



En el sector de Villa de los Alpes y los alrededores de la actual estación Portal 20 de Julio del Transmilenio, también se encuentran algunos drenajes que han sido canalizados y cubiertos con el avance de la urbanización como se observa en la **Figura 17**. “Drenajes cubiertos por urbanización en el sector de Villa de los Alpes”.



Figura 17. Drenajes cubiertos por urbanización en el sector de Villa de los Alpes

4.3 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PROCESOS

Una vez ubicadas las zonas de implantación de las estaciones y pilonas del sistema de cable, hecha una revisión en detalle de estas ubicaciones en el mapa de amenaza por fenómeno de remoción en masa (Figura 11), complementando tanto con los hallazgos del análisis multitemporal como con lo observado en los recorridos detallados a lo largo del trazado, se detectaron tres zonas críticas las cuales se describen a continuación, según su ubicación en el trazado y se señalan en la **Figura 18**. “Zonas críticas encontradas en el trazado del cable”.

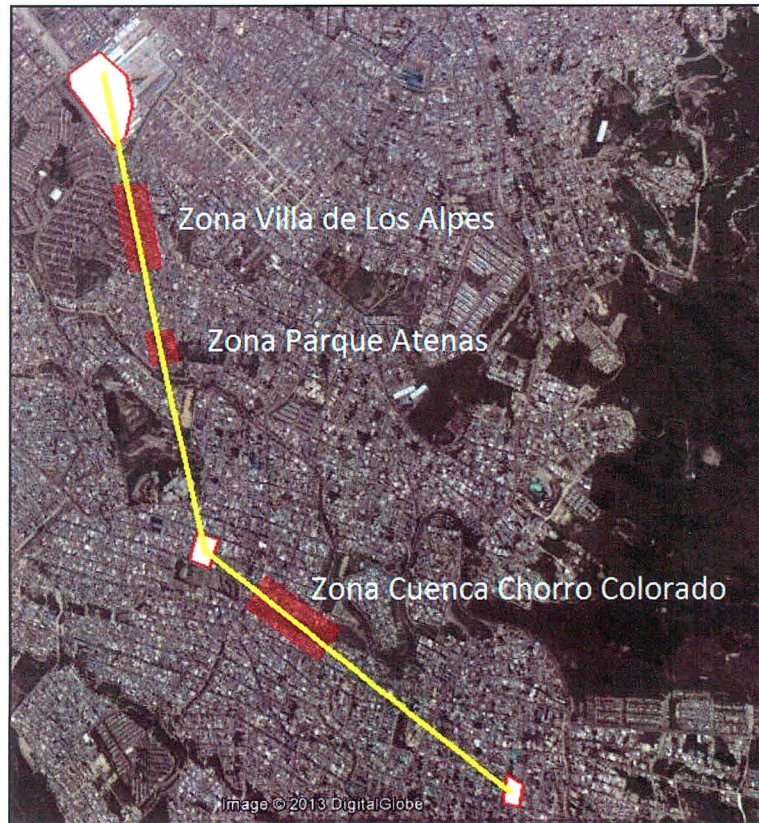


Figura 18. Zonas críticas encontradas en el trazado del cable

4.3.1 Estación Portal 20 de Julio

La estación 20 de Julio (0+000-0+225) se encuentra sobre una zona de amenaza baja, que es consecuente con su topografía suave. En este sitio se ubicarán las pilonas 1 y 2.

Debe tenerse en cuenta que el corte realizado sobre la estación presenta un sistema de anclajes y que la zona del parque de la urbanización Villa de los Alpes evidencia movimientos en los árboles. Fue necesaria la instalación de un inclinómetro para el monitoreo, el cual no reportó movimientos, según algunos informes técnicos (Listados en información básica revisada). Esto le da un carácter de amenaza medio a alta a esta zona en específico.



4.3.2 Tramo Estación Portal 20 de Julio - Estación La Victoria

Desde la abscisa 0+225 hasta la abscisa 0+350 el mapa indica que se trata de terreno con amenaza baja. En este tramo se ubicara la pylon 3, en el sitio conocido como parque La Bombonera. En este sector no se observaron rasgos de inestabilidad.

El tramo comprendido entre las abscisas 0+350 y 1+100 se clasifica con amenaza media (para una escala 1:1500), en el cual se identificaron dos zonas de procesos: La zona 1-Villa de Los Alpes y la Zona 2-Parque Atenas. A continuación se describen cada una:

4.3.2.1 Zona 1 (sector Villa de Los Alpes)

El tramo comprendido entre las abscisas 0+330 y 1+550 se encuentra calificado como de amenaza media.

Durante los diferentes recorridos de campo se identificaron en el sector de Villa de Los Alpes (0+330-0+700) evidencias de que la zona ha tenido problemas de inestabilidad, tales como agrietamiento de viviendas, asentamiento de andenes, inclinación de postes y cercas. Dichas evidencias están asociadas a un proceso morfodinámico importante en el barrio Villa de Los Alpes, para el cual se han realizado varios estudios desde el año 1999. A continuación se hace mención de algunos de estos estudios:

- En el 2000, Geoingeniería Ltda., realizó un estudio de zonificación desde el punto de vista de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómeno de movimiento en masa. En éste se dice que los sectores aledaños al lugar donde actualmente se encuentra la estación 20 de Julio y la parte baja del barrio Villa de Los Alpes (correspondientes al primer tramo del trazado hasta la abscisa 0+450) son zonas de amenaza media y baja *“...zonas donde la probabilidad de que se puedan presentar deslizamientos superficiales en el caso de que haya presencia de altos niveles de agua en el subsuelo es media (está entre el 4 y 10%)”* y *“...zonas estables con suelos menores a 4m y pendientes menores a 6° donde se pueden presentar deslizamientos superficiales en caso de que hayan altos niveles de agua en el subsuelo, con probabilidad baja (menor de 4 %).*



El tramo comprendido entre las abscisas 0+450 a 0+550 y donde se ubicará la pila 4 se clasifica con amenaza alta (“...donde los suelos son mayores a 4m, las pendientes mayores a 4°, y hay alta probabilidad (mayor de 10%) de que se presenten deslizamientos superficiales en el caso de que haya presencia de altos niveles de agua en el subsuelo”).

Los resultados del estudio en mención, indican que la “zona está compuesta por rocas arcillosas blandas de la Formación Bogotá y sus suelos residuales, cubiertas por antiguos depósitos de flujos de origen natural, además de rellenos inconsolidados de escombros y rellenos conformados para la construcción de la vía a Villavicencio y las viviendas de la Urbanización”. También se hace énfasis en que “los depósitos del área son localmente susceptibles a fenómenos de remoción en masa de tipo deslizamiento profundo o superficial”, los cuales están influenciados por la presencia de agua, el espesor del depósito, la pendiente de la ladera y los sismos.

- Posteriormente, en el 2006, BATEMAN INGENIERIA realiza un estudio en el que identifica que los procesos principales del sector están ubicados hacia la vía Villavicencio y hacia la parte central y suroccidental de la urbanización Villa de Los Alpes, tal como se puede ver en la **Figura 19**. “Áreas de estudio procesos Villa de Los Alpes”.

El estudio de BATEMAN INGENIERIA (2006) indica que este sector no presenta riesgo hidrogeológico, sin embargo es importante tener en cuenta que si los drenajes cubiertos no fueron hechos de forma técnica, las aguas dispersas en los materiales de las vertientes aumentan la probabilidad de ocurrencia de procesos morfodinámicos.

Finalmente BATEMAN INGENIERIA (2006) concluye que la zona se encuentra *“en un antiguo valle de suelos transportados de fluvio glacial tipo arcilla con algunas gravas finas, sobre los que se dispusieron rellenos para la conformación de la vía y del barrio Villa de Los Alpes”*

En general se identificaron como tipo de movimientos, la reptación en zonas lodosas, flujos de tierras (algunos de baja velocidad) en arcillas de la Formación Bogotá, y deslizamientos rotacionales y traslacionales.



- De acuerdo con lo observado en campo, lo analizado en la información secundaria y los resultados de la exploración llevada a cabo en la zona, se pueden identificar como tipos de movimientos, la reptación en materiales finos, asentamientos en llenos no consolidados y fallas planares en los suelos residuales de la Formación Bogotá. El detalle de los análisis de estabilidad se encuentra en el capítulo de Geotecnia de este estudio.

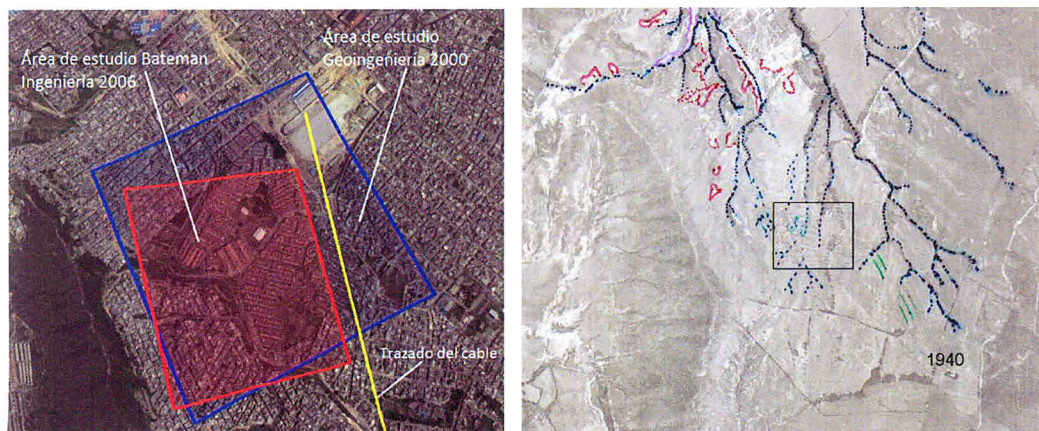


Figura 19. Áreas de estudio procesos Villa de Los Alpes. Tomado de Google Earth, sin escala



Figura 20. Áreas de estudio procesos Villa de Los Alpes. Aspecto de la zona.



4.3.2.2 Zona 2 (Parque Atenas)

Otro sitio identificado en los recorridos de campo con evidencias de haber presentado problemas de inestabilidad, es la zona donde se ubica el parque Atenas, en el barrio del mismo nombre. Allí se observan cicatrices que semejan escalones irregulares en el terreno y escarpes cortos. Actualmente todo el área del parque se encuentra con cobertura vegetal y sin desgarres o procesos activos.

Las cicatrices encontradas, corresponden a problemas de inestabilidad que se presentaron en los años anteriores, así lo documenta el FOPAE, en los conceptos y diagnósticos técnicos que emitió entre los años 2002 y 2007.

A continuación, en la **Figura 21**. “Conceptos y diagnósticos técnicos realizados por el FOPAE en el barrio Atenas”, se muestran las áreas de estudio de cada uno de los conceptos y diagnósticos técnicos que se describirán a continuación.

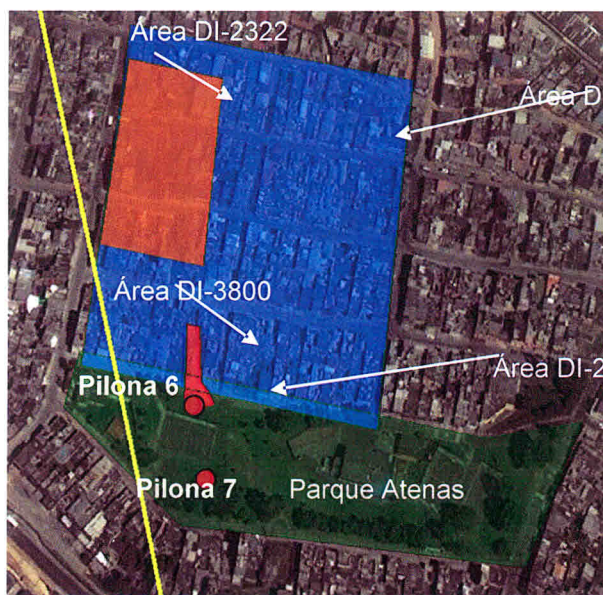


Figura 21. Conceptos y diagnósticos técnicos realizados por el FOPAE en el barrio Atenas. Tomado de Google Earth, sin escala

El concepto técnico CT-3800, del año 2002, fue emitido por un deslizamiento lento que afectó algunas viviendas. El área de estudio



corresponde a una franja alargada de una fila de viviendas al norte del parque, sin involucrar terreno del parque.

El diagnóstico DI-2089 de Junio de 2004 encontró evidencias de erosión laminar, reptación y deslizamiento en el parque Atenas, una vivienda fuertemente afectada por sus deficiencias constructivas y daños en la vía Diagonal 34 Sur. Se recomendó profundizar en las condiciones de amenaza y riesgo y realizar monitoreos para registrar el avance y delimitar el área de influencia de los procesos.

En el año 2005 el Diagnóstico Técnico DI-2373 realizado para varias manzanas del sector muestra que la zona verde del parque Atenas registra evidencias de reptación y hundimiento de la vía, además se presentan daños en las viviendas por asentamientos diferenciales. Concluye que en la zona hubo un proceso inadecuado de urbanización donde se ocuparon antiguos drenajes y una disposición anti-técnica de rellenos antrópicos.

En manzanas aledañas al parque Atenas, cerca del trazado del cable (abscisas 0+700 a 0+800) se presentaron inundaciones en el año 2005 reportadas en el diagnóstico DI-2322 relacionadas a problemas con los colectores de agua y deterioro de las obras de drenaje, además de daño en las viviendas que según los habitantes se empezó a presentar a partir de la construcción de la red de acueducto, y que no tiene relación con procesos de remoción en masa.

El diagnóstico DI-3101 de 2007, referencia que los resultados de estudios detallados de amenaza y riesgo realizados por Ingeniería y Georriesgos y el monitoreo geotécnico y estructural realizado por P.S.I S.A. en el 2005, concluyen que la amenaza es baja y los desplazamientos son lentos, para el estudio de evaluación por fenómenos de remoción en masa “se obtuvieron valores medios a bajos para un período de tiempo de 25 años, mientras que para un período actual (1 a 10 años) el nivel de amenaza obtenido fue bajo”, la compresibilidad del terreno indicó asentamientos de 4 a 10 cm en 30 años para zonas críticas, y el desplazamiento se da a una tasa lenta (0,3 cm en 5 años).



4.3.3 Estación La Victoria

La estación La Victoria (1+550-1+650) se encuentra en una zona definida como amenaza alta. Sin embargo allí no se evidenciaron problemas de estabilidad, aunque no se puede desconocer la presencia de llenos antrópicos espesos y antiguos depósitos de vertiente los cuales aumentan la probabilidad de ocurrencia de procesos morfodinámicos.

4.3.4 Tramo Estación La Victoria - Estación Altamira-Moralba

En este tramo se encuentran zonas de amenaza media y baja para una escala 1:1500, además se identificó una zona de procesos que se describe a continuación:

4.3.4.1 Zona 3 (Cuenca Chorro Colorado)

Un corto tramo del trazado (1+650-1+900) se encuentra en una zona definida como amenaza alta, la cual es una pequeña franja alargada alrededor de una quebrada de la zona conocida como Chorro Colorado (aguas abajo denominada Puente Colorado). Ver **Figura 22. "Cuenca quebrada Chorro Colorado"**.

Allí no se evidenciaron problemas de estabilidad actuales, la zona presenta cobertura vegetal, la quebrada esta canalizada y hay construido un canal para concentrar las aguas superficiales (Figura 16). Para este tramo el FOPAE ha generado varios diagnósticos y conceptos técnicos, todos anteriores a la canalización de la quebrada.

En las márgenes de la quebrada Chorro Colorado se presentaron problemas de inestabilidad, en Octubre de 2002 (CT-3785) ocurrió un deslizamiento rotacional en la margen izquierda, dadas las condiciones geomecánicas desfavorables del suelo, combinadas con una pendiente alta y resistencia baja.

Este proceso había tenido manifestaciones desde 1999 como lo muestra el diagnóstico de emergencia DI-660, que menciona también un deslizamiento rotacional en la margen izquierda de la quebrada.



4.3.5 Estación Altamira – Moralba

Entre las abscisas 1+900 y la estación Altamira-Moralba, incluida ésta, el corredor del cable se encuentra sobre terreno calificado con amenaza media. Ni en este tramo ni en el lote de la estación se observaron problemas de inestabilidad.



Figura 22. Cuenca quebrada Chorro Colorado

4.4 ZONIFICACIÓN AMENAZA Y SOLUCIÓN

En la **Tabla 2.** “*Zonificación, amenaza identificada y planteamiento de la solución*”, se condensa lo analizado respecto a la amenaza por fenómeno de remoción en masa a lo largo de todo el trazado del cable aéreo.

Así mismo, se proponen las medidas necesarias para la reducción o eliminación del riesgo en cada uno de los sitios que requieren algún tipo de tratamiento y las recomendaciones en aquellos en los que no se identificó una amenaza propiamente dicha, pero si factores que pueden llegar a



desencadenar dificultades en el momento de la construcción o posterior a ella.

Las soluciones planteadas fueron debidamente desarrolladas en los capítulos siguientes, por lo que se invita a revisar detalles particulares en éstos.

Tabla 2. Zonificación, amenaza identificada y planteamiento de la solución

Sitio	Amenaza identificada en este estudio	Área de influencia amenaza	Medidas para la reducción o eliminación del riesgo
Estación Portal 20 de Julio y pilonas 1 a 3	Zona aledaña al proceso morfodinámico presentado en el barrio Villa de Los Alpes, asociado principalmente a la presencia de llenos antrópicos. Sin embargo, como la estación se encuentra dentro del portal, allí las condiciones de estabilidad son favorables. Este tramo se considera como de amenaza baja para una escala 1:1500.	No aplica	Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe. La cimentación de las pilonas y de la estructura de la estación, debe alcanzar la roca de la Formación Bogotá. Se propone un sistema de instrumentación.
Pilonas 4 y 5	Zona limítrofe del proceso morfodinámico presentado en el barrio Villa de Los Alpes, asociado principalmente a la presencia de llenos antrópicos. Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable.	Esta situación no representa una amenaza activa, por esta razón no se plantean soluciones, pero si algunas recomendaciones para el momento de las excavaciones; por otra parte se deben identificar y localizar las coberturas (drenajes), pues de encontrarse con alguna, se deben verificar las características físicas de los materiales sobre los que se desarrollarán las cimentaciones (descartar presencia de llenos antrópicos). Así mismo, es necesario controlar la



Sitio	Amenaza identificada en este estudio	Área de influencia amenaza	Medidas para la reducción o eliminación del riesgo
			presencia de flujos subsuperficiales mediante el diseño y construcción de obras de drenajes. Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe, alcanzando la roca de la Formación Bogotá. Se propone un sistema de instrumentación.
Pilonas 6 y 7	Zona aledaña al proceso morfodinámico presentado en el parque Atenas asociado a las afectaciones de las redes de alcantarillado. Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable.	Esta situación no representa una amenaza latente, por esta razón no se plantean soluciones, pero si algunas recomendaciones para el momento de las excavaciones; por otra parte se deben identificar y localizar las coberturas (drenajes), pues de encontrarse con alguna, se deben verificar las características físicas de los materiales sobre los que se desarrollarán las cimentaciones (descartar presencia de llenos antrópicos). Así mismo, es necesario controlar la presencia de flujos subsuperficiales mediante el diseño y construcción de obras de drenajes. Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe, alcanzando la roca de la Formación Bogotá. Se propone un sistema de instrumentación.



Sitio	Amenaza identificada en este estudio	Área de influencia amenaza	Medidas para la reducción o eliminación del riesgo
Pilonas 8 a 10	No se identificó ningún tipo de amenaza. Este tramo se considera como de amenaza baja para una escala 1:1500.	No aplica	Se requiere la identificación precisa de la cobertura (drenaje) entre la pila 9 y la pila 10, para luego verificar las características físicas de los materiales sobre los que se desarrollarán las cimentaciones (descartar presencia de llenos antrópicos). Se debe controlar la presencia de flujos subsuperficiales mediante el diseño y construcción de obras de drenajes. Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe, alcanzando la roca de la Formación Bogotá. Se propone un sistema de instrumentación.
Estación La Victoria, pilonas 11 a 13	Zona con presencia de llenos antrópicos y un suelo no competente (material volcánico). Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable y de la estación La Victoria	Esta situación no representa una amenaza latente, por esta razón no se plantean soluciones, pero si algunas recomendaciones para el momento de las excavaciones. Se deben identificar las coberturas (drenajes), pues de encontrarse con alguna, se deben verificar las características físicas de los materiales sobre los que se desarrollarán las cimentaciones (descartar presencia de llenos antrópicos), como también, se hace necesario controlar la presencia de flujos subsuperficiales mediante el



Sitio	Amenaza identificada en este estudio	Área de influencia amenaza	Medidas para la reducción o eliminación del riesgo
			diseño y construcción de obras de drenajes. Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe, la cual debe sobrepasar los 20 m de profundidad, atravesando los suelos de lleno antrópico y material volcánico. Se propone un sistema de instrumentación.
Pilonas 14 y 15	No se identificó ningún tipo de amenaza. Este tramo se considera como de amenaza baja para una escala 1:1500.	No aplica	Se propone un sistema de instrumentación.
Pilona 16	Ubicada en la cuenca Chorro Colorado, actualmente no se identifica problemática en la zona, sin embargo este sector presentó problemas de estabilidad antes de la canalización del drenaje. Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable.	Verificar que la quebrada no presente fugas o pérdidas de agua a lo largo de su canalización. Verificar que las redes de alcantarillado, estén descargando adecuadamente sobre la quebrada. Es necesario que esta pila tenga un sistema de control de drenaje, que garantice las condiciones de diseño para la cimentación de la pila, evitando la generación de subpresiones en el suelo debido al agua. Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe, alcanzando la roca de la Formación Bogotá. Se propone un sistema de



Sitio	Amenaza identificada en este estudio	Área de influencia amenaza	Medidas para la reducción o eliminación del riesgo
			instrumentación.
Pilonas 17 a 20	En este tramo se encuentran áreas con llenos antrópicos. Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable.	Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe. Se propone un sistema de instrumentación.
Estación Altamira-Moralba y pila 21	Área con presencia de llenos antrópicos. Este tramo se considera como de amenaza media para una escala 1:1500.	50 m a lado y lado de la línea del cable y de la estación Altamira-Moralba.	Cumplimiento de las recomendaciones de cimentaciones planteadas en este informe. Para el sitio de la estación, en donde se cuenta con la presencia de un lleno antrópico de 3 m que debe ser retirado. Se propone un sistema de instrumentación.

4.5 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Respecto al tema de la amenaza sísmica, se indagó en el plano de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Bogotá las características del espectro de diseño y la amenaza sísmica local esperada. Es posible establecer además el valor de aceleración pico del terreno para la zona de estudio.

Tal como lo indica la **Figura 22. "Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá"**, la primera parte del corredor del cable se encuentra sobre la zona de Piedemonte, continua sobre zona de Cerros y el tramo final entre las estaciones La Victoria y Altamira-Moralba en la zona de Depósitos de Ladera.

Del informe final de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá se extrajeron los parámetros de aceleración pico (a_g) y los parámetros de sitio para periodos cortos e intermedios del espectro, F_a y F_v respectivamente.



En la **Tabla 3**. “*Parámetros de aceleración del espectro de diseño*” se muestran los parámetros asociados a un periodo de retorno de 475 años para las zonas por las que atraviesa el cable.

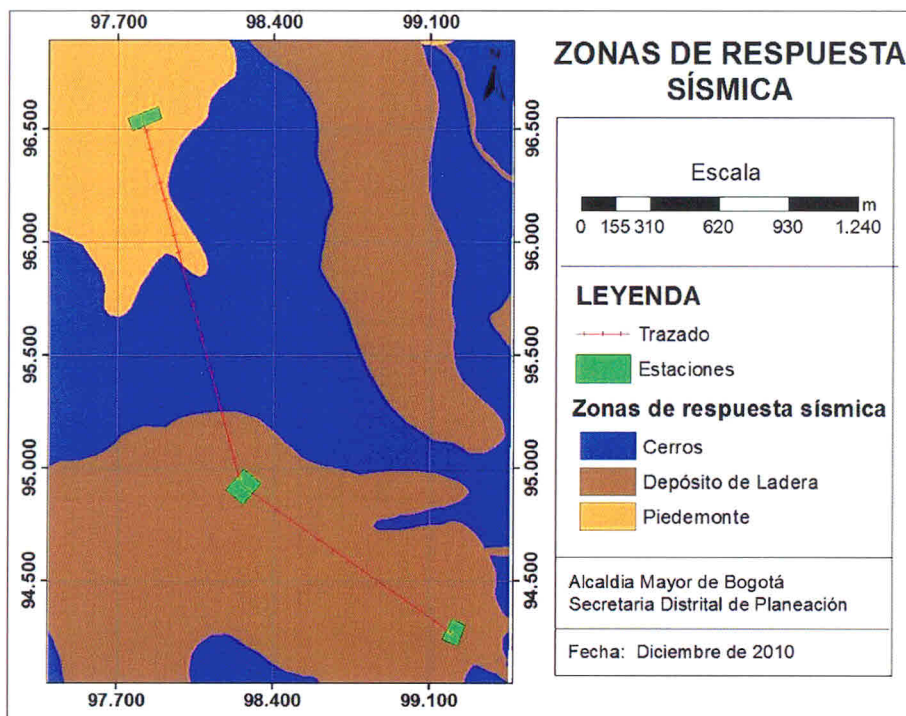


Figura 22. Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Tomado de Microzonificación Sísmica de Bogotá, (2010)

Tabla 3. Parámetros de aceleración del espectro de diseño

Zona	a_g (g)	Fa	Fv	Estación	Pilonas
Piedemonte	0.24	1.65	1.70	Portal 20 de Julio	1-5
Cerros	0.18	1.35	1.30	-	6-9
Depósito de ladera	0.22	1.95	1.70	La Victoria, Altamira – Moralba	10-21



4.6 SISMO UMBRAL DE DAÑO

Se define además el umbral de daños para una probabilidad de excedencia de 80% para un lapso de 50 años, lo que corresponde a un periodo de retorno de 31 años. En la **Tabla 4. "Parámetros del umbral de daño"**, se muestra el valor de aceleración pico efectiva (a_d), además de los coeficientes de sitio para los periodos cortos e intermedios del espectro, F_a y F_v respectivamente.

Tabla 4. Parámetros del umbral de daño

Zona	a_d (g)	F_a	F_v	Estación	Pilonas
Piedemonte	0.11	2.05	2.25	Portal 20 de Julio	1-5
Cerros	0.08	1.50	1.70	-	6-9
Depósito de ladera	0.10	1.90	2.25	La Victoria, Altamira – Moralba	10-21