. 4** y **Foto No. 5**).

	
Foto No. 4 Separación de muro fachada y anden (Diag. 32B No. 1B-95 sur, Manzana No.58; Lote 1).	**Foto No. 5** Fachada lateral con Separación de escaleras de circulación peatonal (Diag. 32B No. 1B-95 sur, Manzana No.58; Lote 1).

Bloques localizados al Norte de la urbanización de villa de los Alpes (Zona 3) en la Manzana No.83 entre las transversales 4 y transversal 4A, con diagonal 32 A BIS sur y calle 33 A sur.

En este sitio se evidencia una serie de casas sobre la Transversal 4, las cuales presentan en fachada grietas diagonales y horizontales a la altura de los antepechos, cimentadas en suelos residuales que han sufrido deformaciones anteriormente, según estudios anteriores (Geoingeniería Ltda., Edmundo Rivera y PSI).

De igual forma encontramos agrietamiento en la zona de andenes de estas viviendas, lo que sugiere hundimiento en la parte central, producto de asentamientos en el suelo; evidenciado a la altura de la vivienda ubicada en la transversal 4 No. 32A-17 (ID: 051 Manzana No.83; Lote 8).

Según varios propietarios de las viviendas ubicadas en esta Manzana, periódicamente se han realizado reparaciones a las fisuras y grietas en muros estructurales y no estructurales, los cuales han perdido su funcionalidad a corto plazo; Presentando así condiciones de riesgo para sus propietarios.

Un ejemplo claro de este tipo es la vivienda ubicada en la transversal 4 No. 32A – 17 sur (ID: 051; Manzana No.83; Lote 8); las cuales muestran en fachada grietas diagonales que van de izquierda a derecha situación que evidencia los asentamientos diferenciales en la zona (ver **Foto No. 6**). Igualmente en el interior de estas viviendas es visible la consecución de estas grietas y la cantidad de reparaciones que se le han realizado.



Foto No. 6 Agrietamiento de andén aledaño a la vivienda Trv.4 No. 32 A -17 Sur (ID: 051; Manzana No.83; Lote 8).

9.1.2 Barrio Atenas

El barrio está localizado sobre un terreno de pendiente moderada, conformado por lodolitas de la Formación Bogotá; en la zona central del barrio se define una franja de terreno, en donde se encuentra una depresión cubierta por depósitos de origen fluvioglacial y rellenos antrópicos por donde se concentra el agua.

A lo largo de esta depresión se encuentra agua en el subsuelo, la cual queda atrapada dentro del depósito y puede generar temporalmente condiciones de saturación y subpresiones excesivas las cuales pueden ser la causa de las fallas locales o la reactivación de fallas generales dentro del depósito.

Las casas que han presentado problemas se encuentran dentro de una franja que está caracterizada por presentar fallas generales y locales o deformaciones de las plataformas en donde están cimentadas; estos fenómenos son atribuibles a la presencia de agua en el subsuelo y a procesos de ablandamientos o deformaciones de rellenos de baja calidad estructural.

10 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se presenta la descripción del trabajo de campo y oficina para la elaboración de los controles topográficos de los mojones para el monitoreo realizado en la urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas de la localidad de San Cristóbal, Bogotá D.C.

10.1 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Llevar a cabo el control topográfico (planimétrico y altimétrico) de los mojones existentes y nuevos materializados, con coordenadas reales, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

Amarre de coordenadas reales utilizando posicionamiento GPS.
Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
La cota se calcula con nivelación de precisión.
El error de precisión de cada levantamiento (Ver Tabla 3).

	CAMPAÑA No. 1	CAMPAÑA No. 2	CAMPAÑA No. 3	CAMPAÑA No. 4	CAMPAÑA No. 5	CAMPAÑA No. 6	CAMPAÑA No. 7	CAMPAÑA No. 8	CAMPAÑA No. 9
DESCRIPCIÓN	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**	**VALOR**
LONGITUD POLIGONAL	716.371	717.037	716.984	716.984	717.155	717.123	717.155	717.184	716.369
ERROR DE CIERRE	0.009	0.022	0.013	0.016550	0.024	0.016	0.024	0.022	0.019
PRECISIÓN POLIGONAL	75.618.479	32.980.705	54.208.853	43319.86	29.411.199	45.800.786	29.411.199	32.694.308	37703.63
ERROR ANGULAR	20"	20"	20"	10"	20"	15"	10"	10"	20"

Tabla 3. Cuadro de resumen del error de cierre para cada campaña Topográfica.

10.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

Los trabajos de campo se realizaron entre los meses Julio a Diciembre de 2007, una campaña mensual con la ubicación de 8 mojones en concreto, según especificaciones. Para el primer día de campaña se inicia el control topográfico con el posicionamiento GPS de los puntos de control localizados hacia en el barrio Guacamayas (hacia la parte alta costado occidental de la urbanización Villa de los Alpes) en una zona al parecer no presenta problemas de movimiento.

10.2.1 Traslado de coordenadas reales

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información del CD 831-A, del sistema de coordenadas del IGAC, cuyas coordenadas se muestran en la **Tabla 4**

Tabla 4. Coordenadas del punto de amarre

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
CD 831-A	97314.029	97724.641	2585.600

10.3 CONTROL TOPOGRÁFICO

10.3.1 Planimetría

10.3.1.1 Trabajo de campo

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar los levantamientos topográficos fueron los que se relacionan el la **Tabla 5**

Tabla 5 Relación de equipos y elementos por comisión

DESCRIPCIÓN	Cantidad
Estación PENTAX PTS-V5	1
Nivel Automático	1
Topógrafo	1
Cadenero primero	1
Cadenero segundo	2
Vigilante	1
Radios de onda corta	4
Vehículo	1

Se realizaron los controles topográficos para cada uno de los mojones existentes y materializados; la determinación de los ángulos horizontales se realiza mediante la utilización de plomadas, las distancias son tomadas con la estación total y con precisión al milímetro, estos datos son almacenados en el colector interno del equipo. Para cada punto se realiza doble lectura.

10.3.2 Altimetría

Para la determinación de la cota de cada uno de los elementos a nivelar se realiza previamente un circuito de nivelación y contra nivelación, dentro de los parámetros exigidos por el contratista, este trabajo fue realizado con nivel de precisión obteniendo lecturas al milímetro.

10.3.2.1 TRABAJO DE OFICINA

Los datos del levantamiento topográfico realizado, se bajaron directamente desde el colector de datos de la estación total al computador, evitando así errores de trascripción y agilizando este proceso.

10.4 EQUIPO UTILIZADO

Estación Total Electrónica

10.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Condición 1: Para condiciones atmosféricas óptimas con visibilidad del horizonte cercano a los 20km.
Condición 2: Para condiciones atmosféricas óptimas con visibilidad del horizonte cercano a los 40km.
Precisión angular Estación total PENTAX PTS-V5: 0.5 segundos.
Colector de datos: Externo.
Capacidad de almacenamiento Externo Cartera HP 48GX: 5.000 puntos.

10.4.2 Nivel

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NIVEL SECO 4812-24	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DOBLE KM DE NIVELACIÓN	2.5mm
TIPO DE IMAGEN	DIRECTA
MAGNIFICACIÓN	24X
APERTURA DEL OBJETO	30mm
MÍNIMA DISTANCIA FOCAL	0.5m
EXACTITUD DEL COMPENSADOR	0.5"

Al finalizar las campañas topográficas comprendidas entre la campaña No.1 y la campaña No.9 se encontraron diferencias en los desplazamientos horizontales y verticales.
La incidencia de estos desplazamientos no se vio reflejada en las estructuras de las viviendas, por alguna de las siguientes razone:

- Por desplazamiento de la masa en conjunto.
- Por no generar efectos visibles significativos en la condición estructural de las viviendas (ver **PLANO GE170-MF-01**).

11 INSTRUMENTACIÓN

Se presenta la descripción del trabajo de campo para la elaboración del control instrumental de los inclinómetros y piezómetros para el monitoreo realizado en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas de la localidad de San Cristóbal, Bogotá D.C.

11.1 ALCANCE ESPECÍFICO DE LAS LECTURAS INSTRUMENTALES

Llevar a cabo el control instrumental (inclinómetros y piezómetros) existentes, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

Localización visual y física de los instrumentos tales como piezómetros e inclinómetros
Inspección en superficie sobre el estado actual de la tubería
Verificación de protectores instalados
Revisión de posible taponamiento de la tubería

11.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

Los trabajos de campo se realizaron mensualmente entre los meses de Julio a Diciembre de 2007, con la ubicación de 7 piezómetros y 2 inclinómetros. Para cada campaña se inicia con la localización y posterior toma de lectura de los puntos de instrumentación localizados en la Urbanización de Villa de los Alpes y el barrio Atenas.
La ubicación de piezómetros e inclinómetros se presentan en el **PLANO GE170-MF-02 RIESGO.**

11.3 LECTURAS INSTRUMENTALES

- LECTURA DE INCLINOMETROS

Antes de ser introducida la sonda o torpedo que mide los desplazamientos se hace necesario introducir una sonda de prueba llamada dummy con el objetivo de comprobar la continuidad de la tubería y que no haya sido obstruida por fragmentos de roca o sedimentos. Este torpedo de prueba va sujetado con una cuerda de Nylon y en el caso que haya obstrucción se facilita la extracción.

Desde el inicio hasta el final del monitoreo se contó con 9 lecturas realizadas entre los meses de julio a diciembre de 2007. Los siguientes resultados corresponden a la última campaña:

La medición del inclinómetro No 2 con el torpedo de prueba solo alcanzó tres metros de profundidad, lo que indica que este inclinómetro se encuentra obstruido a esta profundidad y de acuerdo con lo observado, debe estar taponado con materiales finos.

La medición en el inclinómetro No 1 alcanzó una profundidad de ocho (8) metros lo que indica que el taponamiento es de dos metros con respecto a la profundidad de instalación, la cual corresponde a una profundidad total de diez (10) metros. Por lo anterior se presume que la superficie de falla se encuentra a ocho (8) metros y posiblemente el inclinómetro estaría flotando dentro de la masa de suelo que compone la ladera.

Con los resultados evidenciados anteriormente no es posible realizar gráficas de desplazamiento ya que en el estado en el que se encuentran los inclinómetros no hay evidencia de este fenómeno.

Durante la ejecución del monitoreo se propuso la instalación estratégica de nuevos inclinómetros con los cuales se permitiría obtener mejores lecturas de desplazamientos, pero dichas propuestas no fue aceptada por la DPAE.
La ubicación de inclinómetros propuestos se presenta en el **PLANO GE170-MF-02 RIESGO.**

- LECTURA DE PIEZÓMETROS

Luego de localizar los piezómetros en el terreno en la Urbanización Villa de los Alpes y el Barrio Atenas, se inspeccionan para evaluar el estado en el que se encuentran cada uno de ellos antes de realizar cualquier medición. Así se previene anomalías y errores en la toma de datos. Esta ubicación se encuentra en la **Tabla 6** y **Tabla 7** con las lecturas de las campañas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de las mediciones de niveles freáticos y su correspondiente profundidad en unidades de metros (m).

Tabla 6 Localización y registro de niveles freáticos para el Barrio Villa de Los Alpes.

Barrio Villa de los Alpes. Profundidades del N.F. (m)			**CAMPAÑA 1** Año 2007	**CAMPAÑA 2** Año 2007	**CAMPAÑA 3** Año 2007	**CAMPAÑA 4** Año 2007	**CAMPAÑA 5** Año 2007	**CAMPAÑA 6** Año 2007	**CAMPAÑA 7** Año 2007	**CAMPAÑA 8** Año 2007	**CAMPAÑA 9** Año 2007
		Prof.	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**	**GEOCING LTDA**
Piezómetro	**Localización**	**(m)**	**22-Ago**	**29-Ago**	**21-Sep**	**08-Oct**	**19-Oct**	**31-Oct**	**15-Nov**	**28-Nov**	**05-Dic**
PZ-E-01-V	CLL 36D con Cra 3A	8	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,3	1,9	1,9
PZ-E-02-V	Cll 36 D con Cra 3 B	8	2,3	1,9	2,3	2,3	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0
PZ-E-03-V	Cll 36 S con Car 4	4	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8
PZ-E-04-V	Car 3 No.35-04	4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2

Tabla 7. Localización y registro de niveles freáticos para el Barrio Atenas.

Barrio Atenas Profundidades del N.F. (m)			CAMPAÑA 1 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 2 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 3 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 4 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 5 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 6 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 7 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 8 Año 2007 GEOCING LTDA	CAMPAÑA 9 Año 2007 GEOCING LTDA
Piezómetro	**Localización**	**Prof. (m)**	**22-ago**	**29-ago**	**21-sep**	**08-oct**	**19-oct**	**31-oct**	**15-nov**	**28-nov**	**05-dic**
PZ-E-01-A	Dig 34 A Sur No. 1-53	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PZ-E-02-A	Dig 34 Sur No. 2-10	8	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9	-	-	-
PZ-E-03-A	Dig 34 Sur No. 2-76	4	3,3	3,3	3,4	3,4	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1

El estado de los piezómetros ubicados en la Urbanización Villa de Los Alpes y el Barrio Atenas presenta condiciones favorables, exceptuando el Piezómetro **PZ-E-01-A** (Ubicado en el Barrio Atenas), que durante el transcurso de los monitoreos se mantuvo obstruido y el piezómetro PZ-E-02-A (Ubicado en el Barrio Atenas), el cual para la campaña 7 se encontraba cubierto con una mezcla de concreto impidiendo la toma de lecturas hasta el final de las campañas (Ver **Tabla 6** y **Tabla 7**).

Los resultados anteriores indican que aun cuando se han presentado frecuentes precipitaciones en la zona de estudio, los piezómetros no presentan cambios considerables en sus lecturas, y los cambios que se evidencian en los niveles freáticos con respecto a la tomas lecturas anteriores, se deben al comportamiento normal de las aguas superficiales.

12 MONITOREO ESTRUCTURAL

El monitoreo estructural tuvo como objetivo identificar y evaluar el incremento en los daños de las viviendas monitoreadas para determinar el nivel de habitabilidad de acuerdo con la clasificación global de riesgos, según la estabilidad de la estructura y el terreno. Para cumplir con este propósito, esta consultoría realizó 9 campañas estructurales.

En la primera campaña estructural se realizó un reconocimiento de campo con una preselección de 300 viviendas ubicadas en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas. A partir de la segunda campaña este estudio monitoreó 250 viviendas seleccionadas, con presencia de daños en su estructura, daños en su alrededor, evidencias de inestabilidad en la zona entre otros, según estudios anteriores. La información de las viviendas fue consignada en unas fichas de recolección para cada campaña estructural que se encuentran anexas en su correspondiente informe.

12.1 TIPOLOGÍA DE LAS VIVIENDAS

El sistema estructural de la urbanización Villa de los Alpes es mampostería estructural, con placa prefabricada en concreto y cubierta en teja de asbesto cemento.
Teniendo en cuenta el número de pisos (en fachada y niveles al interior de la vivienda), se presenta la siguiente tipología de las viviendas.
TIPO A: Construcción de cinco niveles con tres en fachada.
TIPO B: Construcción de cinco niveles con dos en fachada.
TIPO C: Construcción de cuatro niveles con dos en fachada.
TIPO D: Construcción de dos niveles con dos fachadas.

TIPO 1: Construcción que conservan su tipología.
TIPO 2: Construcción la cual sufrió modificaciones.

En muchas de las viviendas se ha modificado la estructura con diversos tipos de ampliaciones y reformas, comprometiendo en algunos casos su habitabilidad, estas viviendas se consideran de tipo 2-A, 2-B, 2-C, 2-D. (Ver **Foto No. 7** Las viviendas que no han sufrido ninguna modificación se considera de tipo 1-A, 1-B, 1-C, 1-D (ver **Foto No. 8**).



Foto No. 7 Construcción que conservan su tipología. Tipo 1-D.



Foto No. 8 Construcción la cual sufrió modificaciones estructurales. Tipo 2-D.

Para cada una de las zonas de la Urbanización Villa de los Alpes, se tomó la correspondiente tipología mencionada, en construcciones Sin Modificaciones y Con Modificaciones.

12.2 TIPOLOGÍA DE LAS VIVIENDAS EN BARRIO ATENAS.

Las viviendas que se localizan en el barrio Atenas están construidas en su mayoría de 1 y 2 pisos con diferentes tipos de sistema estructural, tales como mampostería de muros no confinados y sistema aporticado, con cubiertas en tejas de asbesto-cemento.

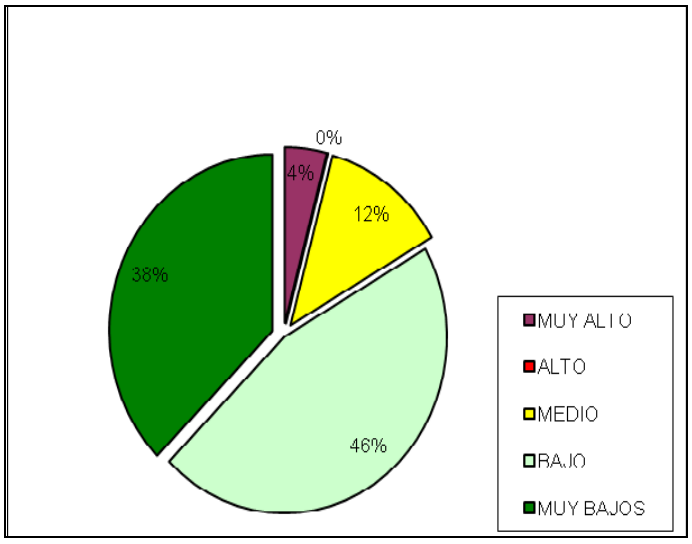
13 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE LAS VIVIENDAS

En el **PLANO GE170-MF-02** RIESGO (INFORME FINAL) se ilustra la clasificación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo de las 285 viviendas, de las cuales 250 viviendas fueron objeto de este monitoreo, 30 viviendas tienen orden de evacuación por parte de la DPAE en la Urbanización Villa de los Alpes y 5 viviendas se encuentran en el Programa de Reasentamiento por Alto Riesgos No Mitigable por parte de la DPAE en el barrio Atenas. Ver **ANEXO I** y Archivo Digital (base_de_datos_campaña_final.apr) en el que se muestra el detalle de cada vivienda.

13.1 ESTADO DE AMENAZA DE LAS VIVIENDAS.

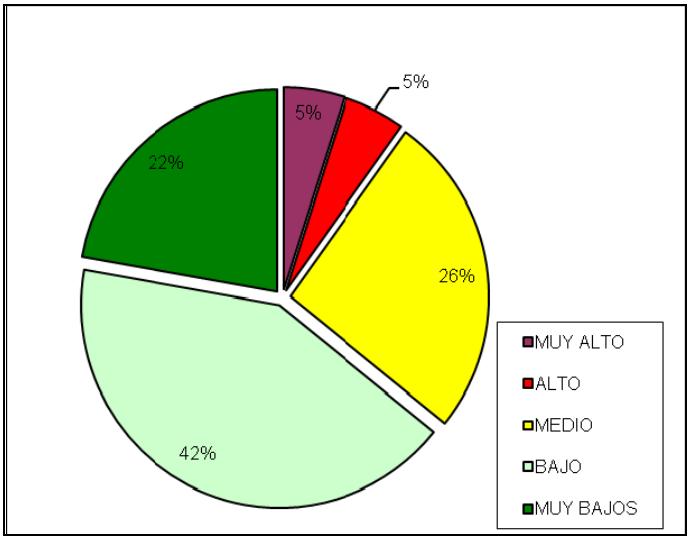
A continuación se presenta la Clasificación de Amenaza por zonas de la última campaña realizada (Campaña 9):

Gráfica No. 1 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



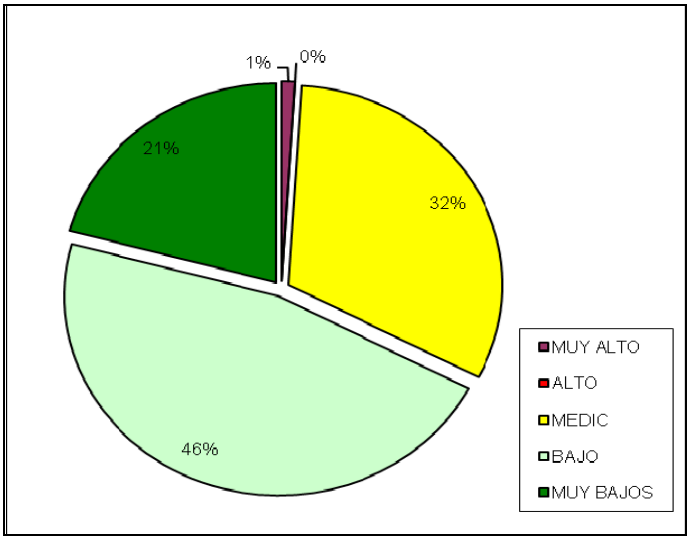
En la Zona 1. Se encontraron 24 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 4% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 12% (3 Viviendas), Bajo 46% (11 Viviendas) y Muy Bajo con el 38% (9 Viviendas).

Gráfica No. 2 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 2 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



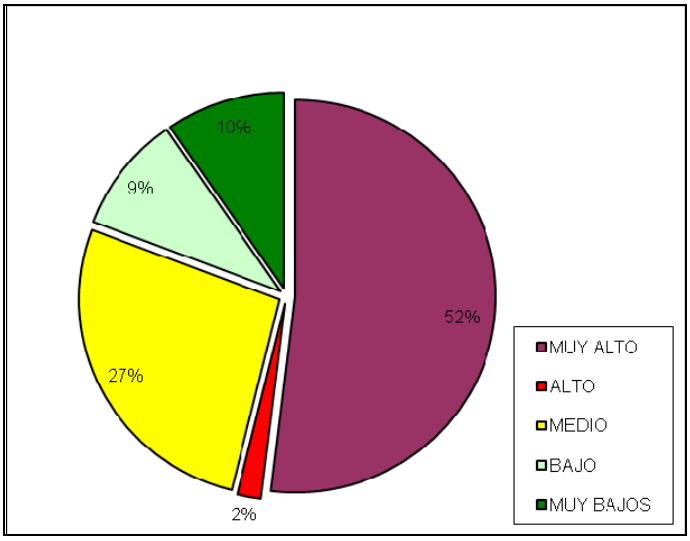
En la Zona 2. Se encontraron 81 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 5% (4 Viviendas), Alto 5% (4 Viviendas), Medio 26%(21 Viviendas), Bajo 42% (34 Viviendas) y Muy Bajo con el 22% (18 Viviendas).

Gráfica No. 3 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 3 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



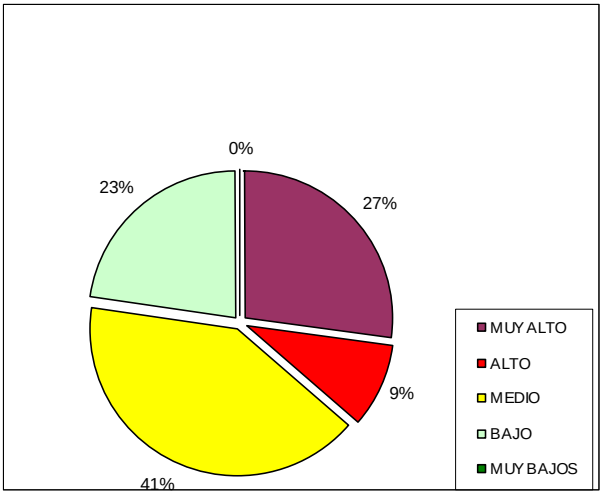
En la Zona 3. Se encontraron 101 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 1% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 32% (32 Viviendas), Bajo 46% (47 Viviendas) y Muy Bajo con el 21% (21 Viviendas).

Gráfica No. 4 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 4 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



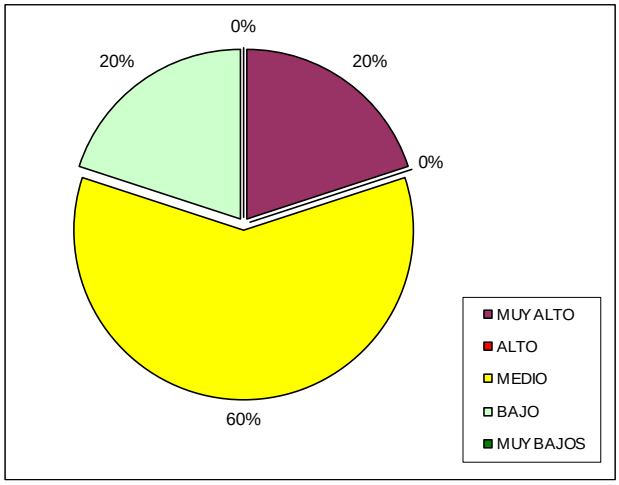
En la Zona 4. Se encontraron 52 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 52% (27 Viviendas), Alto 2% (1 Vivienda), Medio 27% (14 Viviendas), Bajo 9% (5 Viviendas) y Muy Bajo con el 10% (5 Viviendas).

Gráfica No. 5 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS.



En la Zona 1A. Se encontraron 22 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 27% (6 Viviendas), Alto 9% (2 Viviendas), Medio 41% (9 Viviendas), Bajo 23% (5 Viviendas) y Muy Bajo con el 0%.

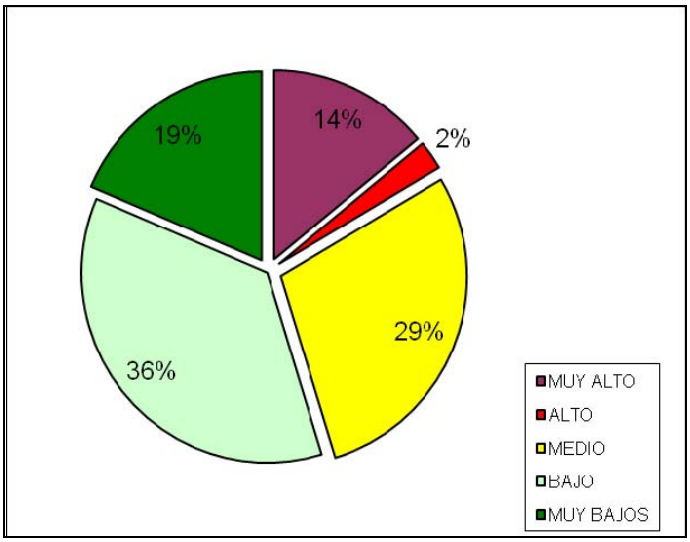
Gráfica No. 6 Estado de Amenaza de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS.



En la Zona 1B. Se encontraron 5 viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 20% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 60% (3 Viviendas), Bajo 20% (1 Vivienda) y Muy Bajo con el 0%.

De acuerdo a lo anterior se observar que la mayor concentración de amenaza se encuentra en la zona 4 y en la zona 1A ubicados en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas respectivamente, ya que están ubicados en suelos conformados por botaderos antiguos de desechos y basuras no tratadas, que reposan sobra la cabecera de un antiguo flujo de tierras y en un depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales, respectivamente.

Gráfica No. 7 Clasificación Total de Amenaza de las viviendas.



Al finalizar las campañas realizadas, se encontraron viviendas con el siguiente estado de Amenaza; Muy Alto 14% (40 Viviendas), Alto 2% (7 Viviendas), Medio 29% (82 Viviendas), Bajo 36% (103 Viviendas) y viviendas con un estado de Amenaza Muy Bajo con un 19% (53 Viviendas). El detalle se ve en el **ANEXO I** y Anexo Digital (base_de_datos_campaña_final.apr), sin embargo a continuación se presenta el resumen por barrios:

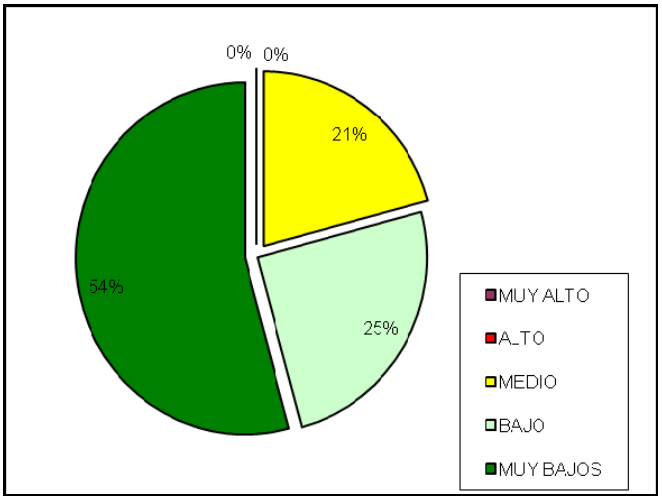
	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	TOTAL
Urbanización Villa de los Alpes	33	5	70	97	53	258
Barrio Atenas	7	2	12	6	0	27
TOTAL	40[1]	7	82	103	53	285

[1] Este resultado contiene las 30 viviendas con orden de evacuación por parte de la DPAE en la Urbanización Villa de los Alpes y las 5 viviendas que se encuentran el Programa de Reasentamiento por Alto Riego No Mitigable por parte de la DPAE en el barrio Atenas.

13.2 ESTADO DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS.

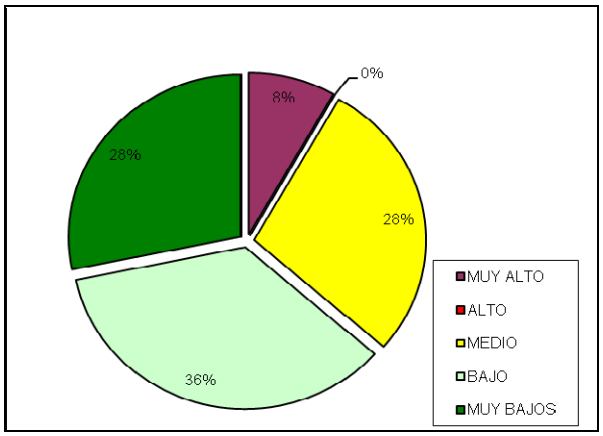
A continuación se presenta la Clasificación de Vulnerabilidad por zonas de la última campaña realizada (Campaña 9):

Gráfica No. 8 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



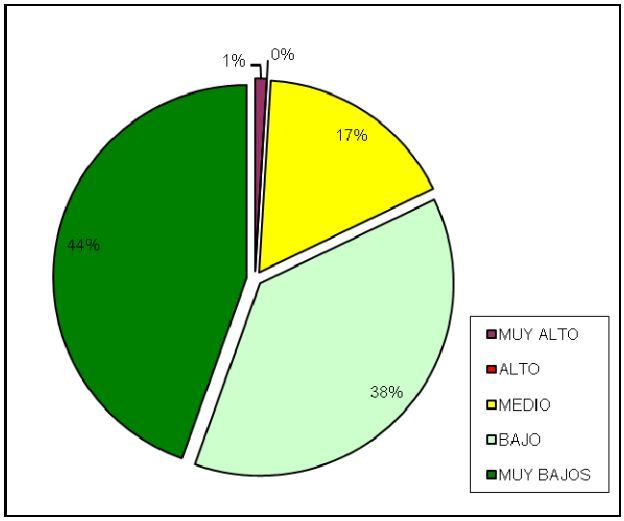
En la Zona 1. Se encontraron 24 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 0%, Alto 0%, Medio 21% (5 Viviendas), Bajo 25% (6 Viviendas) y Muy Bajo con el 54% (13 Viviendas).

Gráfica No. 9 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 2 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



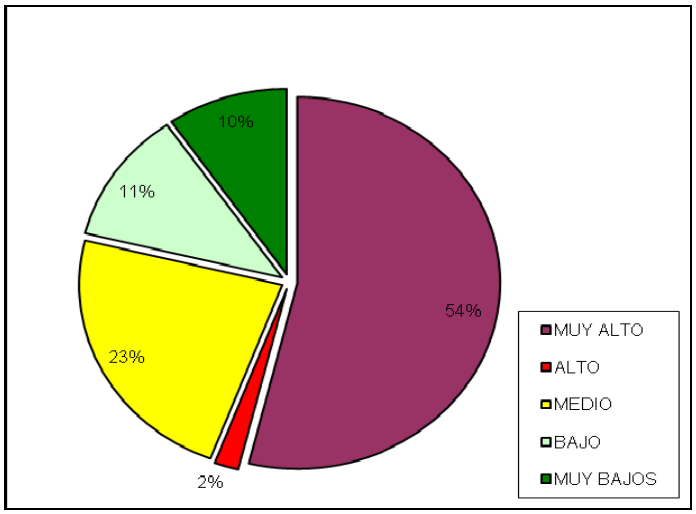
En la Zona 2. Se encontraron 85 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 8% (7 Viviendas), Alto 0%, Medio 28% (24 Viviendas), Bajo 36% (30 Viviendas) y Muy Bajo con el 28% (24 Viviendas).

Gráfica No. 10 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 3 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



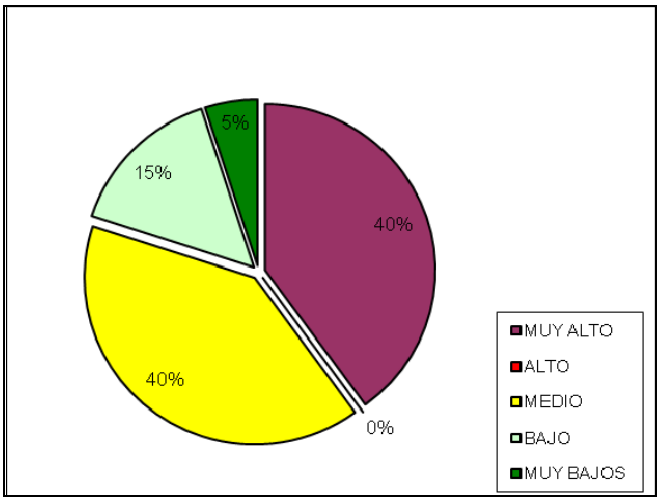
En la Zona 3. Se encontraron 101 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 1% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 17% (17 Viviendas), Bajo 38% (38 Viviendas) y Muy Bajo con el 44% (45 Viviendas).

Gráfica No. 11 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 4 – URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



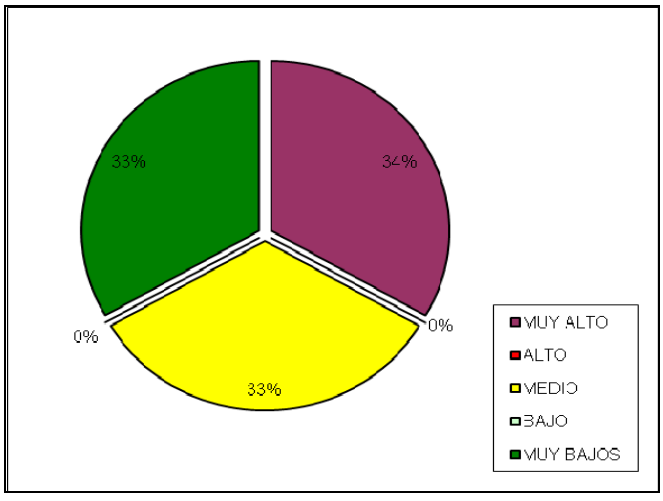
En la Zona 4. Se encontraron 52 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 54% (28 Viviendas), Alto 2% (1 Vivienda), Medio 23% (12 Viviendas), Bajo 11% (6 Viviendas) y Muy Bajo con el 10%. (5 Viviendas).

Gráfica No. 12 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS



En la Zona 1A. Se encontraron 20 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 40% (8 Viviendas), Alto 0%, Medio 40% (8 Viviendas), Bajo 15% (3 Viviendas) y Muy Bajo con el 5% (1 Vivienda).

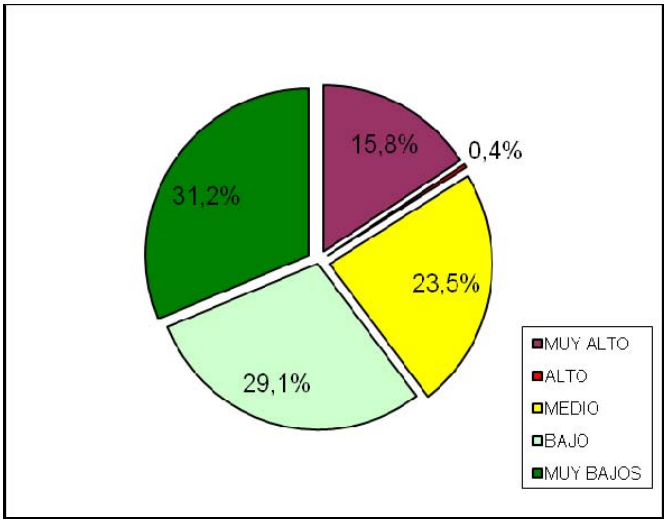
Gráfica No. 13 Estado de Vulnerabilidad de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS



En la Zona 1B. Se encontraron 3 viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 34% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 33% (1 Viviendas), Bajo 0% y Muy Bajo con el 33% (1 Vivienda).

De acuerdo a lo anterior se puede observar que la mayor concentración de vulnerabilidad se encuentra en la zona 4 y en la zona 1A ubicados en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas respectivamente.

Gráfica No. 14 Clasificación Total de Vulnerabilidad de las viviendas.



Al finalizar el monitoreo se encontraron viviendas con el siguiente estado de Vulnerabilidad; Muy Alto 15,8% (45 Viviendas), Altas 0,4% (1 Vivienda), viviendas en estado de Vulnerabilidad Medio 23,5% (67 Viviendas), viviendas con estado de Vulnerabilidad Bajo 29,1% (83 Viviendas) y viviendas con estado de Vulnerabilidad Muy Bajo 31,2% (89 Viviendas). Como lo indica la **Gráfica No. 14**. El detalle se ve en el **ANEXO I** y Anexo Digital (base_de_datos_campaña_final.apr), sin embargo a continuación se presenta el resumen por barrios:

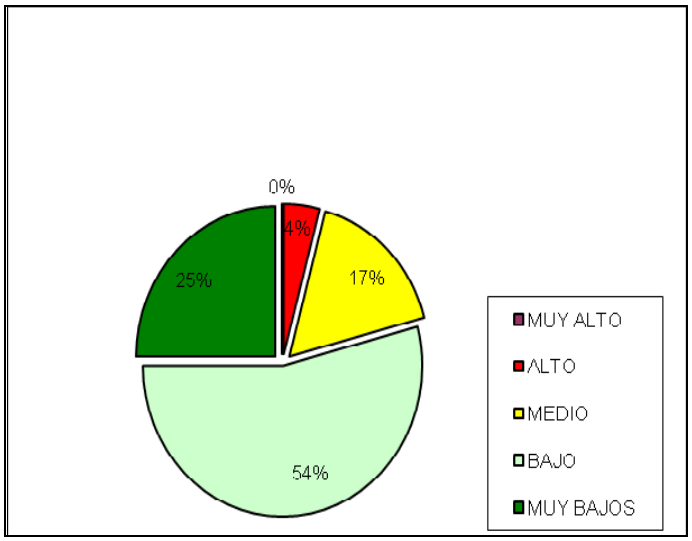
	MUY ALTO	**ALTO**	**MEDIO**	**BAJO**	**MUY BAJO**	**TOTAL**
Urbanización Villa de los Alpes	36	1	58	80	87	262
Barrio Atenas	9	0	9	3	2	23
TOTAL	45[2]	1	67	83	89	**285**

[2] Este resultado contiene las 30 viviendas con orden de evacuación por parte de la DPAE en la Urbanización Villa de los Alpes y las 5 viviendas que se encuentran el Programa de Reasentamiento por Alto Riego No Mitigable por parte de la DPAE en el barrio Atenas.

13.3 ESTADO DE RIESGO DE LAS VIVIENDAS.

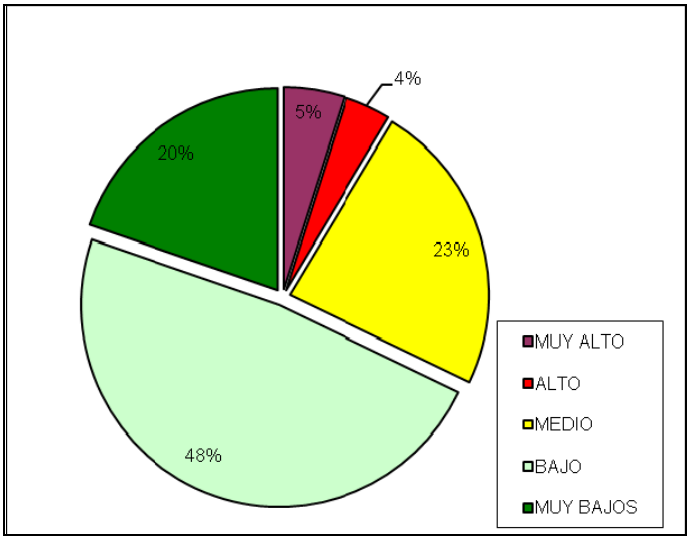
A continuación se presenta la Clasificación de Riesgo por zonas de la última campaña realizada (Campaña 9):

Gráfica No. 15 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1- URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



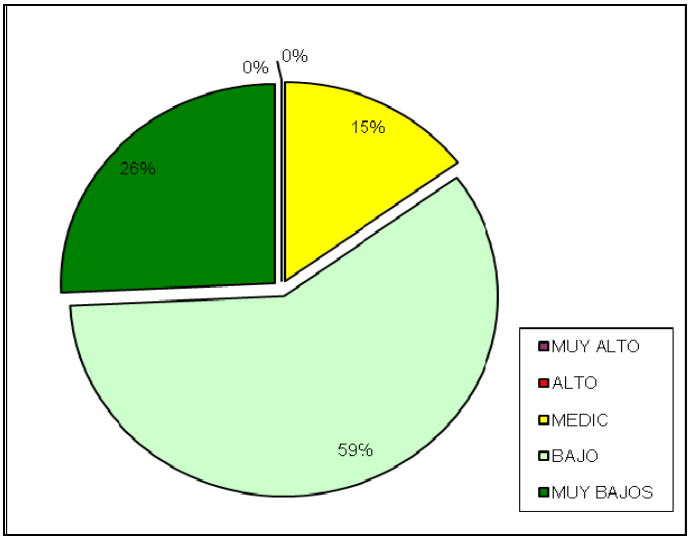
En la Zona 1. Se encontraron 24 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 0%, Alto 4% (1 Vivienda), Medio 17% (4 Viviendas), Bajo 54% (13 Viviendas) y Muy Bajo con el 25% (6 Viviendas).

Gráfica No. 16 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 2 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



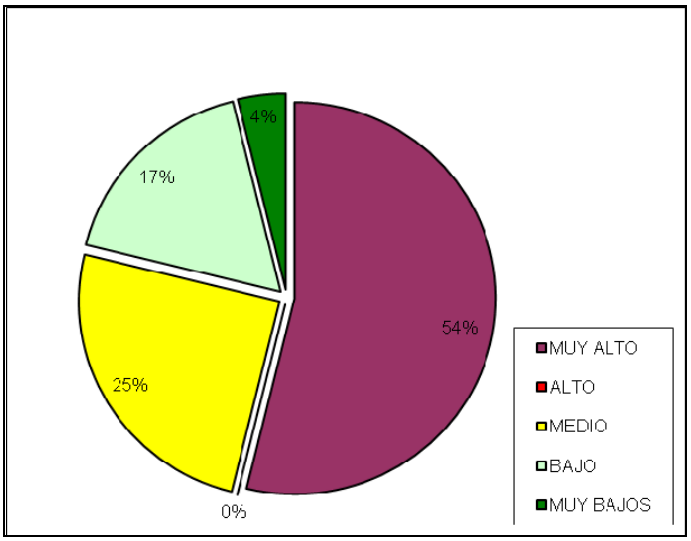
En la Zona 2. Se encontraron 81 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 5% (4 Viviendas), Alto con el 4% (3 Viviendas), Medio 23% (19 Viviendas), Bajo 48% (39 Viviendas) y Muy Bajo con el 20% (16 Viviendas).

Gráfica No. 17 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 3 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



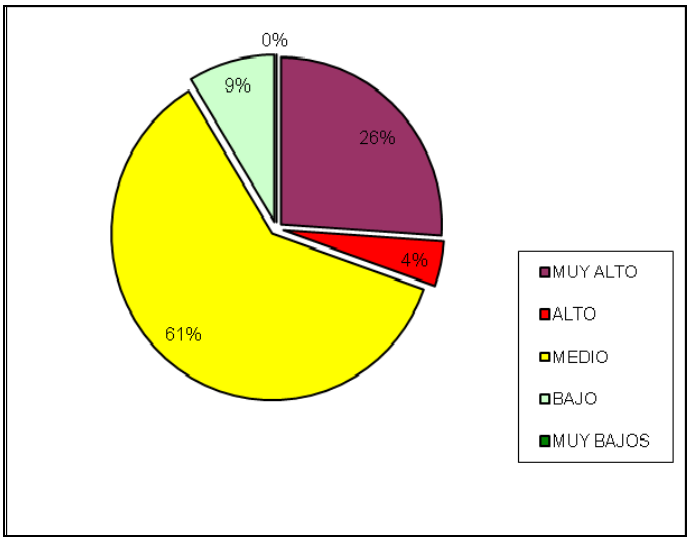
En la Zona 3. Se encontraron 101 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 0%, Alto con el 0%, Medio 15% (15 Viviendas), Bajo 59% (60 Viviendas) y Muy Bajo con el 26% (26 Viviendas).

Gráfica No. 18 Clasificación de Riesgo de las viviendas ZONA 4 - URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES.



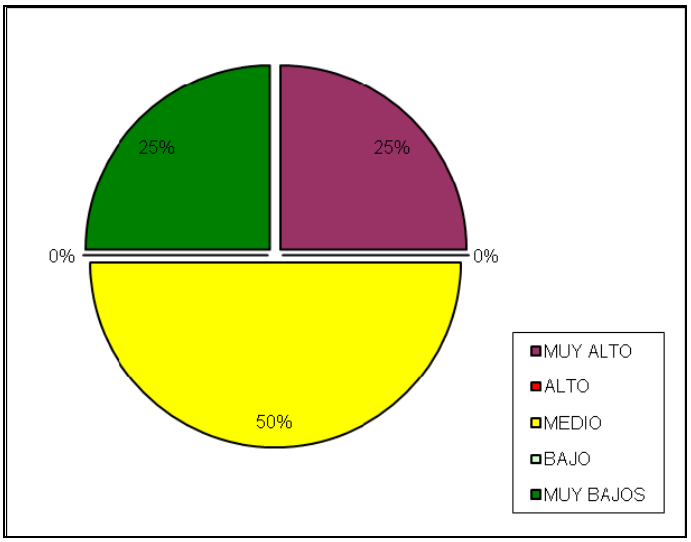
En la Zona 4. Se encontraron 52 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 54% (28 Viviendas), Alto 0%, Medio 25% (13 Viviendas), Bajo 17% (9 Viviendas) y Muy Bajo con el 4% (2 Viviendas).

Gráfica No. 19 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1A – BARRIO ATENAS.



En la Zona 1A. Se encontraron 23 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 26% (6 Viviendas), Alto 4% (1 Vivienda), Medio 61% (14 Viviendas), Bajo 9% (2 Viviendas) y Muy Bajo con el 0%.

Gráfica No. 20 Clasificación de Riesgo de las viviendas en la ZONA 1B – BARRIO ATENAS.

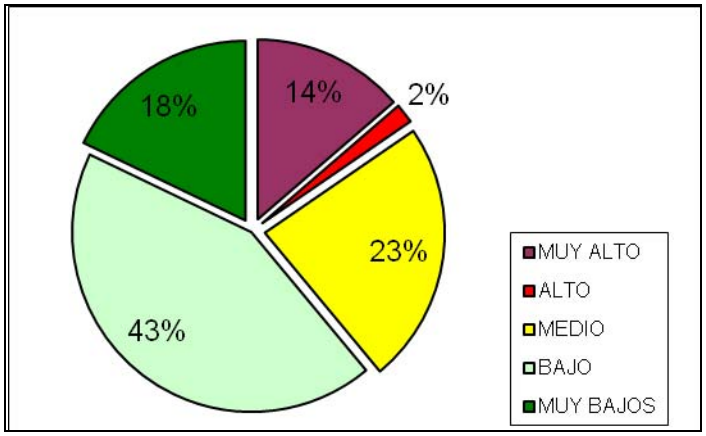


En la Zona 1B. Se encontraron 4 viviendas con el siguiente estado de riesgo; Muy Alto 25% (1 Vivienda), Alto 0%, Medio 50% (2 Vivienda), Bajo 0% y Muy Bajo con el 25% (1 Vivienda).

De acuerdo a lo anterior se puede observar que la mayor concentración de daños se encuentra en la zona 4 y en la zona 1A ubicados en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas respectivamente.
La Zona 1, 2 y 3 de la Urbanización Villa de los Alpes presenta un porcentaje importante de viviendas con estado Medio y estado Alto que exige continuidad en los monitoreos.

La Zona 2 de la Urbanización Villa de los Alpes presenta un porcentaje de viviendas con estado de riesgo Muy Alto ubicado en la manzana No.83.

Gráfica No. 21 Clasificación Final de Riesgo de las viviendas.



Al finalizar las campañas realizadas, se encontraron viviendas con el siguiente estado de Riesgo; Muy Alto 14% (39 Viviendas), Alto 2% (5 Vivienda), Medio 23% (67 Viviendas), Bajo 43% (123 Viviendas) y viviendas con un estado de Riesgo Muy Bajo con un 18% (51 Viviendas). El detalle se ve en el **ANEXO I** y Anexo Digital (base_de_datos_campaña_final.apr), sin embargo a continuación se presenta el resumen por barrios:

BARRIO	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	TOTAL
Urbanización Villa de los Alpes	32	4	51	121	50	258
Barrio Atenas	7	1	16	2	1	27
TOTAL	39[3]	5	67	123	51	**285**

[3] Este resultado contiene las 30 viviendas con orden de evacuación por parte de la DPAE en la Urbanización Villa de los Alpes y las 5 viviendas que se encuentran el Programa de Reasentamiento por Alto Riego No Mitigable por parte de la DPAE en el barrio Atenas.

14 VIVIENDAS EN ESTADO DE RIESGO MUY ALTO

A continuación se presentan las viviendas con estado de riesgo Muy Alto de acuerdo con la clasificación total de riesgos, en el que se caracterizan aspectos importantes encontrados a lo largo de este estudio:

1. **Barrio:** Villa de los Alpes
   Dirección: Calle 36d Sur Nº 3ª – 77 sur
   Zona: 4
   Manzana: 73
   Lote: 1
   ID: 17

Esta vivienda se encuentra en una zona de amenaza alta por remoción de masa (según estudios realizados por la Firma Geoingeniería), emplazada sobre suelos conformados por botaderos antiguos de desechos y basuras no tratadas, que reposan sobre la cabecera de un antiguo flujo de tierra; en ella se pueden observar grandes agrietamientos en los muros del costado occidente tales como: Muro de carga derecha, fachada lateral y pérdidas por verticalidad en el muro de carga izquierdo (Ver **Foto No.9, Foto No.10, Foto No.11)**. Además presenta modificaciones a gran escala en su sistema estructural (Tipo 2-C: Construcción de cuatro niveles al interior de la vivienda y dos niveles en fachada) debilitando considerablemente su estabilidad. De igual forma, lo anterior compromete el muro de carga del costado derecho y el voladizo (Ver **Foto No.12**), con alta posibilidad de desprendimiento y con el consecuente riesgo de los transeúntes en el espacio publico. Presenta grietas importantes entre el muro de carga y la cubierta de la parte posterior de la vivienda. En el exterior de esta, el paso peatonal presenta deterioro en su estructura de concreto

Mediante el Diagnostico Técnico No. DI-3427 con fecha del 3 de octubre de 2007 la Dirección de Atención de emergencias de Bogotá-DPAE emitió una orden de restricción parcial de uso No.002019 del costado izquierdo de la vivienda aledaña a la vía peatonal y además recomendó a sus propietarios evacuar la vivienda hasta que se mejore la calidad estructural de la vivienda y se garantice su estabilidad.

Lo anterior, teniendo en cuenta las restricciones y/o condiciones al uso del suelo dispuestas por la Secretaría Distrital de Planeación en la reglamentación urbanística definida para el sector donde se ubica el predio.

	
Foto No. 9 Fisura a lo largo del muro de carga derecha.	**Foto No. 10** Separación de la cimentación con las escaleras en paso peatonal.

	
Foto No. 11 Fisura en fachada a la altura del antepecho.	**Foto No. 12** Agrietamiento entre muro del costado derecho y voladizo.

2. Barrio: Villa de los Alpes
Dirección: Trv. 4ª Bis No.32ª-18 sur
Zona: 2
Manzana: 83
Lote: 5
ID: 179

Esta vivienda se encuentra cimentada sobre flujos de tierra de aproximadamente 2.0 metros de espesor, que a su vez descansan sobre arcillolitas. La vivienda en comento presenta modificaciones leves en su estructura (Tipo 2-B Construcción de cinco niveles al interior de la vivienda y dos niveles en fachada) que corresponde a una ampliación de la ventana de la fachada posterior; dicha vivienda tiene fisuras entre la placa de entrepiso y los muros de carga, provocando perdida de verticalidad y comprometiendo las demás unidades que componen la estructura (Ver **Foto 13**), además se encuentra

comprometida estructuralmente y propensa a un colapso inminente por los asentamientos diferenciales identificados al costado posterior y muros de carga izquierdo y derecho (Ver **Foto No.14**); en consecuencia de las grandes deformaciones que ha sufrido la vivienda su propietario ha apoyado las viguetas de entrepisos y cubierta temporalmente con parales en madera, la cual se encuentra desprendida en gran parte de su perímetro (Ver **Foto No.15**). Cabe anotar que durante el desarrollo del presente estudio la Dirección de prevención y Atención-DPAE emitió orden de evacuación No. 3474 a esta vivienda.



Foto No. 13 Separación de las dos viviendas ubicadas en la Trv. 4ª Bis No.32ª-18 sur y Trv. 4ª bis No.32ª-16 sur.



Foto No. 14 Desprendimiento del material de muro de carga izquierdo en el acceso.



Foto No. 15 Fisura en placa de entrepiso y vigueta soportados por un paral en madera.

3. **Barrio:** Atenas
   Dirección: Diag. 34 No.2-22 Este; Diag. 33ª No.1 Este-32 Sur
   Zona: 1A; 1A
   Manzana: F; P
   Lote: 47; 29
   ID: 102; 60

Estas viviendas presentan una patología de falla similar evidenciados en los asentamientos diferenciales que provocaron grietas en los muros de fachada, de carga y a lo largo del contrapisos (Ver **Foto No.16, Foto No.17 y Foto 18**). Cuentan con un sistema estructural de mampostería semiconfinada. Cabe anotar que las viviendas en comento se encuentran cimentadas sobre la Zona 1A: Emplazada sobre la zona central del barrio Atenas, donde se encuentra una depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales, a lo largo de esta depresión se encuentran agua en el subsuelo, la cual queda atrapada dentro del deposito con posibilidad de generar temporalmente condiciones de saturación y subpresiones excesivas las cuales pueden ser la causa de las fallas locales o la reactivación de falla generales dentro del depósito.

En particular la vivienda localizada en la Diag. 33ª No.1 Este-32 Sur (ID: 60) presenta perdida de verticalidad en los muros estructurales, divisorios y mala calidad de la construcción de la losa de entrepiso. La afectación de esta vivienda es progresiva, ya que durante el periodo de este monitoreo se evidenció la aparición de nuevas fisuras y el avance de las ya existentes.

Mediante el Diagnostico Técnico No. DI-3101 con fecha del 24 de Enero de 2007 la Dirección de Atención de Emergencias de Bogotá-DPAE recomendó evacuar la vivienda localizada en la Diag. 34 No.2-22 Este, además, incluirla en el Programa de Reasentamiento de Familias Localizadas en Alto Riesgo No Mitigable.

	
Foto No. 16 Grietas en fachada posterior del primer piso.	**Foto No. 17** Grieta evidenciada entre muro de carga y columna de confinamiento.



Foto No. 18 Grietas a lo largo de fachada lateral.

14.1 COMPARATIVO ENTRE MONITOREOS ANTERIORS (ANDRÉS VASQUEZ, EDMUNDO RIVERA Y PSI) Y EL MONITOREO ACTUAL REALIZADO POR GEOCING LTDA.

Se realizó un comparativo de los monitoreos anteriores entre Andrés Vásquez, Edmundo Rivera, PSI y el monitoreo actual realizado por GEOCING LIMITADA. Implementándose la Matriz de riesgo (EVOLUCIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS).Ver **Tabla 8** Obteniendo así la siguiente información. Ver **Tabla 9**.

Tabla 8. Matriz de riesgo (EVOLUCIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS).

RIESGO ESTUDIO ACTUAL	RIESGO ESTUDIO ANTERIOR: BAJO	MEDIO	ALTO
MUY BAJO			
BAJO			
MEDIO			
ALTO			
MUY ALTO			

Tabla 9. Evolución de Estado de Viviendas.
(Monitoreos Anteriores Vs. Monitoreo Actual "GEOCING LTDA")

		EVOLUCIÓN DE ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS			
ID_GEOCING	DIRECCIÓN	ANDRÉS – GEOCING (2004)	EDMUNDO – GEOCING (2005)	PSI VILLA – GEOCING (2006)	PSI ATENAS – GEOCING (2006)
1	CLLE 36 I No.3-06 sur				
2	CLLE 36 I No.3-16 sur				
3	CLLE 36 H No. 3-05 sur				
4	CLLE 36 H No. 3-04 sur				
5	CLLE 36 F No. 3-23 sur				
6	CLLE 36 F No. 3A-17 sur				
7	CLLE 36 F No.3A-16 sur				
8	CLLE 36 D No. 3A-71 sur				
13	CLL 36F No 3C-03 SUR				
15	CLL 36F No 3A-46 SUR				
16	CLL 36F No 3A-48 SUR				
17	CLL 36D No 3A-77 SUR				
21	CLL 36i No 3 No. 30 SUR				
23	CLL 36G No 3 No. 60 SUR				
24	CLL 36F No 3 No. 27 SUR				
25	CLL 36F No 3A No. 04 SUR				
26	CLL 36F No 3A No. 06 SUR				
27	CLL 36F No 3A No. 54 SUR				
28	CLL 36D No 3A No. 14 SUR				
29	CLL 36D No 3A - 62 SUR				
36	DIAG 33A No. 4B-37 sur				
37	DIAG 32B No. 4A - 19 sur				
38	DIAG 33A No. 4A-04 sur				

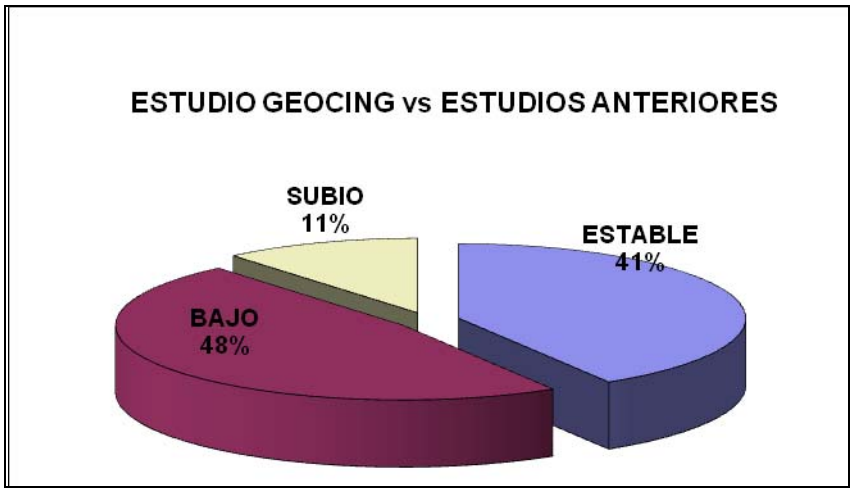
		EVOLUCIÓN DE ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS			
ID_GEOCING	DIRECCIÓN	ANDRÉS – GEOCING (2004)	EDMUNDO – GEOCING (2005)	PSI VILLA – GEOCING (2006)	PSI ATENAS – GEOCING (2006)
39	CRA 4 BIS No. 32B-16 sur				
49	TRV 4 BIS No 32A - 25 SUR				
51	TRANSV. 4 No. 32A - 17 sur				
52	DIAG. 32 B No. 1B-95 sur				
54	CLLE 35 B No. 1A-34 sur				
57	DIAG. 32 C BIS No. 1 ESTE -20				
59	DIAG. 33 No. 1-53 ESTE sur				
60	DIAG. 33A No. 1-32sur				
62	CLL 35 SUR No 3A-05				
63	CLL 35 SUR No. 3A-28				
68	TRVS 1 EST No. 33 A-16 SUR				
74	DIAG 32B No 1B - 93 SUR				
76	CLL 35A No 1A - 53 SUR				
78	TRV 1 ESTE No 33A - 75 SUR				
80	DIAG 3 BIS No 1 - 45 ESTE				
81	Dg. 33A SUR No1-38 ESTE				
82	TRA 1 B BIS No 33B - 24				
87	CALLE 36C 3A-68				
91	DIAG 33B No 2 - 10				
92	DIAG 34 No 2 - 10 ESTE				
94	DIAG 34 No 2 - 76 ESTE				
95	DIAG 33B No 2 - 45 ESTE				
98	CLL 36D No 3A - 16				

		EVOLUCIÓN DE ESTABILIDAD DE LAS VIVIENDAS			
ID_GEOCING	DIRECCIÓN	ANDRÉS – GEOCING (2004)	EDMUNDO – GEOCING (2005)	PSI VILLA – GEOCING (2006)	PSI ATENAS – GEOCING (2006)
	SUR				
100	CLL 36C No 3A - 09 SUR				
104	DIAG. 34 No. 2 - 58 ESTE sur				
105	DIAG. 33 B No. 2 - 59 ESTE su				
106	DIAG. 33 B No. 2-31 ESTE sur				
119	KR 3C No 32A-48 SUR				
128	CLL 36H No 3 - 40 SUR				
140	CLLE 36 D No. 3A - 47 sur				
154	TRANSV. 4 No. 32 A - 33 sur				
156	TRANS. 4 A BIS No.32 A -16sur				
176	K 5 No 32 - 27 SUR				
177	Trv 4 No 32 - 49 SUR				
180	TRV 4A BIS No 32A - 26 SUR				
194	CLLE 35 No. 4 A -03 sur				
195	CLLE 35 No. 4 A - 87 sur				
199	CLL 35 No 4A - 21 SUR				
282	DIAG 32B No 4A - 32 SUR				
290	DIAG 32A No 4A - 03 SUR				

Es decir, si la vivienda con ID= 38 en la **Tabla 9** presenta un resultado ,significa que de acuerdo a la matriz de riesgo (**Tabla 8**) la valoración de estudios anteriores como (PSI) la clasifican en estado de Riesgo MEDIO, mientras que comparativamente en la actualidad la Firma GEOCING LIMITADA la califica con estado de riesgo BAJO; lo anterior indica que entre estudios (PSI y GEOCING LTDA.) la clasificación de riesgo de dicha vivienda bajo su estado de riesgo de Medio a Bajo.

De acuerdo a la **Tabla 9.** se identificaron 63 viviendas que fueron objeto de estudios anteriores (ANDRÉS VÁSQUEZ, EDMUNDO RIVERA, PSI) y que fueron objeto de estudio de GEOCING LIMITADA. De las 63 viviendas observadas en la tabla anterior; el 41% mantuvieron el estado de riesgo estable, el 48% bajaron el estado de riesgo y el 11% subió el estado de riesgo. Según el análisis efectuado por la **Gráfica No. 22.**

Gráfica No. 22 Comparativo de Estado de Riesgo Estudio GEOCING LTDS Vs. Estado de Riesgo de Estudios Anteriores.



Teniendo en cuenta las **Tabla 8** y la **Tabla 9**.Se analiza que los cambios en el estado de riesgo de las viviendas surgen por los siguientes motivos:

- Las viviendas que bajaron su estado de riesgo se debió a las reparaciones locativas realizadas por los propietarios de las viviendas.

- Las viviendas que han mantenido su calificación, se debe a que no se ha presentado incidencia de los Fenómenos de Remoción en masa (FRM) sobre estas estructuras o por encontrarse localizadas en zonas no críticas.

- Las viviendas que aumentaron su estado de riesgo desde los estudios realizados por PSI en la urbanización de villa de los Alpes y el barrio Atenas son los siguientes:

ID: 13 Vivienda ubicada en la CLL 36F Sur # 3C-03; Zona 4; Manzana No.74; Lote 15: Estado de riesgo actual es Medio.
ID: 17 Vivienda ubicada en la CLL 36D No 3A-77 Sur; Zona 4; Manzana No.73; Lote 1: Estado de riesgo actual es Muy Alto.
ID: 62 Vivienda ubicada en la CLL 35 Sur No 3A-05; Zona 2; Manzana No.44; Lote 7: Estado de riesgo actual es Medio.
ID: 60 Vivienda ubicada en la DIAG. 33A No. 1-32 Sur; Zona 1A; Manzana F; Lote 29: Estado actual Muy Alto.
ID: 105 Vivienda ubicada en la DIAG. 33B No.2-59 Este Sur; Zona 2; Manzana P; Lote 21: Estado de riesgo actual es Medio.

ID: 156 Vivienda ubicada en la TRANS. 4A Bis No.32A -16 Sur; Zona 2; Manzana No.83; Lote 6: Estado de riesgo actual es Medio.
ID: 195 Vivienda ubicada en la CLL 35 No. 4A - 87 Sur; Zona 3; Manzana No.10; Lote 2: Estado de riesgo actual es Medio.

Estas viviendas se encuentran emplazadas en su mayoría sobre la ZONA 4 de la urbanización Villa de los Alpes: suelos conformados por botaderos antiguos de desechos y basuras no tratadas, que reposan sobra la cabecera de un antiguo flujo de tierras; sobre la ZONA 2 de la Urbanización Villa de los Alpes: Se encuentran cimentadas sobre flujos de tierras (Qfti, Qft) de aproximadamente 2.0 metros de espesor, que a su vez descansan sobre arcillolitas, y sobre la ZONA 1A del barrio Atenas: Localizada en la zona central del barrio Atenas, donde se encuentra una depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales.

15 CONCLUSIONES

- Se identificaron 63 viviendas que fueron objeto de estudios anteriores (ANDRÉS VÁSQUEZ, EDMUNDO RIVERA, PSI) y estudio de GEOCING LIMITADA. De las 63 viviendas observadas el 41 % mantuvieron el estado de riesgo estable, el 48 % bajaron el estado de riesgo y solo el 11 % subió el estado de riesgo. Según el análisis anterior, estos cambios se deben en su mayoría a:

  - ✓ Reparaciones locativas realizadas por los propietarios de las viviendas.

  - ✓ Las viviendas que han mantenido su calificación, se debe a que no se ha presentado incidencia de los Fenómenos de Remoción en masa (FRM) sobre estas estructuras o por encontrarse localizadas en zonas no críticas.

- A continuación se presenta el ESTADO FINAL DE RIESGOS para las 285 viviendas de las cuales 250 viviendas fueron objeto de este monitoreo Ver **ANEXO I**. es de mencionar que con anterioridad, la DPAE emitió orden de evacuación a 30 viviendas de la Urbanización Villa de los Alpes e incluyó 5 viviendas en el Programa de Reasentamiento por Alto Riesgo No Mitigable (Ver PLANO GE170-MF-02).

- Al finalizar las campañas geotécnicas y estructurales en la Urbanización Villa de los Alpes y el Barrio Atenas se encontró el siguiente estado de Riesgos:

  - ✓ Viviendas con estado Muy Alto 14% (39 viviendas).
  - ✓ Viviendas con estado Alto 2% (5 vivienda).
  - ✓ Viviendas con estado Medio 24% (67 viviendas).
  - ✓ Viviendas con estado Bajo 43% (123 viviendas).
  - ✓ Viviendas con estado Muy bajo 18% (51 viviendas).

  A continuación se presenta el resumen por barrios:

	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	TOTAL
Urbanización Villa de los Alpes	32	4	51	121	50	258
Barrio Atenas	7	1	16	2	1	27
TOTAL	39[4]	5	67	123	51	**285**

- El estado de riesgo de las viviendas puede incrementarse antes cargas externas como las cargas sísmicas, ejecución de obras cercanas a la vivienda, sobrecargas por ampliaciones entre otras.

- Ante la evaluación realizada en el monitoreo No.3 con respecto al monitoreo No.2, la vivienda con (ID 178; Trv. 4b No.32ª-13 sur; Manzana No.83; Lote 7): Pasó del estado de riesgo Bajo a estado de riesgo Medio, ya que se amplio la información sobre la condición de la vivienda, pudiendo acceder a sitios antes no inspeccionados durante las campañas anteriores (monitoreo No.1 y monitoreo No.2).

[4]Este resultado contiene las 30 viviendas con orden de evacuación por parte de la DPAE en la Urbanización Villa de los Alpes y las 5 viviendas que se encuentran el Programa de Reasentamiento por Alto Riego No Mitigable por parte de la DPAE en el barrio Atenas.

- Las viviendas que cambiaron su estado de riesgos ante la evaluación realizada en el monitoreo No.4 con respecto al monitoreo No.3 fueron las siguientes:

  - ✓ La vivienda con (ID: 214; Cll 36 No.3b-31 sur; Manzana No.105; Lote 7) y (ID: 215; Cll 36 No.3b-29 sur; Manzana No.105; Lote 8): Pasaron del estado Bajo a estado Medio. La vivienda con (ID: 101; Diag. 33b No.1Este-54 sur; Manzana M; Lote 32): Pasó del estado Bajo a estado Alto.
    Lo anterior fue producto de la ampliación de la información sobre la condición de las viviendas, pudiendo acceder a sitios antes no inspeccionados durante las campañas anteriores (monitoreo No.1, monitoreo No.2 y monitoreo No.3).

  - ✓ La vivienda con (ID 155; Trv 4 No.32ª-15 sur; Manzana No.83; Lote 7): Pasó del estado Alto a estado Bajo, como consecuencia de las reparaciones locativas realizadas por el propietario a la vivienda.

  - ✓ Los daños generados en la vivienda (ID 52; Diag. 32b No.1b-95 sur; Manzana 58; Lote 1), fueron ocasionados por problemas locales de expansión de suelo, por encontrarse ubicado en un talud con una pendiente superior al 60% y a daños en las redes de acueducto y alcantarillado que generaron este tipo de afectación. Sin embargo esta vivienda pasó del estado de riesgo Alto a estado Medio, debido a que el propietario realizó arreglos entre el andén y el muro de carga derecho.

- Las viviendas que cambiaron su estado de riesgos ante la evaluación realizada en el monitoreo No.5 con respecto al monitoreo No.4 fueron las siguientes:

  - ✓ La vivienda con (ID: 62; Cll 35 Sur # 3A-05; Manzana No.44; Lote 7), (ID: 136; Cll 36 BIS No. 3-72 Sur; Manzana No.50; Lote 14), (ID: 138; Cll 36 I No. 3 -34 sur; Manzana No.76; Lote 13), (ID: 158; Diag. 33 A No. 4A -08 Sur; Manzana No.84; Lote 2), (ID: 191; Cll 34 A No. 4 A - 27 sur; Manzana No.9; Lote 11), (ID: 195; Cll 35 No. 4 A - 87 Sur; Manzana No.10; Lote 2): Pasaron del estado Bajo a estado Medio. La vivienda con (ID: 245; Cll 33 Sur # 4B - 48; Manzana 91; Lote 8): Pasó del estado Muy Bajo a estado Medio.
    Lo anterior fue producto de la ampliación de la información sobre la condición de las viviendas, pudiendo acceder a sitios antes no inspeccionados durante las campañas anteriores (monitoreo No.1, monitoreo No.2, monitoreo No.3 y monitoreo No.4).

- Al finalizar las campañas topográficas comprendidas entre la campaña No.1 y la Campaña No.9 se encontraron diferencias en los desplazamientos horizontales y verticales (Ver **PLANO GE170-MF-01** CONTROL TOPOGRÁFICO - INFORME FINAL) en las Manzanas 75, 74, 73, 72, 71, 70 y 67, localizada en la parte alta de la urbanización Villa de los Alpes (costado Nor-oriente), situación que se presenta con los vectores de desplazamiento horizontal en dirección Sur-oriente a Nor-occidente (en dirección del talud); estos desplazamientos son pequeños, lentos y aun cuando conduce a la generación de levantamientos y asentamientos diferenciales en la zona, no se evidenciaron en el área de influencia (daños en las estructuras, andenes, vías vehiculares y peatonales) durante estas campañas.

Por lo anterior, se concluye que la incidencia de estos desplazamientos no se vio reflejada en las estructuras de las viviendas por desplazamiento de masa en conjunto o por no generar efectos visibles significativos en la condición estructural de las viviendas.

- Una vez finalizada las lecturas del inclinómetro No.1, se encontró que la medición alcanzó una profundidad de ocho (8) metros, lo que indica que el taponamiento es de dos metros con respecto a la profundidad de instalación, la cual corresponde a una profundidad total de diez (10) metros. Por lo anterior la superficie de falla se encuentra a ocho (8) metros y el inclinómetro estaría flotando dentro de la masa de suelo que compone la ladera. No se realizaron lecturas en el inclinómetro No.2 durante todo el monitoreo, ya que este se encontró taponado con materiales finos a una profundidad de tres (3) metros. Ver Localización de inclinómetros en el **PLANO GE170-MF-02**.

- El estado de los piezómetros ubicados en la zona de estudio presentó buenas condiciones, exceptuando el Piezómetro **PZ-E-01-A** (Barrio Atenas), que durante todo el monitoreo se encontró obstruido y el piezómetro **PZ-E-02-A**, (Barrio Atenas), el cual fue cubierto con una mezcla de concreto lo que imposibilitó la toma de lecturas a partir de la campaña No.7. (Ver localización de piezómetros en el **PLANO GE170-MF-02**).
- De acuerdo con las lecturas de los piezómetros realizadas durante este estudio, se concluye que no hubo cambios representativos en las fluctuaciones y están relacionados con los cambios hidrológicos normales locales.

- A lo largo de las campañas geotécnicas y estructurales, la vivienda con ID: 060 (Diag. 33ª No.1este-32 sur; Manzana F; Lote 29) mantuvo su estado de vulnerabilidad en Muy Alto y se detectó la presencia activa de falla local, evidenciados en la progresión y aparición de nuevas grietas y fisuras en los muros posteriores de la vivienda en comento, en consecuencia, la DPAE visitó la vivienda y tras su evaluación estructural ordenó la evacuación preventiva a sus propietarios; acto ocurrido hacia el monitoreo No.5 del presente estudio.

- (ID: 060; Diag. 33ª No.1este-32 sur; Manzana F; Lote 29), (ID: 102; Diag. 34 No.2-22 Este; Manzana F; Lote 47): Estas viviendas presentan un patología de falla similar, evidenciados en los asentamientos diferenciales que provocaron fisuras a lo largo de los contrapisos y fisuras horizontales en los muros. Además cabe anotar que estas viviendas se encuentran cimentadas sobre la Zona 1A: localizada en la zona central del barrio Atenas, donde se encuentra una depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales.

- De acuerdo con los análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo se llegó a las siguientes conclusiones:

  La mayor concentración de daños en las viviendas de la zona objeto de estudio se encuentra en la zona 4 y en la zona 1A ubicados en la Urbanización Villa de los Alpes y el barrio Atenas respectivamente, cuyas zonas geotécnicas y características son las siguientes:

- ✓ ZONA 4: Ubicado en Sur-Oriente de la urbanización Villa de los Alpes. La viviendas en esta zona se encuentran cimentadas sobre suelos conformados por botaderos antiguos de desechos y basuras no tratadas, que reposan sobra la cabecera de un antiguo flujo de tierras; según estudios de PSI, en esta zona se identifica la presencia de suelos arcillosos potencialmente expansivos, los cuales son altamente susceptibles a experimentar cambios volumétricos que pueden inducir levantamientos y asentamientos de las estructuras; resultado de esto son las 27 viviendas evacuadas con anterioridad a la realización del presente monitoreo (Ver ANEXO II).

- ✓ ZONA 1A: Suelos localizados en la zona central del barrio Atenas, donde se encuentra una depresión cubierta por rellenos antrópicos y depósitos fluvioglaciales; que han generado fallas locales o la reactivación de fallas generales dentro del depósito. Como resultado de lo anterior, la DPAE a incluido a la fecha 5 viviendas en el programa de Reasentamiento de Familias localizadas en zonas de alto riesgo No Mitigable (Ver ANEXO II).

- Aunque el estudio de zonificación de la firma Geoingeniería presenta la Manzana No.83 (bloque de la transversal 4 y transversal 4ª, entre diagonal 32ª bis sur y diagonal 33ª sur) como ZONA 3 identificada como material residual, de arcillosita perteneciente a la formación Bogotá, cabe resaltar que las evidencias en campo indican que la Manzana No.83 presenta características similares a la Zona 2 identificada como antiguos flujos de tierras (Qfti, Qft) de aproximadamente 2.0 metros de espesor, que a su vez descansan sobre arcillolita; es decir que los daños presentes en las viviendas de la manzana están asociados a procesos locales de deslizamiento o arcillas expansivas; lo anterior explica las grietas diagonales de izquierda a derecha en la fachada principal y desprendimiento en los andenes frontales y vecinos en las viviendas como la Transversal 4 No. 32 A – 17 Sur (ID: 51, Manzana No.83; Lote 8) cuyo riesgo es Alto y la Transversal 4 No. 32 A -15 Sur (ID:49, Manzana No.83 Lote 8) con un riesgo Medio.

- Si se realizan estudios posteriores similares al actual, es importante tener en cuenta en su metodología todos los antecedentes que se tengan de las zonas, con el objeto de darle continuidad a los procesos de valoración en la zona de estudio.

16 RECOMENDACIONES

- De acuerdo al Estado de Viviendas Monitoreadas en la zona objeto de estudio, las viviendas mencionadas en la **Tabla 10**, son de posible compromiso de habitabilidad en corto plazo que se refleja en la calificación dada de riesgo Muy Alto, por lo que se recomienda su evacuación preventiva, tras la valoración de estos predios por parte del FOPAE para tomar las medidas pertinentes. Lo anterior teniendo en cuenta que se encuentra comprometida la estructura de las viviendas, evidenciado en grandes agrietamientos, perdida de verticalidad y deformaciones en los muros estructurales, que hacen posible el colapso de las mismas.

  Tabla 10. Localización y registro de viviendas con posible compromiso de habitabilidad en corto plazo.

ID	DIDECCIÓN	ZONA	MANZANA	LOTE	BARRIO	RIESGO
17	Calle 36d Sur Nº 3ª – 77 sur	4	73	1	Villa de los Alpes	Muy Alto
179	TRV 4A Bis Nº 32A - 18 Sur	2	83	5	Villa de los Alpes	Muy Alto
102	Diag. 34 No. 2-22 Este	1A	F	47	Atenas	Muy Alto
60	Diag. 33ª Sur Nº 1 – 32 Este	1A	P	29	Atenas	Muy Alto

- Se recomienda instalar señales preventivas para el paso peatonal al Sur de Villa de los Alpes (Zona 4) por la carrera 3B (antigua carretera a Villavicencio) entre la calle 36D hasta la calle 36H, a la altura de las Manzanas 73, 74 ,75 y 68 con el objeto de aislar las viviendas que se encuentran evacuadas en la zona y evitar posibles accidentes en el paso peatonal. De acuerdo a la matriz de calificación global del riesgo. Ver **Figura 3**.

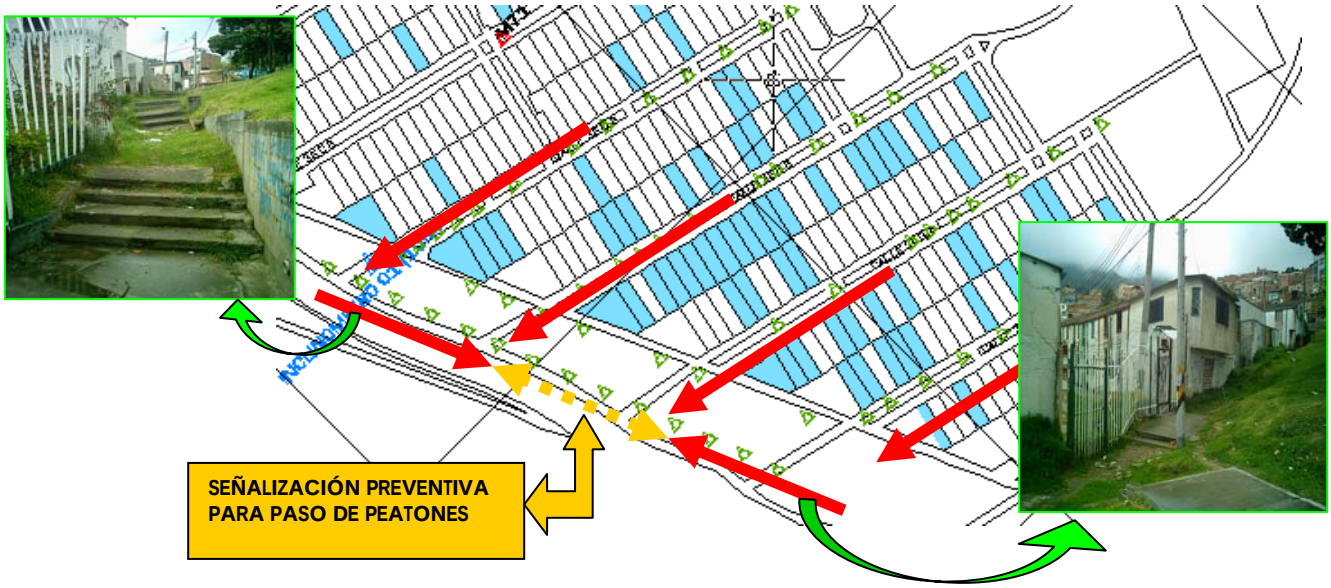


Figura 3 Señalización preventiva para paso peatonal.

- En caso de realizarse estudios geotécnicos y estructurales posteriores en la zona objeto de estudio se recomienda:

  ✓ Incluir en la metodología para la evaluación del estado de riesgo de las viviendas una calificación a la verticalidad de los muros estructurales, evaluar las modificaciones realizadas a las viviendas y ver su incidencia en el comportamiento estructural de las mismas.

  ✓ Realizar las campañas topográficas en periodos más largos y con mayor toma de datos en cada campaña debido a que los desplazamientos horizontales y verticales registrados son muy lentos y no se ven representados a corto plazo en la afectación de las viviendas.

  ✓ Realizar un análisis topográfico comparativo de la última campaña del presente estudio con respecto a la primera campaña del estudio posterior, con el objeto primario de llevar un consecutivo de los eventos ocurridos en la zona de estudio y evaluar los deltas de desplazamientos generados entre campañas.

  ✓ Instalar nuevos inclinómetros en las zonas con estado de riesgo Medio y Alto, con el ánimo de identificar posibles cambios de inclinación asociados a patrón de desplazamiento en la superficie de estudio.

  ✓ Continuar monitoreando la zona 1A del barrio Atenas y la Zona 4 de la urbanización Villa de los Alpes, las cuales presentan la mayor concentración de viviendas en Amenaza, Vulnerabilidad y por consiguiente en Riesgo, complementando metodologías que abarquen todos los antecedentes y posibles sucesos futuros para la calificación de las viviendas.

  ✓ La Manzana No.83 costado Nor-occidental (bloque de la transversal 4 y transversal 4ª, entre diagonal 32ª bis Sur y diagonal 33ª Sur) de la Urbanización Villa de los Alpes presenta el siguiente estado de riesgo:

  1 Vivienda en riesgo Muy Alto:
  ID: 179; Trav. 4ABis #32ª-18 Sur; manzana 83; Lote 5.

  3 Viviendas en riesgo Alto:
  ID: 157 Trav. 4A #32ª-18 Sur; manzana 83; Lote 4.
  ID: 178 Trav. 4B #32ª-13 Sur; manzana 83; Lote 7.
  ID: 51 Trav. 4 #32ª-17 Sur; manzana 83; Lote 8.

  6 Viviendas en riesgo Medio:
  ID: 177; Trav. 4 #23ª-17 Sur; manzana 83; Lote 12.
  ID: 49; Trav. 4Bis #32ª-25 Sur; manzana 83; Lote 8.
  ID: 154; Trav. 4 #32ª-33 Sur; manzana 83; Lote 9.
  ID: 39; Trav. 4Bis #32B-16 Sur; manzana 83; Lote 8.
  ID: 156; Trav. 4ABis #32ª-16 Sur; manzana 83; Lote 6.
  ID: 40 Trav. 4ª Bis #32ª-18 Sur; manzana 83; Lote 3.

Por lo anterior, estas no deben dejar de ser monitoredas o supervisadas, con el fin de darle consecución a la verificación de los daños que ellas reflejan; de igual manera inspeccionar si se presentan Fenómenos de Remoción en masa en la manzana.

- En viviendas donde el estado de riesgo es medio con una amenaza Alta es preciso mantener seguimientos constantes a través de los monitoreos para conocer su evolución en el tiempo y así poder generar soluciones para su mitigación.

- Para las viviendas que presentan una amenaza media y la vulnerabilidad sea Alta se recomienda intervención por parte del propietario para realizar los arreglos pertinentes.

- En la Zona 4, localizada al sur-oriente de la Urbanización Villa de los Alpes (Manzanas 71, 73, 74, 75, y 76), se presentaron movimientos con dirección Sur-oriental a Nor-occidental (en sentido de la pendiente de la ladera) de acuerdo al **PLANO GE170-MF-01** CONTROL TOPOGRÁFICO realizado por esta Consultoría, por consiguiente se recomienda realizar estudios para la identificación y diseño de obras que permitan mitigar la Amenaza Alta de la Zona en comento.