

**CONCEPTO TÉCNICO N° 4385****1. GENERALIDADES**

ENTIDAD SOLICITANTE:	D.A.P.D.
LOCALIDAD:	SUBA
BARRIO:	TUNA ALTA SECTOR EL BOSQUE
UPZ:	27 – Suba
ÁREA (Ha):	4.20
FECHA DE EMISIÓN:	19 de Abril de 2006
TIPO DE RIESGO:	Por remoción en masa.
VIGENCIA:	Temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

Este documento está dirigido al DAPD para el Programa de Legalización de Barrios como un instrumento para la reglamentación del mismo y como tal, busca establecer restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza. Debe tomarse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

2. LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El barrio Tuna Alta se encuentra ubicado hacia la zona central de la localidad de Suba, al noroccidente del Distrito Capital, entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá. (Véase Figura 1):

Norte:	117050	a	117550
Este:	99000	a	100350
Altitud:	2630	a	2670

El acceso al sector se da a través de la Calle 158, la cual se comunica directamente con la Avenida Boyacá hacia el oriente.

El barrio **Tuna Alta Sector El Bosque** limita al norte con los sectores de Los Cucharitos y Montecito, al oriente y al sur con la Finca Bello Monte y con un área no urbanizada correspondiente con la Vereda Suba Cerros y al occidente con la Urbanización Las Juntas.

Para la elaboración del concepto y la referenciación de los predios, se empleó la base cartográfica del barrio **Tuna Alta Sector El Bosque** a escala 1:500, suministrada por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD. Según esta cartografía el desarrollo cuenta con 9 manzanas y 66 predios en total, distribuidos tal como se



000002

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

presentan en la Tabla N° 1 y coincide en un todo con la conformación encontrada en el terreno.

Tabla No. 1. Distribución de predios por manzanas

Manzana	Predios
A1	1 a 12
A2	1 a 12
A3	1 a 11
24	1 a 6
X6	2 y 3
50	1 y 2
X2	3 a 10
15	1 a 8 y 10 a 12
22	1 y 2

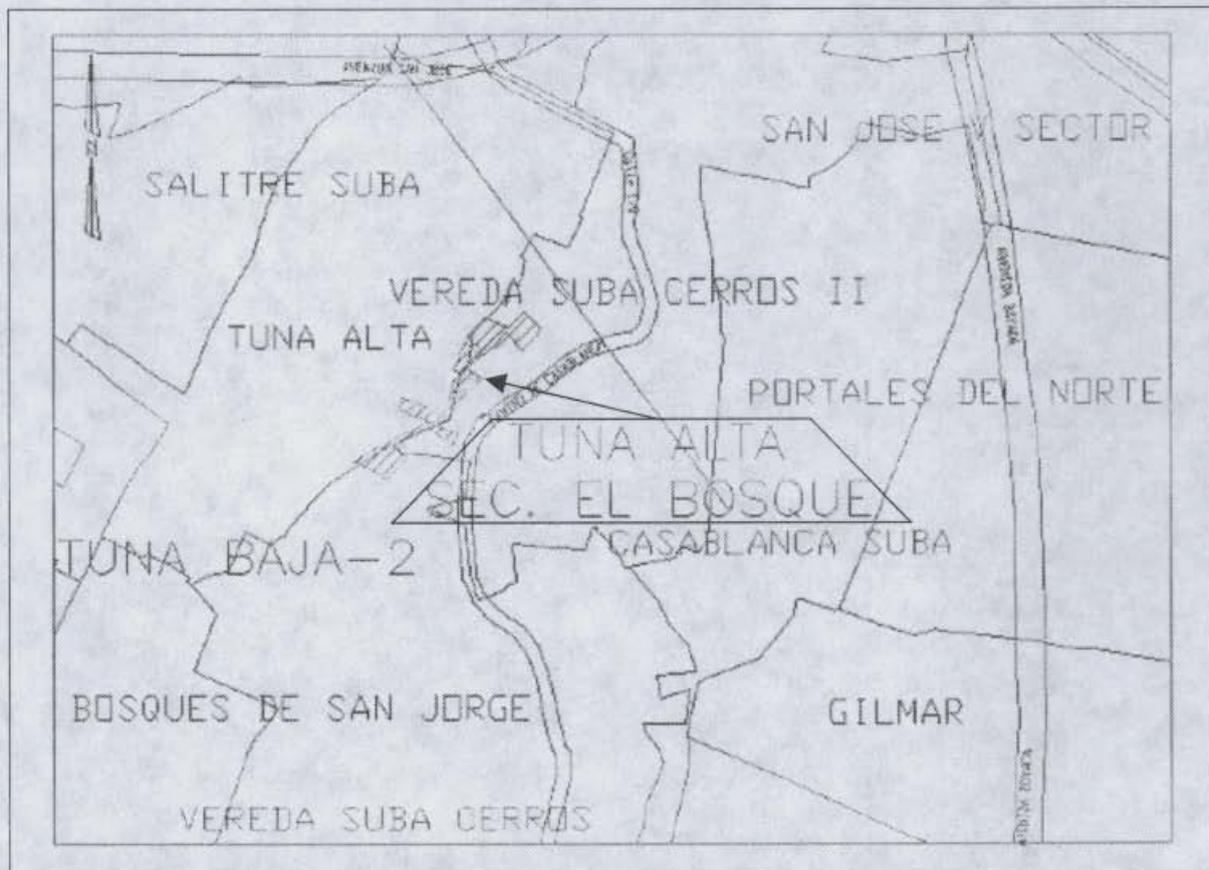


Figura 1. Localización del barrio Tuna Alta Sector El Bosque.



3. ANTECEDENTES

Como fuente primaria de consulta se ha empleado el Plano Normativo N° 3 (Mapa de amenaza por remoción en masa) del Decreto Distrital 190 de 2004 (el cual compila las disposiciones contenidas en los decretos 619 de 2000 y 469 de 2003 o POT).

La información general y temática para el sector se obtuvo a partir de la revisión de la "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", realizada por el FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998. De acuerdo con el estudio enunciado y con el Plano Normativo N° 3 del POT, el área donde se encuentra localizado el desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque de la localidad de Suba, corresponde con una zona de amenaza media por fenómenos de remoción en masa (Ver Figura 2).

Específicamente en el sector El Bosque del barrio Tuna Alta no se reconocen antecedentes que tengan que ver con eventos asociados a inestabilidad del terreno reportados a través de la Red Distrital de Atención de Emergencias. En los sectores aledaños de Bellavista y Rosales del barrio Tuna Alta, se han presentado situaciones de emergencia reportadas en los diagnósticos de emergencia DI-210, DI-813, DI-896 y DI-2107, donde se han reportado fenómenos de remoción en masa debidos a la intervención de las laderas naturales mediante cortes inadecuados en materiales con características geomecánicas deficientes consistentes en Suelos residuales y niveles de arcillolitas de la Formación Guaduas. En estos diagnósticos, las recomendaciones van en el sentido de construir obras para el manejo de aguas lluvias y estructuras de protección que confinen los cortes realizados.

Debido a la recurrencia de fenómenos de inestabilidad en el sector de Rosales del desarrollo Tuna Alta, que como ya se indicó está por fuera del área del presente concepto, el FOPAE contrató el "estudio de riesgos por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el sector que separa los barrios Tuna Alta Sector El Rosal y El Salitre de la Localidad de Suba, en Bogotá D.C." según contrato de consultoría No. CONS 377 de 2004, suscrito por el CONSORCIO PI-LAMBDA LTDA.

El objetivo del estudio mencionado fue la Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa del sector que separa los barrios Tuna Alta Sector El Rosal y el Salitre a escala 1:500 y planteamiento de las medidas para el mejoramiento urbanístico y ambiental de la zona, que permitan estabilizar la zona y reducir el nivel de amenaza y riesgo existente en estos barrios.



000004

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

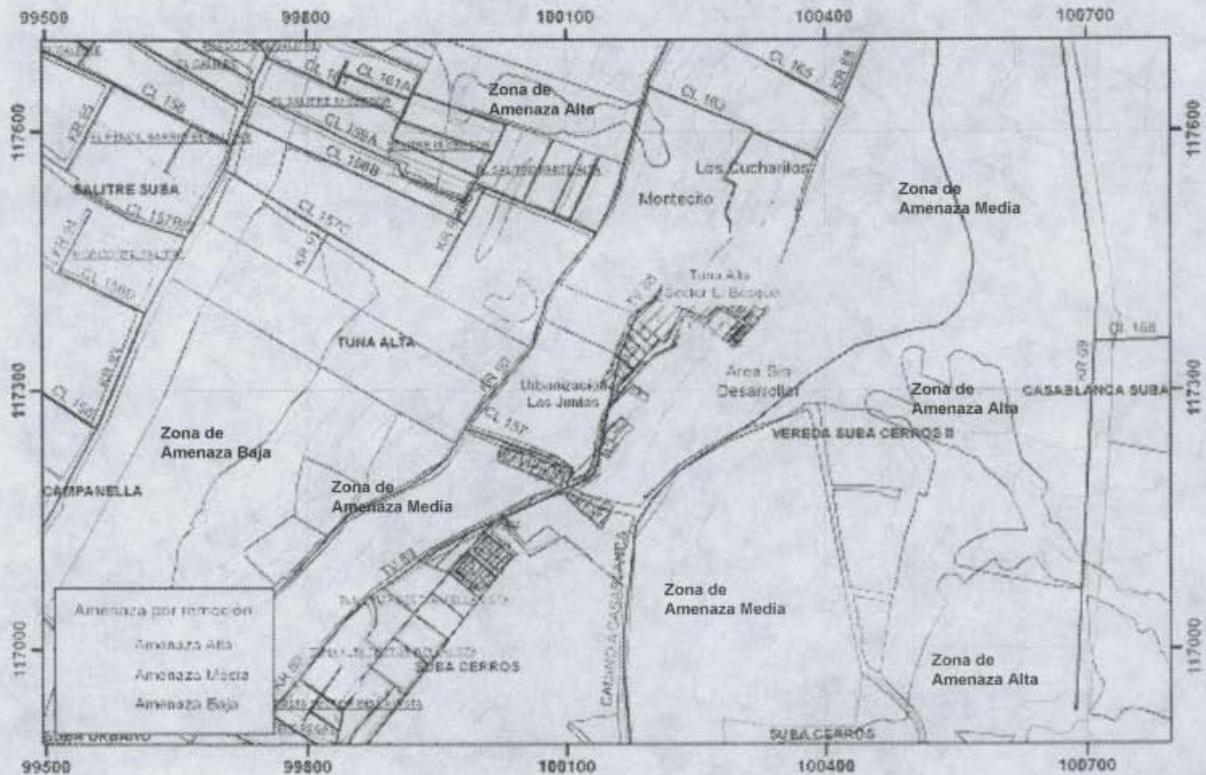


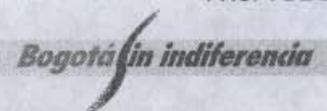
Figura No. 2. Ubicación del barrio Tuna Alta Sector El Bosque en el Plano Normativo No. 3 del POT, donde se define el nivel de amenaza por fenómenos de remoción en masa.

4. EVALUACIÓN DE AMENAZA

4.1 METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación de la amenaza se tomó como base el Plano Normativo No. 3 "Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa" del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, adoptado a través del Decreto 190 de 2004 (mediante el cual se compilan los Decretos 619 de 2000 y 419 de 2003), y se llevó a cabo el respectivo control de campo para ajustarlo a la escala de trabajo del presente concepto. Para la elaboración del plano mencionado se emplearon como técnicas de mapeo de la amenaza el Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (SES) y la Metodología de Taludes Naturales (MTN) y se utilizó como parámetro de calibración el inventario de procesos.

El sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad comprende fundamentalmente la evaluación de ocho parámetros, donde cada uno es el resultado de diversos factores asociados según su naturaleza, para cada factor se fijan intervalos de variabilidad acorde con su influencia en la estabilidad de las laderas. La combinación de los diferentes factores otorgan condiciones particulares de estabilidad, de esta forma a cada parámetro





le corresponderá un determinado "valor" de estabilidad resultante de la suma ponderada de "valores" de estabilidad para cada parámetro (Ramírez, 1988).

El Sistema Semicuantitativo de Evaluación de Estabilidad (Ramírez, 1989. Modificado por González, 1997) considera las siguientes variables:

- Tipo de Material (M): Rocas, depósitos y materiales intermedios. Influencia de discontinuidades y estructuras.
- Factor Antrópico (A): Sobre carga, descargas, infiltración de aguas y manejo de aguas servidas, intervención del drenaje, explotaciones mineras.
- Relieve (R).
- Drenaje (D).
- Uso del suelo y cobertura vegetal (U).
- Clima (C).
- Erosión (E).
- Sismicidad (S).
- Procesos dinámicos.

Las variables M, R, U y D definen las zonas homogéneas, en tanto que las variables A, C, S y E se considera que actúan como detonantes; la superposición sistemática de unos y otros permite establecer una zonificación en términos de calificación y categorías de estabilidad.

La evaluación del parámetro de sismo, como factor contribuyente o detonante de movimientos en masa se realiza tomando como insumo la Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá (Ingeominas - UniAndes).

La cobertura de procesos dinámicos se emplea como parámetro de calibración; en consecuencia se cartografían – estrictamente en campo - procesos activos o potenciales en los que se considera la tendencia a la propagación y grado de actividad. Para efecto de la zonificación, se asume que este parámetro castiga a cualquier otra estimación.

La categoría de estabilidad en términos de niveles de Amenaza y en función de la calificación de estabilidad, definida como la sumatoria ponderada de los valores de estabilidad asignados a cada parámetro, se estableció por Ingeocim Ltda. (1998) a partir del análisis de frecuencias de la calificación de estabilidad, asignada a cada polígono resultante del cruce de topología de los mapas temáticos. El resultado del análisis de frecuencias de la calificación de estabilidad (SES) arrojó una distribución de tipo normal.

Teniendo en cuenta la calificación de amenaza con base en el Plano Normativo No. 3 "Zonificación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa", la información disponible, así como la escala y finalidad de este concepto, para realizar la evaluación de la amenaza se siguió el siguiente proceso metodológico:

- Se realizó la revisión de antecedentes que ya fueron presentados, particularmente



000006

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

en lo que tiene que ver con la existencia de estudios precedentes y conceptos o diagnósticos existentes dentro del barrio o su área de influencia directa.

- Se consultó la cartografía básica buscando la identificación de unidades geológicas superficiales, geomorfología y procesos morfodinámicos activos o potenciales, pendientes, posibles zonas homogéneas, mecanismos de falla, caracterización del drenaje.
- Adicional a lo anterior, se consultó información temática complementaria como cobertura y usos del suelo, así como identificación de los potenciales factores detonantes: precipitaciones, factor antrópico (cortes, rellenos, manejo de aguas de escorrentía y superficiales) y, eventualmente, la sismicidad.
- Se llevó a cabo el respectivo control de campo para realizar el ajuste de la información a la escala de trabajo del presente concepto, donde se verificaron las condiciones físicas del sector.

Con base en el cruce de la información anterior se delimitaron zonas susceptibles a sufrir fenómenos de remoción en masa y se definió la amenaza ante dicho evento para el barrio Tuna Alta Sector El Bosque de la localidad Suba.

4.2 PARAMETROS VERIFICADOS

4.2.1 Marco Físico del Sector

El desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque, describe un polígono irregular en una zona de relieve ondulado de pendientes bajas a fuertes desarrollado sobre la cima y la vertiente occidental de los Cerros de Suba.

El desarrollo se extiende irregularmente a lo largo de dos ejes uno de ellos las calles 158 y 159 y el otro, la Transversal 89; se trata de un sector con fuertes contrastes socio-económicos, se encuentran viviendas muy bien construidas que ocupan predios de grandes extensiones con amplias zonas verdes.

También se presentan zonas de viviendas con condiciones constructivas aceptables en mampostería confinada de dos y tres pisos y se encuentran sectores de condiciones regulares de habitabilidad hacia sur del desarrollo (viviendas con deficiencias estructurales).

La actual conformación del sector tiene a su vez marcadas diferencias, la práctica selectiva de cortes y rellenos para la construcción de viviendas se presenta en los sectores socialmente más deprimidos, mientras los otros sectores se encuentran en áreas de topografía plana, o la intervención de las laderas va acompañada de obras de confinamiento y drenaje.

Los índices de ocupación son irregulares, en general las zonas de bajas condiciones socioeconómicas presentan densidad de construcción alta y viceversa. El barrio en su totalidad, dispone de buena cobertura de servicios públicos.

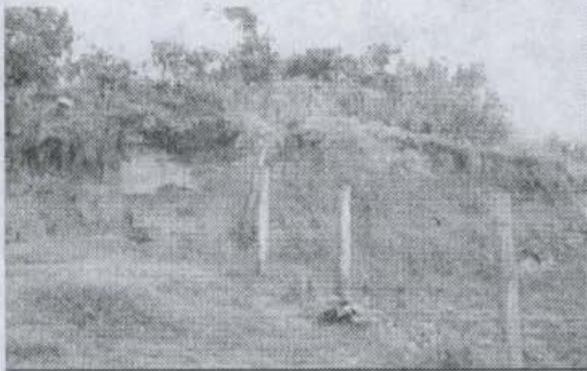


4.2.2 Geología

Litológicamente el área del desarrollo está conformada por una sucesión correspondiente con las rocas de la Formación Guaduas, constituida en este sector predominantemente de arcillolitas silíceas, interestratificadas con algunos niveles de areniscas y arcillolitas carbonosas (Fotografía 2).

Localmente, hacia el sur del desarrollo (Manzanas A1 y A2) se presenta un desarrollo avanzado en el perfil de meteorización, definiendo un nivel de suelo residual de al menos dos metros de espesor (Fotografía 1).

Hacia el nororiente del desarrollo (Manzana X2) se presenta una situación similar y adicionalmente se han desarrollado movimientos en masa que se evidencian en la presencia de un depósito que cubre parcialmente la ladera donde se localiza la Finca Bello Monte (Fotografía 3), que se encuentra limitando el desarrollo al oriente.



Fotografía 1. Perfil de suelo residual de rocas de la Formación Guaduas en la parte alta de la manzana A2



Fotografía 2. Arcillolitas carbonosas de la Formación Guaduas altamente meteorizadas en la manzana X2



Fotografía 3. Ladera coluvial en reptación, en el predio Finca Bello Monte, colindante al oriente con el desarrollo Tuna Alta, sector El Bosque.



4.2.3 Geología Estructural

En el sector de Suba se presentan de Este a Oeste dos plegamientos paralelos importantes que se han denominado Sinclinal de Suba y Anticlinal de La Conejera o Anticlinal de Suba.

La zona de estudio se encuentra en el núcleo de la estructura sinclinal, la cual es truncada por una fractura con dirección NW-SE, que cruza por el sector central el desarrollo. Esta estructura no se evidencia en la topografía mediante un cambio brusco, aunque su presencia coincide con el borde sur de una ladera que presenta condiciones de inestabilidad que probablemente estén relacionadas a la franja de fracturamiento intenso causado por la acción de esta falla.

4.2.4 Geomorfología y Procesos Morfodinámicos

En el área del desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque, se diferencian zonas de pendiente media a alta, correspondientes con laderas denudativas sobre suelo residual; y zonas de pendiente suave correspondientes con cimas onduladas que definen la divisoria de aguas de los Cerros de Suba.

La zona de laderas denudativas sobre suelo residual cubren gran parte del barrio, hacia el norte (manzanas X6, X2, 50, 22, 15), y hacia el sur (manzanas 24, A1 y A2) donde se presentan las mayores pendientes del terreno, esta unidad está constituida por suelo residual que suprayace a una alternancia de arcillolitas y areniscas arcillosas, intensamente fracturadas y meteorizadas; son zonas susceptibles a desprendimiento de materiales, procesos de reptación y deslizamientos rotacionales.

Los desprendimientos se presentan asociados a la intervención de las laderas, mediante cortes indiscriminados de ángulo muy alto para el emplazamiento de las viviendas; los procesos de reptación son fenómenos comunes en las laderas de mayor inclinación, la zona verde hacia el sur del desarrollo y la manzana X6 presentan este tipo de fenómenos.

En esta zona se presenta una susceptibilidad alta a procesos de erosión laminar y en surcos, que atacan las vías desprovistas de pavimentación.

La zona de cimas onduladas presenta condiciones óptimas de estabilidad, cubre el sector central del barrio (manzanas 24 y A3) y un amplio sector de la manzana X2, hacia el borde nororiental del desarrollo.

Una zona geomorfológica particular esta definida por la presencia de una ladera de acumulación coluvial, se trata de una ladera irregular con procesos de reptación y flujo de tierras que definen condiciones complejas de inestabilidad. Esta zona se localiza limitando por el norte el desarrollo afectando parcialmente la Finca Bello Monte.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

4.2.5 Hidrografía e Hidrología

El área donde se encuentra ubicado el desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque, se localiza en la parte alta de los Cerros de Suba, en la margen occidental, cerca de la divisoria de aguas del Cerro. Esta zona se encuentra enmarcada dentro de la cuenca del Río Juan Amarillo.



Fotografía 4. Ladera sobre suelo residual hacia el costado sur del desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque, donde se evidencian procesos de reptación acentuados por las condiciones de pendiente alta.



Fotografía 5. Procesos de erosión laminar y en surcos a lo largo de las vías desprovistas de pavimentación en el sector sur del Barrio tuna Alta Sector El Bosque. Se evidencia la acción de la escorrentía superficial sobre el terreno.



Fotografía 6. Aspecto de topografía plana en la zona de cimas onduladas, en el cruce entre la Calle 158 y la Transversal 89, en el Barrio Tuna Alta - Sector El Bosque.

No se encuentran canales marcados de escorrentía superficial en toda esta ladera de los Cerros de Suba, que generen aporte a la cuenca del Juan Amarillo, esta zona drena mediante el sistema de alcantarillado adecuado para el barrio y sobre el terreno natural sin causar una incisión definida en el relieve.

De igual manera, hay superficies libres de origen artificial representados por los diferentes zanjones y canales construidos, cuya función es la de coleccionar y conducir las aguas pluviales, hacia el sistema de alcantarillado, particularmente sobre la Calle 158 y Calle 159 donde se encuentran cunetas laterales revestidas en concreto.



4.2.6 Lluvias y Análisis hidrológico

Esta información proveniente del "Estudio de riesgos por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras recomendadas para estabilizar el sector que separa los barrios Tuna Alta Sector El Rosal y El Salitre de la Localidad de Suba, en Bogotá D.C." (FOPAE - CONSORCIO PI-LAMBDA LTDA, 2005), se basó en el análisis de los registros de una estación climática del DAMA, localizada en la Escuela Colombiana de Ingeniería, desde el año 1986.

Se han registrado valores del promedio mensual multianual de precipitación entre los 65 y 91 mm/mes con valores máximos del orden de 318 mm/mes y mínimos de 1 mm/mes; durante el año se define un régimen bimodal con dos períodos secos (diciembre a enero y Julio a agosto) y dos húmedos (Febrero a Junio y Septiembre a Noviembre)

4.3 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

De acuerdo con la metodología descrita, el reconocimiento de antecedentes y el reconocimiento de campo se obtuvo la siguiente zonificación:

- **Zona de Amenaza Alta**

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
A1	1 y 2	Zonas muy susceptibles a desprendimiento de materiales, procesos de reptación y deslizamientos rotacionales.
A2	1,2,11 y 12	
X2	10	Zonas susceptibles a procesos de reptación y flujos de tierras.
	Zona Verde	Zona susceptible a procesos de reptación.

- **Zona de Amenaza Media.**

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
A1	3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 12	Zonas de pendiente media a alta, correspondientes con laderas denudativas, desarrollados sobre suelos residuales de la formación Guaduas, con aceptables condiciones de estabilidad.
A2	3,4,5,6,7,8,9 y 10	
A3	5,6,7,8,9,10 y 11	
24	6	
X6	Toda (2 y 3)	
50	Toda (1,2)	
X2	3	
15	3,4,5,6,7,8 y 10	
22	Toda (1,2)	



000011

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

● **Zona de Amenaza Baja**

MANZANA	PREDIO	
A3	1,2,3 y 4	Zonas de pendiente suave correspondientes con cimas onduladas, desarrollados sobre suelos residuales de la formación Guaduas, que definen la divisoria de aguas de los Cerros de Suba, con buenas condiciones de estabilidad.
24	1,2,3,4 y 5	
X2	4,5,6,7,8 y 9	
15	1,2,11 y 12	

Se presenta en el Anexo 1, el Mapa de Zonificación de Amenaza del desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque.

5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La evaluación de la vulnerabilidad se basó en el cálculo del denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando para tal efecto la metodología propuesta por Leone y modificada por Soler et al (INGEOCIM, 1998). Esta evaluación incluye los siguientes aspectos:

- ⊙ Determinación de la sollicitación característica para cada vivienda
- ⊙ Clasificación de la tipología de vivienda existente. Esta información se obtuvo de las encuestas realizadas (inventario de viviendas).
- ⊙ Cálculo de los índices de vulnerabilidad física (IVF) para cada unidad de vivienda, dependiendo del tipo de movimiento, la intensidad de las sollicitaciones y las características del elemento expuesto (viviendas).
- ⊙ Zonificación por Vulnerabilidad Física ante fenómenos de remoción en masa.

5.1 TIPIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Para la determinación de la resistencia del elemento expuesto, se obtuvo la tipificación de las viviendas según el criterio de Leone¹ (Tabla No. 2) teniendo en cuenta los criterios de resistencia de la estructura expuestos en la Tabla No. 3.

Tabla No. 2. Clasificación utilizada en el sector para determinar la tipología de vivienda

TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
LV	Corresponde a lotes vacíos
B1	Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural. En nuestro medio se les denomina tugurios o ranchos.

¹ LEONE F., 1996. — Concept de vulnérabilité appliqué à l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvements de terrain. Thèse de doctorat, Université J. F. Fourier, Grenoble et Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Marseille, 286 p.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

000012

TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
B2	Construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuados. Para la zona de estudio, se pueden catalogar dentro de este grupo las casas en mampostería no reforzada o prefabricadas simples.
B3	Construcciones de calidad regular o buena, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.), de hasta tres niveles.
B4	Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación, de más de dos niveles.

Teniendo en consideración la clasificación propuesta en esta tabla y la revisión de campo, el desarrollo **Tuna Alta Sector El Bosque**, se encuentra en un estado de consolidación avanzado, con 9 manzanas y 66 predios, predominantemente construidos con viviendas de calidad constructiva regular a deficiente (tipo B2 = 79% y tipo B1 = 4%, de las viviendas construidas), se presenta un 5% de lotes vacíos y un 17 % de viviendas con buenas condiciones constructivas (de las viviendas construidas).

Las viviendas corresponden con unidades residenciales predominantemente de 2 pisos (52%) y un piso (38%), en menor medida se encuentran construcciones de 3 pisos (5%).

Aunque el porcentaje de predios construidos es alto (95%), la densidad del área construida es baja debido a las dimensiones de los lotes y al estilo arquitectónico de algunas casas, con áreas verdes muy extensas, especialmente hacia el norte del desarrollo.

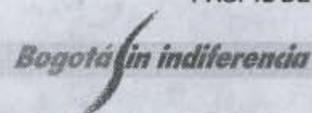
En el desarrollo se presenta una zona verde cubierta por pastos, caracterizada por una morfología de pendiente media alta, como se indica en el plano de loteo suministrado por DAPD.

Tabla No. 3. Criterios de resistencia de las estructuras según el tipo de solicitud o evento al que podrían estar expuestas las viviendas (Tomada de INGEOCIM,1998)

Tipo de solicitud	Modos de daño	Criterio de resistencia de la estructura
Desplazamientos laterales	Transporte Deformación Asentamientos Ruptura	Profundidad de la cimentación Arrostramiento de la estructura
Empujes laterales	Deformación Ruptura	Altura de la estructura Profundidad de la cimentación Refuerzo

De acuerdo con los parámetros verificados y las características del sector, la solicitud por impactos no aplica para este desarrollo y el análisis esta dirigido a las solicitudes por desplazamientos y empujes laterales.

En este sentido, las solicitudes por desplazamientos y empujes laterales, en general son medianas a excepción del predio 10 de la manzana X2, los predios 1,2,11 y12 de la manzana A2, predios 1 y 2 de la manzana A1 y la zona verde, en donde las solicitudes son altas.





000013

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

5.2 CALIFICACIÓN DE LOS DAÑOS

Para calificar los daños se siguió el criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco (5) categorías, tal como se indica en la Tabla No.4.

Tabla No. 4. Clasificación de los daños según el DRM (Tomada de Leone, 1996)

Índice de daño	Tipo de daño	Porcentaje de daño
I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada.	0.0 - 0.1
II	Fisuras en paredes (muros). Reparaciones no urgentes.	0.2 - 0.3
III	Deformaciones importantes. Daños en elementos estructurales.	0.4 - 0.6
IV	Fracturación de la estructura. Evacuación inmediata.	0.7 - 0.8
V	Derrumbe parcial o total de la estructura.	0.9 - 1.0

El porcentaje de daño o índice de pérdidas (IP) lo define Leone (1996), como:

$$IP = \frac{(V_i - V_f)}{V_i}$$

Donde,

V_i : Valor inicial del bien (antes del evento).

V_f : Valor final del bien (después del evento).

5.3 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas se determinaron dos índices de daño, a saber: Un Índice de Daño Potencial (IDp) y un Índice de Daño Actual (IDa). Se asocian los Índices de Daños Potenciales (IDp) ocasionados por un evento dado, de acuerdo tanto al tipo de solicitud (magnitud del evento) como a la tipología de la vivienda (resistencia del elemento expuesto); en la Tabla No. 5 se presenta la matriz de daño utilizada.

Tabla No. 5. Matriz de daño utilizada (Tomada de INGEOCIM,1998).

	CLASE DE SOLICITACIÓN	TIPOLOGÍA DE VIVIENDA			
		B1	B2	B3	B4
DESPLAZAMIENTOS LATERALES	VM1	V	V	V	IV
	VM2	V	V	IV	IV
	VM3	V	IV	III	III
	VM4	IV	III	III	II
	VM5	III	II	I	I
EMPUJES LATERALES	PL1	V	IV	III	III
	PL2	V	IV	III	II
	PL3	IV	III	II	I



La probabilidad de ocurrencia de los procesos potenciales y su naturaleza demandan resistencias diferentes ante cada tipo de sollicitación; como se mencionó las sollicitaciones por empujes laterales y por desplazamientos laterales en gran parte del desarrollo son de magnitud media. Esto se debe a que las viviendas ubicadas en dichos predios por la calidad de la construcción ofrecen una moderada resistencia ante eventuales esfuerzos. Para el caso de los predios 10 de la manzana X2 y 2 de la manzana A1, la resistencia de las viviendas es muy baja frente a las sollicitaciones que se presentan.

Para la cuantificación de los dos índices de daño (IDa y IDp) se utilizó la teoría de los conjuntos difusos, de esta forma se determina el porcentaje de daño o índice de pérdidas (IPa, asociado al IDa; y el IPP, asociado al IDp). Estos porcentajes de pérdidas se presentan en la Tabla No. 6.

Tabla No. 6. Valores de Índice de Pérdidas utilizados para valorar el Índice de Daño (Tomada de INGEOCIM, 1998).

Índice de Daño	Índice de Pérdidas
I	0.00 – 0.15
II	0.15 – 0.35
III	0.35 – 0.65
IV	0.65 – 0.85
V	0.85 – 1.00

Para cada una de las posibles sollicitaciones asociadas a la amenaza (desplazamientos laterales, empujes laterales), se determinaron las viviendas afectadas determinando su Índice de Vulnerabilidad Física (IVF). Debido a que algunas de las viviendas pueden ser afectadas por más de un tipo de sollicitación, se determinó que el IVF total sea el máximo de los dos anteriores, es decir:

$$IVF_{total} = \max(IVF_{desplazamientos}, IVF_{empujes})$$

La vulnerabilidad se categoriza según el valor de los IVF totales, según se precisa en la Tabla No. 7.

Tabla No. 7. Criterios de categorización de la vulnerabilidad de las edificaciones ante fenómenos de remoción en masa (Tomada de INGEOCIM, 1998).

CATEGORÍA VULNERABILIDAD	CRITERIO
MUY ALTA	$IVF_{total} \geq 0.85$
ALTA	$0.65 \leq IVF_{total} < 0.85$
MEDIA	$0.35 \leq IVF_{total} < 0.65$
BAJA	$0.15 \leq IVF_{total} < 0.35$
MUY BAJA	$IVF_{total} < 0.15$



5.4 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

Dada las características de consolidación, tipología de las viviendas y grado de exposición, se considera que en términos generales las viviendas localizadas en el área de impacto o de influencia directa de los fenómenos de inestabilidad del barrio **Tuna Alta Sector El Bosque**, de acuerdo con el Índice de Vulnerabilidad Física son de una vulnerabilidad media ante procesos de remoción en masa (IVF en general varía entre 0.39 y 0.41), siendo mayor en las viviendas ubicadas en el predio 2 de la manzana A1 y en el predio 10 de la manzana X2 (IVF 0.51).

Por todo lo anterior, se establece que todo el barrio presenta vulnerabilidad global media ante fenómenos de remoción en masa.

6. EVALUACIÓN DE RIESGO

En su determinación se emplearon las dos variables previamente definidas: amenaza y vulnerabilidad. De la convolución de estas dos variables se obtuvo la calificación del riesgo; sin embargo, en esta operación se le asigna un mayor peso a la calificación de amenaza, entendiéndose que el riesgo puede ser de fácil reducción mediante la implementación de técnicas constructivas de sencilla aplicación.

6.1 CRITERIOS EMPLEADOS

Para expresar el riesgo global (IRG) a definir en el área de estudio se combinó la probabilidad de ocurrencia del fenómeno (amenaza) con el índice de pérdidas potenciales (vulnerabilidad), obteniendo la categorización planteada en la Tabla No. 8.

Tabla No. 8. Categorías de Riesgo de acuerdo con el Índice Global de Riesgo (Tomada de INGEOCIM, 1998).

CATEGORÍA DEL RIESGO	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Bajo	$0.001 \leq IRG_{prom} < 0.375$	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 1% y el 37,5%
Medio	$0.375 \leq IRG_{prom} < 0.625$	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, están entre el 37,5% y el 62,5%
Alto	$IRG_{prom} \geq 0.625$	Las pérdidas esperadas en promedio de viviendas y personas afectadas, son mayores al 62,5%

De acuerdo con el Índice de Riesgo Global los predios en general presentan riesgo medio ante procesos de remoción en masa (IRG oscila entre 0.38 y 0.53 para las viviendas calificadas con riesgo medio), siendo mayor en las viviendas ubicadas en los predios 10 de la manzana X2 (IRG = 0.65) y 2 de la manzana A1 (IRG = 0.67).

6.2 CALIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO. Como resultado del proceso metodológico aplicado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la



amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos expuestos; se obtiene que los principales escenarios de riesgo coinciden con las zonas de amenaza alta o de condiciones altas de vulnerabilidad y corresponde a la siguiente zonificación:

● **Zona de Riesgo Alto Mitigable**

PREDIOS	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIONES
Manzana A1 Predio 2	Corresponde con un predio construido con especificaciones muy deficientes (Tipología B1) en una zona de amenaza alta. La amenaza alta esta relacionada con las condiciones de la ladera que limita el predio y que es susceptible al desprendimiento de materiales, procesos de reptación y deslizamientos rotacionales.	Reforzar estructuralmente la vivienda para disminuir su vulnerabilidad. Realizar un estudio geotécnico detallado que defina las medidas y obras más adecuadas para estabilizar la ladera y a su vez, proteger la vivienda.
Manzana X2 Predio 10	Vivienda deshabitada, en estado agravado de deterioro estructural sobre una ladera con desarrollo de procesos de reptación.	Realizar un estudio geotécnico detallado que defina las medidas y obras más adecuadas para mitigar estabilizar la ladera y que defina las especificaciones técnicas más adecuadas para construir, acordes a las condiciones del terreno.

- **Zona de Riesgo Medio**, Corresponde con los predios relacionados a continuación, en su mayoría son predios localizados en zonas de amenaza media con aceptables especificaciones constructivas, o en menor medida, predios deshabitados, localizados en zonas de amenaza alta.

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIONES
A1	3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 12	Zonas de pendiente media a alta, correspondientes con laderas denudativas, desarrollados sobre suelos residuales de la formación Guaduas, con aceptables condiciones de estabilidad.	Mejoramiento de prácticas constructivas.
A2	3,4,5,6,7,8,9 y 10		
A3	5,6,7,8,9,10 y 11		
24	6		
X6	Toda (2 y 3)		Reforzar estructuralmente las viviendas y construir con especificaciones técnicas acordes a las condiciones del terreno.
50	Toda (1,2)		Adecuación de vías, pavimentación y obras de drenaje y de esta manera evitar, que cualquier intervención inadecuada en esta zona, pueda generar procesos de remoción en masa
X2	3		
15	3,4,5,6,7,8 y 10		
22	Toda (1,2)		



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

- **Zona de Riesgo Bajo**, corresponde con los predios construidos localizados en zonas de amenaza baja y los predios no construidos localizados en las zonas de amenaza media, estos son los predios relacionados a continuación:

MANZANA	PREDIO		RECOMENDACIONES
A3	1,2,3 y 4	Zonas de pendiente suave correspondientes con cimas onduladas, desarrollados sobre suelos residuales de la formación Guaduas, que definen la divisoria de aguas de los Cerros de Suba, con buenas condiciones de estabilidad	Mejoramiento de prácticas constructivas.
24	1,2,3,4 y 5		Reforzar estructuralmente las viviendas y construir con especificaciones técnicas acordes a las condiciones del terreno.
X2	4,5,6,7,8 y 9		Adecuación de vías, pavimentación y obras de drenaje y de esta manera evitar, que cualquier intervención inadecuada en esta zona, pueda generar procesos de remoción en masa
15	1,2,11 y 12		

7. RECOMENDACIONES

- Desde el punto de riesgos, la DPAE considera factible la legalización del desarrollo Tuna Alta Sector El Bosque; sin embargo, se sugiere condicionar la legalización de aquellos predios con alta amenaza por remoción en masa que en el momento no presentan condición de riesgo alto por no estar urbanizados y por su estado actual su uso urbano, debe quedar condicionado a que se adelanten estudios geotécnicos detallados que definan las medidas y obras de estabilización, dichos predios son:

MANZANA	PREDIOS	DESCRIPCIÓN
A1	1	Zonas muy susceptibles a desprendimiento de materiales, procesos de reptación y deslizamientos rotacionales.
A2	1,2,11 y 12	

Para la zona verde, además de restringir su uso urbano por presentar alta amenaza, debe ser destinada como zona de recreación pasiva.

Se entiende que aún cuando por amenaza o riesgo se establece una restricción de uso, para propósito de la Resolución de Legalización se discriminan para ambas condiciones; no obstante, estas relaciones son excluyentes; quiere esto decir, que aún cuando los predios en alto riesgo, corresponden también a amenaza alta, sólo se incluyeron dentro de la categoría de riesgo alto, por tal razón dentro de riesgo alto mitigable se encuentra el predio 10 de la manzana X2 y el predio 2 de la Manzana A1, dichos predios de igual forma, deben tener condicionada su legalización a que se



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría de Gobierno

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

realice un estudio geotécnico que defina las medidas más adecuadas para estabilizar la ladera y adicionalmente para el predio 2 de la Manzana A1, se debe condicionar a que se mejore la estabilidad estructural de la vivienda para disminuir su vulnerabilidad.

- Dadas las condiciones intrínsecas de las laderas del sector, en particular su pendiente, estas pueden resultar muy sensibles a cualquier intervención o modificación del medio físico; por esto, se requiere que cualquier acción esté lo suficientemente soportada en estudios geotécnicos específicos y diseños adecuados.
- Implementar obras de infraestructura que contribuyan con el mejoramiento integral del sector, entre otras pavimentación de vías y construcción de obras de drenaje.
- Articular con el Decreto Distrital 367 de 2005 para que en el marco del artículo 20 (Prevención y Control y Taller informativo y compromiso de la comunidad) se aprovechen los espacios de divulgación (talleres de información) para orientar a la comunidad y difundir material impreso sobre las prácticas constructivas más adecuadas en el sector, buscando la construcción de viviendas más seguras sin que afecten las condiciones del barrio.
- Acoger la normatividad vigente en cuanto a trámite de las licencias de construcción, en particular lo correspondiente a estudios de suelos y geotécnicos previstos en la norma descrita en el título H de la Ley 400 de 1997, el Decreto 33 de 1998 y el cumplimiento del Decreto 074 de 2001.
- Vigilar por parte de la Alcaldía Local que se de cumplimiento de los artículos 1 y 2 de la Ley 810 de 2003, en el sentido de exigir licencia de construcción a los predios que la reglamentación del sector les permita o, en su defecto, aplicar las sanciones previstas a quienes estén cometiendo esta infracción urbanística.
- Finalmente se recomienda revisar la delimitación, condiciones y restricciones establecidas por la autoridad ambiental competente para determinar las condiciones del desarrollo respecto a la zona de protección ambiental correspondiente con los Cerros de Suba y de esta manera garantizar que cualquier proyecto de urbanismo que se realice en el predio no afecte las condiciones ambientales del sector y que se traduzca en la generación o aceleración de fenómenos de inestabilidad.

8. OBSERVACIONES

Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto se realizaron para la legalización del barrio y están basados en los resultados de los estudios mencionados y en las observaciones realizadas durante las visitas al barrio. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas y que sirvieron de base para establecer las zonas y

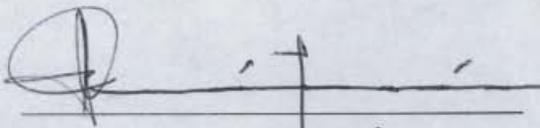
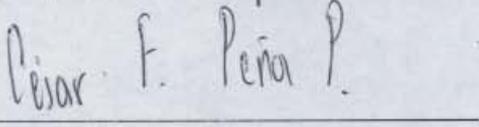
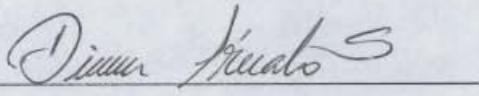
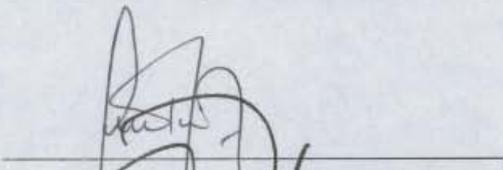
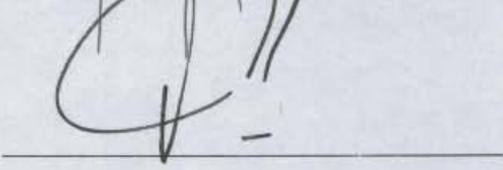


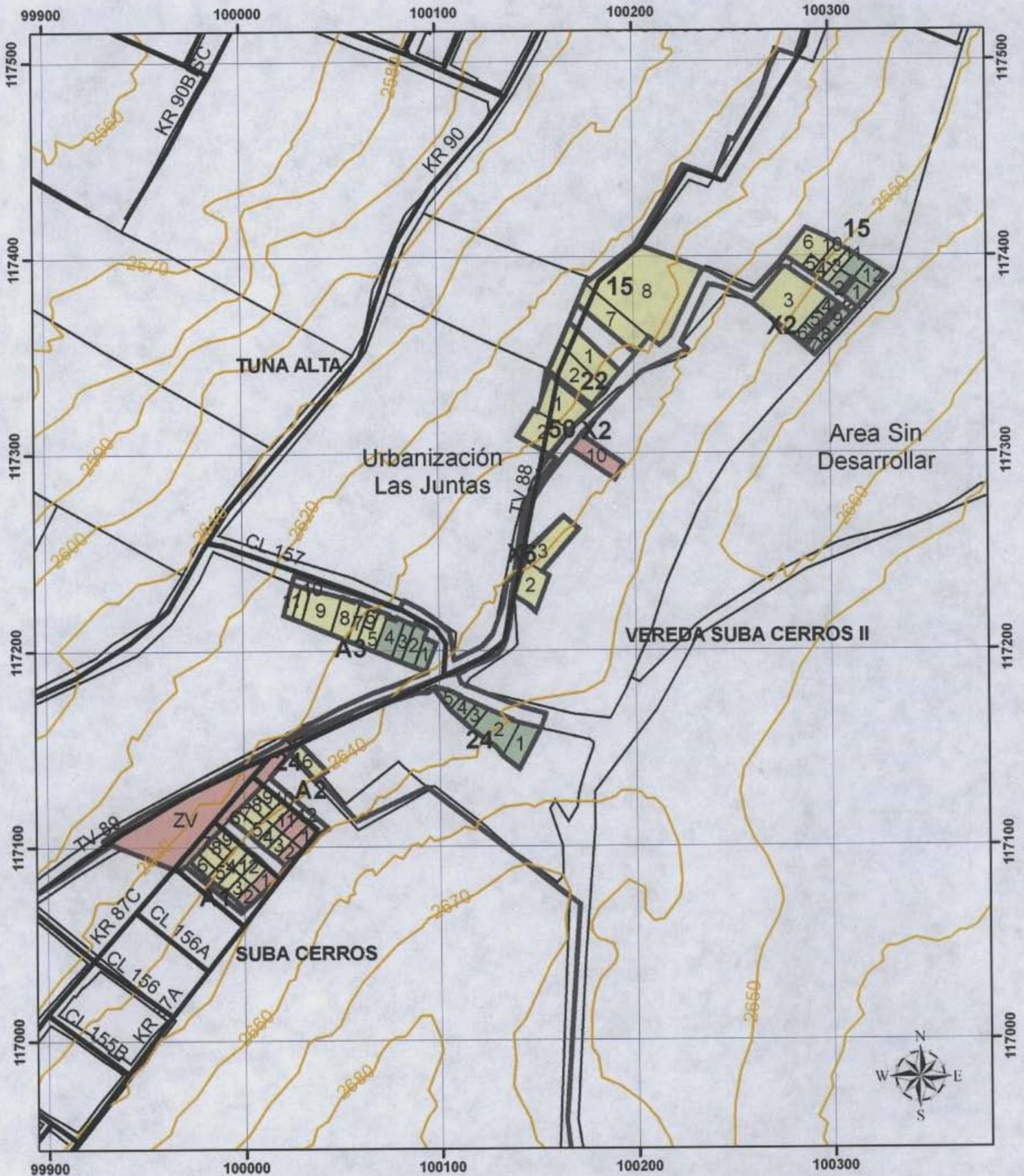
recomendaciones son modificadas, se deberán realizar los ajustes y cambios que sean del caso.

El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio, adicional a lo anterior en algunos sectores los procesos de urbanismo enmascaran, los posibles procesos de remoción en masa.

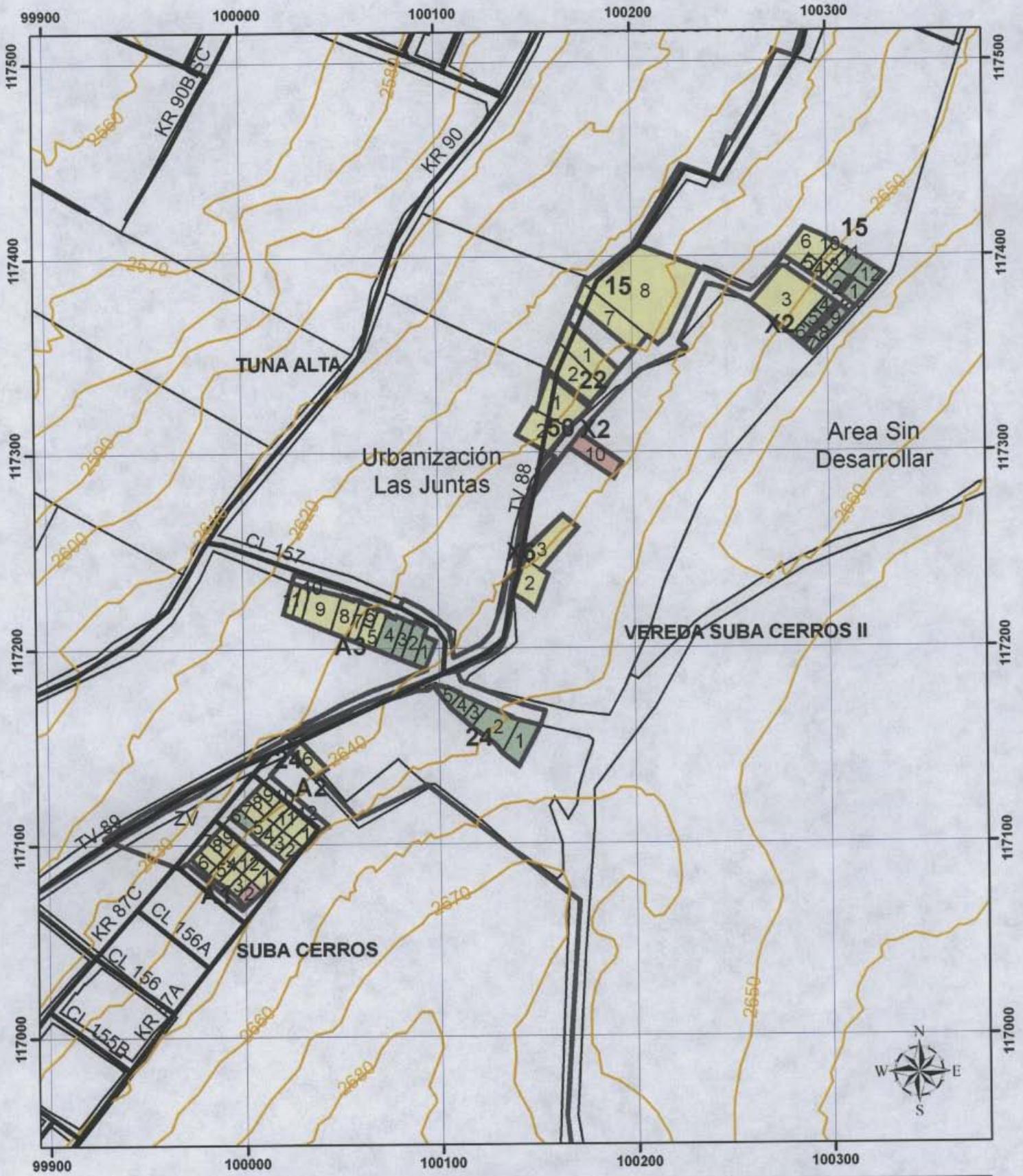
9. ANEXOS

Planos de loteo del desarrollo **Tuna Alta Sector El Bosque** (Suba) a escala 1:2500 con la identificación y delimitación de zonas de amenaza y riesgo.

Elaboró	DUVÁN HERNÁN LÓPEZ MENESES Geólogo M. P. 2119 CPG	
Elaboró	CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN Geólogo - Especialista en Geotecnia M. P. 1751 CPG	
Revisó	DIANA PATRICIA ARÉVALO S. Jefe Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA Coordinador Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	FERNANDO RAMÍREZ CORTÉS Director	



 Secretaría de Gobierno Dirección de Prevención y Atención de Emergencias	Concepto técnico para legalización	ESCALA GRÁFICA: 1:2.500 FUENTE: DPAE, DAPD, DACD	CONVENCIONES
	Desarrollo: Tuna Alta sector El Bosque Localidad: Suba UPZ: Suba Área: 4,3 Ha Fecha: jun 23	ELABORO: Ing GAFR FECHA: 23 jun 2006	Amenaza por Remoción Amenaza Alta Amenaza Media Amenaza Baja



Concepto técnico para legalización
 Desarrollo: Tuna Alta sector El Bosque
 Localidad: Suba
 UPZ: Suba
 Área: 4,3 Ha
 Fecha: Jun 23

ESCALA GRÁFICA:
 1:2.500
 FUENTE:
 DPAE, DAPD, DACD
 ELABORÓ:
 Ing GAFR
 FECHA:
 23 Jun 2006

CONVENCIONES	
	Loteo
	Límite de Barrios
	Límite de Localidad
	Red Hidrica
Riesgo por Remoción	
	Riesgo Alto
	Riesgo Medio
	Riesgo Bajo