

CLASIFICADO



CARLOS EDGAR TORRES BECERRA
INGENIERO FORESTAL
ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN AMBIENTAL
MAGISTER EN GOBIERNO Y POLÍTICAS PÚBLICAS (Título por Optar)
CARRERA 5 NO. 21 – 96
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

PRESTAR SERVICIOS PROFESIONALES AL FOPAE PARA REALIZAR LA ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS PARA LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D.C.

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS N° PS – 543 – 2009

ORIGINAL
Parte 1 de dos partes

27 de junio de 2010

Nota Especial: De acuerdo con el artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los derechos de autor pertenecen al FOPAE. La solicitud de reproducir este documento parcial o totalmente, se deben dirigir por escrito al director del FOPAE



CLASIFICADO



CARLOS EDGAR TORRES BECERRA
INGENIERO FORESTAL
ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN AMBIENTAL
MAGISTER EN GOBIERNO Y POLÍTICAS PÚBLICAS (Título por optar)
CARRERA 5 No. 21 – 96
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

PRESTAR SERVICIOS PROFESIONALES AL FOPAE PARA REALIZAR LA ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS PARA LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D.C.


CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS N° PS – 543 – 2009

ORIGINAL
Parte 1 de dos partes

27 de junio de 2010

Nota Especial: De acuerdo con el artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los derechos de autor pertenecen al FOPAE. La solicitud de reproducir este documento parcial o totalmente, se deben dirigir por escrito al director del FOPAE



	<p>Actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C. - 2010</p>
---	---

ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS PARA LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D.C.

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá D.C. – FOPAE
 Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE
 Diagonal 47 No. 77 B – 09 Interior 11
 PBX 4292801
www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co
 Bogotá – Colombia

Director: Ing. Guillermo Escobar Castro
 Responsable Área Técnica y de Gestión: Ing. Lucy González
 Coordinación de Investigación y Desarrollo: Ing. Gladys Puerto
 Responsable Grupo de Estudios Técnicos: Ing. Dulfay Ortiz
 Profesional de Gestión Territorial: Ecólogo Eduardo Chilito

Elaborado por:
 Ing. Carlos Edgar Torres Becerra – Esp. Planeación, Mg Políticas Públicas (Título por optar)
 Ing. Angela Teresa Blanco Figueroa – Esp, SIG





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

TÍTULO Y SUBTÍTULO

ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS PARA LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D.C.

AUTOR

CARLOS EDGAR TORRES BECERRA, Ingeniero Forestal, Especialista en Planeción Ambiental, Candidato a Mágister en Gobierno y Políticas Públicas (Título por optar)

RESUMEN

En este informe se actualiza la "Zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.", elaborada por DPAE en 2002 y se proponen tres (3) medidas puntuales para el mejoramiento de la gestión del riesgo por incendio forestal, relacionadas con la emisión de alertas, los recursos para el control en la atención de emergencias y criterios para ampliar la gestión hacia las Localidades de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz

PALABRAS CLAVE

Cerros Orientales, Usaquén, Chapinero, Santa Fé, San Cristóbal, Usme, Ciudad Bolívar, Sumapaz, Análisis de Riesgos, Alertas, Recursos para el Control, Planificación

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE

Incendios Forestales: Zonificación de riesgos

CLASIFICACION DE SEGURIDAD	CONTRATO	IDIOMA	NÚMERO DE PÁGINAS	NÚMERO DE COPIAS
CLASIFICADO	PS – 43 - 2009	Español	363	1

OBSERVACIONES



RESUMEN

En 2002, la DPAE elaboró el estudio titulado “Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las Medidas Preventivas y Operativas para los Cerros Orientales de Bogotá”, el cual sirvió como instrumento para orientar la gestión del riesgo por incendio forestal en el Distrito Capital.

En años posteriores, diversas entidades generaron nueva información cartográfica, para lo cual la DPAE elaboró el estudio “Diseño de Actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal en los Cerros Orientales de Bogotá D.C.”, el cual, luego de revisar las metodologías de zonificación de Chile, España, Canadá y Estados Unidos, así como las empleadas por el Ministerio de Ambiente, la de IDEAM y DPAE., encontró que resulta conveniente actualizar el modelo propuesto por DPAE en el 2002, especialmente porque las demás no incorporan los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, ni posee los niveles de detalle plasmados en el ejercicio propio.

Por ello, se inició la presente actualización, que retomó el esquema de 2002, pero al encontrar que había nueva información cartográfica que antes no existía, se decidió su incorporación, dando como resultado, un nuevo modelo, que con base en los niveles de detalle de los datos disponibles, hace énfasis en las definiciones de los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Así mismo, se revisaron las medidas preventivas y operativas, incluyendo otras no previstas y se presentan tres anexos sobre algunas medidas puntuales como lo son:

- ✓ Anexo A: Formular las bases técnicas para orientar la gestión de los incendios forestales en las zonas rurales de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz y su articulación con el nivel distrital, regional y nacional.
- ✓ Anexo B: Desarrollar un modelo SIG, que permita contar con un modelo piloto para realizar análisis de recursos para el control del fuego, ocurrencia histórica de incendios forestales y evaluaciones de daños ambientales, de conformidad con la información cartográfica disponible en la actualidad.
- ✓ Anexo C: Formular las bases técnicas que permitan concebir los tipos de alerta por incendio forestal para las zonas rurales de Bogotá.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 5	
TABLA DE CONTENIDO	6
LISTADO DE CUADROS, GRÁFICOS Y ANEXOS	10
INTRODUCCIÓN.....	12
1. OBJETIVOS	15
1.1 GENERAL	15
1.2 ESPECÍFICOS	15
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. METODOLOGÍA.....	18
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 CERROS ORIENTALES	20
4.1.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	20
4.1.2 GENERALIDADES	21
4.1.2.1 Parte frontal de los cerros	21
4.1.2.1.1 Límites.....	23
4.1.2.1.2 Descripción general.....	24
4.1.2.1.3 Cobertura vegetal.....	25
4.1.2.2 Cuenca alta del Teusacá	26
4.1.2.2.1 Límites.....	26
4.1.2.2.2 Descripción general.....	26
4.1.2.2.3 Cobertura vegetal.....	27
4.2 INCENDIOS FORESTALES.....	28
4.3 ZONIFICACIONES EN INCENDIOS FORESTALES.....	31
4.4 NORMATIVIDAD.....	33
5. ANTECEDENTES.....	36
5.1 MÉTODO DE ZONIFICACIÓN DPAE 2002.....	36
5.2 DIAGNÓSTICO 2008 DE ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN.....	38
5.3 ASPECTOS PREVIOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN.....	38
6. ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN.....	40
6.1 ASPECTOS GENERALES.....	40



6.1.1	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	40
6.1.1.1	Evaluación de documentos	40
6.1.1.2	Resultados	41
6.1.2	NUEVO MODELO PARA LA ZONIFICACIÓN	42
6.1.3	CONSIDERACIONES PREVIAS	44
6.2	ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL	44
6.2.1	AMENAZA	50
6.2.1.1	Variables que intervienen	50
6.2.1.1.1	Temperatura.....	51
6.2.1.1.2	Precipitación.....	52
6.2.1.1.3	Brillo Solar	53
6.2.1.1.4	Evaporación	54
6.2.1.1.5	Velocidad del viento	55
6.2.1.1.6	Orientación del viento	56
6.2.1.1.7	Pendiente	58
6.2.1.1.8	Geomorfología.....	59
6.2.1.1.9	Actividades antrópicas.....	60
❖	Parámetros involucrados.....	61
	Líneas eléctricas.....	61
	Vías	62
	Uso del suelo.....	64
❖	Definición de las actividades antrópicas	65
6.2.1.1.10	Ocurrencia histórica de incendios forestales.....	66
❖	Por tipo de incidente.....	67
❖	Por Año	71
❖	Por mes.....	71
❖	Por día	72
❖	Por Localidad	72
❖	Por sector.....	73
❖	Por cobertura vegetal afectada.....	73
6.2.1.2	Combinación de las variables.....	74
6.2.1.2.1	Mecanismos de combinación de las variables para el análisis	74
❖	Método 1 – Asignación de pesos por rango de calificación	74
❖	Método 2 – Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes.....	75
❖	Método 3 – Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango de calificación	76
❖	Método 4 – Combinado: Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango y con asignación de pesos	77
6.2.1.2.2	Estructuración de datos.....	77
6.2.1.2.3	Definición del algoritmo para la combinación de las variables de amenaza en la plataforma SIG.....	82
6.2.1.3	Definición de la amenaza	83
6.2.2	VULNERABILIDAD.....	83
6.2.2.1	Variables que intervienen	84
6.2.2.1.1	Flora, fauna y agua.....	85
6.2.2.1.2	Accesibilidad	87



6.2.2.1.3	Intervención de la vegetación	87
6.2.2.1.4	Infraestructura	88
6.2.2.2	Definición de la vulnerabilidad	89
6.2.3	RIESGO	90
6.2.3.1	Procesamiento SIG.....	90
6.2.3.2	Definición del riesgo	92
6.3	RECOMENDACIONES ESPECIALES DE MANEJO	95
6.3.1	EMISIONES.....	96
6.3.2	SUELO	97
6.3.3	EDIFICACIONES.....	99
6.3.4	INCENDIOS FORESTALES EN CERCANÍAS A LÍMITES MUNICIPALES ...	100
7.	RESULTADOS	102
7.1	ZONIFICACIÓN 2009.....	102
7.2	CONTRASTE DE LOS MODELOS 2002 Y 2009	105
7.3	VENTAJAS Y LIMITANTES DEL MODELO 2009.....	106
8.	REVISIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS	114
8.1	ORGANIZACIÓN PARA LA GESTIÓN	114
8.1.1	SISTEMA ORGANIZACIONAL	114
8.1.1.1	Opción 1	114
8.1.1.2	Opción 2	115
8.1.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	115
8.1.3	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.....	116
8.1.3.1	De la Comisión.....	116
8.1.3.2	De la gestión	117
8.1.3.2.1	Opción 1	120
8.1.3.2.2	Opción 2.....	120
8.2	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	121
8.3	PREVENCIÓN.....	125
8.4	MITIGACIÓN	126
8.5	TRANSFERENCIA DEL RIESGO	130
8.6	PREPARATIVOS PARA EMERGENCIA	131
8.7	ALERTA.....	132
8.8	RESPUESTA.....	132
8.9	RECUPERACIÓN.....	132
9.	MEDIDAS PUNTUALES PARA FORTALECER LA GESTIÓN DEL RIESGO POR INCENDIO FORESTAL	133
10.	CONCLUSIONES	134



11. RECOMENDACIONES.....	136
BIBLIOGRAFÍA.....	138
LISTADO DE MAPAS.....	139
 ANEXO A: FORMULAR LAS BASES TÉCNICAS PARA ORIENTAR LA GESTIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS ZONAS RURALES DE USME, CIUDAD BOLÍVAR Y SUMAPAZ Y SU ARTICULACIÓN CON EL NIVEL DISTRITAL, REGIONAL Y NACIONAL.	175
 ANEXO B: MODELO SIG: PRUEBA PILOTO PARA REALIZAR ANÁLISIS DE RECURSOS PARA EL CONTROL DEL FUEGO, OCURRENCIA HISTÓRICA DE INCENDIOS FORESTALES Y EVALUACIONES DE DAÑOS AMBIENTALES.	262
 ANEXO C: FORMULAR LAS BASES TÉCNICAS QUE PERMITAN CONCEBIR LOS TIPOS DE ALERTA POR INCENDIO FORESTAL PARA LAS ZONAS RURALES DE BOGOTÁ D.C.	303



LISTADO DE CUADROS, GRÁFICOS Y ANEXOS

Cuadros

1. Metodología para la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal en los Cerros Orientales de Bogotá D.C.
2. Localidades y sectores de la parte frontal de los Cerros
3. Nuevo modelo de zonificación de riesgo por incendio forestal
4. Calificación de la variable Temperatura
5. Calificación de la variable Precipitación
6. Calificación de la variable Brillo Solar
7. Calificación de la variable Evaporación
8. Calificación de la variable Velocidad del viento
9. Calificación de la variable Orientación del Viento
10. Calificación de la variable Pendiente
11. Calificación de la variable Geomorfología
12. Determinación de la zona de servidumbre de las líneas eléctricas
13. Determinación de una franja de interés en vías
14. Usos del suelo en los que se posibilita la presencia del fuego
15. Calificación de la variable Actividades Antrópicas
16. Ocurrencia Histórica de Conatos e Incendios Forestales en la zona de estudio
17. Calificación de la amenaza, por el método 1: asignación de pesos por rango de calificación
18. Calificación de la amenaza, por el método 2: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes
19. Calificación de la amenaza, por el método 3: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango de calificación
20. Calificación de la amenaza, por el método 4: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango y con asignación de pesos
21. Análisis de los datos tipo percentil y cluster, de los cuatro (4) métodos utilizados para la definición de la amenaza
22. Calificación de la flora
23. Calificación de la intervención de la cobertura vegetal
24. Calificación de la Infraestructura
25. Calificación de la Vulnerabilidad
26. Calificación del Riesgo
27. Ejemplo para la elección de las alternativas para la estimación del riesgo
28. Consolidado final de la cantidad y la superficie afectada por conatos e incendios forestales para cada categoría, según los cruces en el SIG
29. Época y entidades que han elaborado los mapas de los incendios forestales atendidos en el Distrito Capital
30. Resultados de la zonificación



Gráficos

1. Metodología para la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal en Bogotá D.C. (2002)
2. Especificaciones generales para levantamientos de suelos
3. Relación entre la definición de incendio forestal y la escala de la información disponible
4. Niveles de detalle para levantamientos agrológicos
5. Análisis por tipo de incidente
6. Análisis anual de los incidentes forestales ocurridos en la zona de estudio
7. Análisis mensual de los incidentes ocurridos en la zona de estudio
8. Análisis por día de inicio de los incidentes en de la zona de estudio
9. Análisis por Localidad de los incidentes ocurridos en la zona de estudio
10. Análisis por sector de los incidentes ocurridos en la zona de estudio
11. Análisis por vegetación afectada
12. Histogramas de los métodos empleados para la calificación de las variables
13. Histogramas de la distribución de datos de cada uno de los métodos, según análisis tipo percentil y cluster

Figura

1. Ubicación de la zona de estudio con respecto a Bogotá D.C.

Tabla

1. Total de incendios forestales ocurridos en Bogotá D.C.



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se viene dando un cambio en la forma de pensar de los seres humanos con relación a los recursos naturales, para lo cual se viene desarrollando la planificación sostenible de los mismos, tendiente a satisfacer las necesidades presentes y a guardar una base para las próximas generaciones, utilizando para ello, figuras como las áreas naturales protegidas, que para el caso Colombiano pueden ser del orden nacional, regional y local.

El 77% de la superficie del Distrito Capital es zona rural, en la que se distinguen los ecosistemas de Bosque Alto Andino, Subpáramo y Páramo. En ellas se encuentran los denominados “Cerros Orientales”, los cuales, mediante el Acuerdo 30 de 1976, aprobado por la Resolución Ejecutiva del Ministerio de Agricultura 076 de 1977, el INDERENA los declaró como un área natural protegida, bajo la categoría de Reserva Forestal Protectora.

Desde esa época, se vienen adelantando acciones para la conservación de los cerros, los cuales se ven sometidos a fuertes presiones en la zona de borde, por demanda de espacio para la construcción, por explotaciones mineras y usos agropecuarios, actividades en las que el fuego se utiliza de manera indistinta como herramienta de trabajo, ya que es de bajo costo y de alto rendimiento. Así mismo, los cerros han sido fuertemente intervenidos para la introducción de plantaciones forestales de especies exóticas, que por su ausencia de manejo silvicultural, favorecen la propagación de los incendios forestales.

De igual forma, el crecimiento de la ciudad y el especial auge por la conservación de las áreas naturales, demandan de los cerros de espacios nativos para la recreación y el esparcimiento al aire libre, en el que el fuego se usa para proporcionar luz y calor y al no tomar las medidas adecuadas, este se pasa a la vegetación, generando un efecto perjudicial para los ecosistemas.

Los incendios forestales generan efectos adversos en los recursos naturales y en el hombre, que puede ser afectado en sus bienes e integridad física. Según la Secretaría Distrital de Ambiente, “el fuego contribuye a retardar y/o impedir la autorregulación de los ecosistemas existentes, llegando a la destrucción de una buena parte del componente ambiental de la ciudad”¹. Entre 1995 y 2010, diversas entidades han realizado la respuesta a estas emergencias, mientras que la Secretaría Distrital de Ambiente ha colectado los registros existentes, mediante una Base de Datos que recoge los datos de las quemaduras, conatos e incendios forestales, de los cuales los últimos se georreferencian en su totalidad, junto con algunos de los segundos. En la Tabla No. 1 se muestran todos los incendios forestales ocurridos en Bogotá D.C.

¹ DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE (DAMA). Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, Bogotá D.C.. 1998.



Tabla No. 1 Total de incendios forestales ocurridos en Bogotá D.C.

AÑO	INCENDIOS FORESTALES	
	Cantidad	Área Afectada (ha)
1995	8	No reportada
1996	2	No reportada
1997	13	No reportada
1998	24	No reportada
1999	6	11,40
2000	8	27,00
2001	32	177,35
2002	42	116,55
2003	25	63,00
2004*	14	58,00
2005	14	206,25
2006	4	8,00
2007	15	250,44
2008	12	20,00
2009	15	56,40
2010**	38	221,86
SUBTOTAL	187	1.216,25

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente

* No se incluye un incidente ocurrido en el sector de la Unión, que consumió 1.500 ha, por considerarse eventual y aislado

**Registros hasta el 30 de abril. Estos datos no son incluidos en el presente ejercicio, debido a que no está disponible el año completo

En otro sentido, mediante el Decreto 190/04, se compilaron las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, por las cuales se adoptó y revisó el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital (POT). Este documento contiene una sección denominada “SUBTÍTULO 5. ZONAS SUJETAS A AMENAZAS Y RIESGOS”, que corresponde a los “artículos 128 a 144, en los que no se observa la inclusión de la problemática de incendios forestales.

Teniendo en cuenta que los incendios forestales pueden generar situaciones de desastre, corresponde a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) desarrollar el presente estudio, según lo establecido en el Decreto Distrital No. 332/04, así:

“Artículo 9º. Dirección y coordinación. La dirección, coordinación y control del conjunto de todas las actividades administrativas y operativas que sean



indispensables para atender las situaciones de desastre, calamidad o emergencia, excepto las provocadas por acciones intencionales de que trata el artículo 1º de este Decreto, corresponderán a la Secretaría de Gobierno a través de la DPAE, sin perjuicio de las responsabilidades de cada una de las entidades del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE) que se hayan establecido en los Planes de Emergencia y en los Planes de Contingencia y las que le correspondan conforme a sus competencias funcionales”².

Así mismo, el numeral 3 del artículo 31 del Decreto 332/04, señala como funciones de la DPAE:

- “d. Contribuir al desarrollo del conocimiento sobre amenazas, vulnerabilidades y riesgos
- j. Promover el desarrollo del conocimiento de los fenómenos naturales y antrópicos, para lo cual podrá adelantar los estudios y diseños respectivos para la prevención y atención de desastres, calamidades y emergencias, sin perjuicio de las competencias de otras entidades del sistema y de las responsabilidades de las entidades del sector privado”³.

Por lo anterior, se requiere de orientar la planificación de los usos del suelo de los Cerros Orientales, en el que se tenga en cuenta el fuego como un factor perturbante, que causa deterioro de los recursos naturales allí existentes.

Para ello, la DPAE suscribió el contrato PS-543/09, con el objeto de realizar la “actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.”. En consecuencia, el estudio busca cumplir con los objetivos generales del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (POT) y de forma particular, el propender porque en los Cerros Orientales, como parte del Componente Rural del POT, se pueda “asegurar el mantenimiento de la riqueza escénica, biótica y cultural, facilitando los procesos de conservación y aprovechamiento del territorio y de sus recursos naturales”⁴.

² DECRETO DISTRITAL No. 332: Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.. 2004. 32 p.

³ DECRETO DISTRITAL No. 332: Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.. 2004. 32 p.

⁴ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 190: Plan de Ordenamiento Territorial. Bogotá, 2004.



1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Realizar la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal que permita identificar los sectores que por sus condiciones climáticas, topográficas, silviculturales y socioculturales, requieran de intervención por parte del Estado, con medidas preventivas, operativas y de restauración, como instrumento de apoyo para la planificación del manejo de los Cerros Orientales de Bogotá D.C..

1.2 ESPECÍFICOS

Estudiar los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendio forestal en los Cerros Orientales de Bogotá, con base en la información cartográfica disponible.

Analizar las medidas preventivas, operativas y de restauración propuestas para los Cerros Orientales de Bogotá.

Contar con un instrumento que permita desarrollar en los Cerros Orientales de Bogotá, las siguientes actividades:

- ✓ Incorporar la gestión del riesgo por incendios forestales en la planificación del territorio de Bogotá D.C..
- ✓ Identificar las áreas que requieren de la intervención de la cobertura vegetal.
- ✓ Gestionar procesos de corresponsabilidad con los propietarios de los predios ubicados en la zona.
- ✓ Orientar recursos con fines preventivos, operativos y de restauración.
- ✓ Actualizar los Planes de Contingencia General y Específicos.



Considerar algunas medidas puntuales para la ampliación y/o el mejoramiento de la gestión del riesgo por incendio forestal en Bogotá D.C.⁵, tales como:

- ✓ Formular las bases técnicas para orientar la gestión de los incendios forestales en las zonas rurales de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz y su articulación con el nivel distrital, regional y nacional.
- ✓ Manifiestar las bases técnicas que permitan concebir los tipos de alerta por incendio forestal para las zonas rurales de Bogotá.
- ✓ Desarrollar un modelo SIG, que permita contar con un modelo piloto para realizar análisis de recursos para el control del fuego, ocurrencia histórica de incendios forestales y evaluaciones de daños ambientales, de conformidad con la información cartográfica disponible en la actualidad.

⁵ Aunque la zonificación es puntual para los Cerros Orientales, en este objetivo la zona de estudio corresponde a todo el Distrito Capital.



2. JUSTIFICACIÓN

Los incendios forestales son una problemática relacionada con los sectores ambiental, social y de gobierno. En primer lugar, el fuego genera efectos adversos sobre las plantas, los animales, el agua, el aire, el suelo y el paisaje, que en el caso de los Cerros Orientales de Bogotá afectan notoriamente el ecosistema de Bosque Altoandino, el cual presenta un alto grado de intervención y su nivel de disminución de su superficie es muy significativo, al igual como sucede en el resto de la región Andina Colombiana.

En este sentido, en la zona de estudio, los rodales de bosque son muy escasos, pero fisionómicamente se encuentran grandes sectores de rastrojos y matorrales nativos que deben evolucionar hacia dicho estado, así como plantaciones forestales de especies exóticas, que por contener sustancias inflamables, ayudan a la propagación del fuego.

En segundo lugar, el fuego ha sido parte de la historia de la civilización humana, razón por la cual pretender desaparecer su uso es casi imposible. Debido a los procesos de expansión de la ciudad, en la parte baja de los cerros hay fuertes presiones sobre el suelo, bien sea por espacio para construcción o para recreación, en el que el fuego es utilizado para eliminar la cobertura vegetal existente, para excluir elementos que no se desean o para proporcionar luz o calor.

Para atender todos los incidentes que puedan generar adversos sobre la población tales como la pérdida de sus bienes, en el sector gobierno se dispone de una organización que incluye personal, herramientas y equipos entre otros, que cuando se presentan emergencias, deben eliminar la presencia del fuego en el ecosistema, en cuyo proceso quedan expuestos de forma directa a las consecuencias que el incendio genera sobre la salud humana. Así mismo, cuando los incidentes suceden de forma simultánea, estos recursos pasan a ser insuficientes, por lo que los incidentes aumentan su dimensión, dejando sus huellas en la economía, la población y en el medio ambiente.

Por lo anterior, se requiere contar con una zonificación de riesgo por incendio forestal que permita identificar aquellos lugares que ameritan una especial protección por parte de las instituciones, tendiente a reducir los impactos negativos que el fuego pueda ocasionar en los recursos naturales y en la ciudadanía en general. En consecuencia, se debe contar con un instrumento actualizado, con un nivel de información aceptable, que facilite la incorporación de la gestión del riesgo por incendio forestal en la planificación del territorio de Bogotá D.C..



3. METODOLOGÍA

Para realizar la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal, se utilizó la metodología que se plantea en el Cuadro No. 1.

Cuadro No. 1 Metodología para la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal en los Cerros Orientales de Bogotá D.C.

MARCO DE REFERENCIA	ANTECEDENTES	ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN	RESULTADOS	REVISIÓN DE LAS MEDIDAS DE GESTIÓN	MEDIDAS PUNTUALES	
CERROS ORIENTALES	MÉTODO DPAE, 2002	ASPECTOS GENERALES	Análisis de Información	MÉTODO 2009	ORGANIZACIÓN PARA LA GESTIÓN	TIPOS DE ALERTA
INCENDIOS FORESTALES	DIAGNÓSTICO DE ACTUALIZACIÓN (2008)		Nuevo modelo		CONTRASTE DE LOS MODELOS 2002 Y 2009	ANÁLISIS DE RIESGOS
ZONIFICACIONES DE RIESGO	ASPECTOS PREVIOS ZONIFICACIÓN 2009	ZONIFICACIÓN	Consideraciones previas	PREVENCIÓN MITIGACIÓN		ORIENTACIÓN DE LA GESTIÓN: LOCALIDADES 5, 19 Y 20
NORMATIVIDAD			Amenaza	TRANSFERENCIA DEL RIESGO		
			Vulnerabilidad	PREPARATIVOS PARA EMERGENCIA		
			Riesgo	ALERTA		
		RECOMENDACIONES ESPECIALES DE MANEJO	Emisiones	RESPUESTA		
			Suelo	RECUPERACIÓN		
			Edificaciones			
			Incidentes en			

En el cuadro No. 1, se observa que este proceso contiene seis (6) partes, en la primera, se parte de un marco de referencia conceptual de los diferentes temas involucrados en el estudio, luego se revisan los antecedentes, siendo de especial interés el diagnóstico de zonificación que elaboró la DPAE en 2007, en el que se sugirió “actualizar la metodología diseñada en 2002, en términos de emplear coberturas más recientes y de ajuste de la calificación de cada unidad de cobertura”⁶. A este esquema se le hizo un análisis que arrojó como resultado que en primer lugar, existen variables utilizadas en 2002 que hoy día poseen un mejor nivel de detalle, así como la existencia de otras variables relacionadas con incendios forestales, pero que no hacen parte del modelo inicial.

⁶ GAONA VILLATE, María Teresa. Diagnóstico de actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2008, p.18.



Por ello, se propuso un nuevo patrón que se aplicó en la tercera parte para actualizar la zonificación. Aunque el estudio es una aplicación directa de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y con ello, a cada instante se tiene un resultado, se presenta una sección específica. Luego, se revisaron las medidas preventivas y operativas y por último, se adicionaron tres (3) anexos con la descripción de medidas puntuales, como lo son los lineamientos para incorporar las zonas rurales de las Localidades de Ume, Ciudad Bolívar y Sumapaz a la gestión distrital; las bases para establecer las medidas de alerta por incendio forestal y un modelo piloto que mediante una herramienta SIG, permita para r



4. MARCO DE REFERENCIA

El presente estudio hace referencia puntual a los siguientes temas:

4.1 CERROS ORIENTALES

En este numeral se abarcará únicamente la superficie sobre la cual se desarrolla la zonificación de riesgo por incendio forestal, que corresponde a los Cerros Orientales, a pesar de que en la parte final del documento, se proponen las bases técnicas para algunas medidas puntuales, cuya cobertura es a nivel distrital.

Para su descripción se hizo un resumen de las principales características de los Cerros Orientales, tomadas del escrito titulado Memorias de Capacitación en Incendios Forestales”, elaborado por la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2005, el cual, a su vez, “es una síntesis que hace parte del documento Plan de Manejo de Ecosistemas Estratégicos del Área Rural de Santa Fe de Bogotá D.C., elaborado por la Fundación Estación Biológica Bachaqueros en el marco del Convenio DAMA – CORPOICA, el cual recoge la experiencia de investigación de la Fundación Bachaqueros en los procesos de transformación de la periferia Bogotana”⁷.

Según la Secretaría Distrital de Ambiente, “los Cerros Orientales constituyen una barrera geográfica que se eleva de los 2650 msnm hasta los 3600 y separa a la Sabana de Bogotá (principal escenario de expansión urbana) de las cuencas hidrográficas del Oriente Cundinamarqués”⁸.

4.1.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El primer requisito para incorporar una variable al esquema de zonificación fue que tuviera una cobertura sobre la misma área geográfica, la cual se denominó “zona de estudio” y que posee los siguientes límites:

- ✓ Como límite oriental se utilizaron los límites que Bogotá D.C. posee con los municipios vecinos de La Calera, Choachí y Ubaque.
- ✓ El límite norte es el lindero de Bogotá D.C. con el municipio de Chía.
- ✓ El límite occidental es el borde urbano de Bogotá.

⁷ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 48.

⁸ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 48.



- ✓ El límite sur está dentro de la Localidad de Usme, involucrando a la zona geográfica de los Cerros Orientales (que es distinta a el área natural protegida), ya que desde la perspectiva ecológica (de acuerdo con la estructura y la dinámica de las mismas), el estudio “Ecosistemas Estratégicos de Bogotá”, elaborado por la Fundación Estación Ecológica de Bachaqueros para el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA (hoy Secretaría Distrital de Ambiente), considera que ecológicamente pertenecen al mismo sector.
- ✓ El área de estudio comprende las zonas rurales de las Localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal y una pequeña parte de Usme.
- ✓ La superficie total estudiada es de 13.614 ha, dentro de las cuales, toda no corresponde a terrenos con vegetación, tal como se muestra en el Mapa No. 1⁹, así:
 - Zona Urbana: son aquellos barrios que están localizados en los Cerros Orientales y que ya han sido incorporados a la zona urbana de Bogotá D.C., cubriendo una superficie de 132 ha.
 - Área construida: son los barrios que están localizados dentro de los Cerros Orientales pero que aún no cuentan con su legalización por parte de la Secretaría Distrital de Planeación, con una superficie de 128 ha.
 - Construcciones: el mapa de cobertura del suelo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) identifica unas construcciones aisladas en los Cerros Orientales, cuyo tamaño en conjunto suman 92 ha.
 - Zona forestal: es la parte de los Cerros Orientales que de forma general, se puede decir que está cubierta de vegetación y por tanto, donde se presentarían los incendios forestales, con un área de 13.262 ha.

En la Figura No. 1 se muestra la zona de estudio, con respecto a la superficie total de Bogotá D.C..

4.1.2 GENERALIDADES

Teniendo en cuenta la forma como se desarrolla la problemática de incendios forestales en los Cerros Orientales, se considera necesario mostrar sus principales características de la misma forma como se presentan los incidentes, es decir con una parte frontal donde se concentra la ocurrencia, y otra posterior, de comportamiento muy distinto, que se refiere a la cuenca del río Teusacá, así:

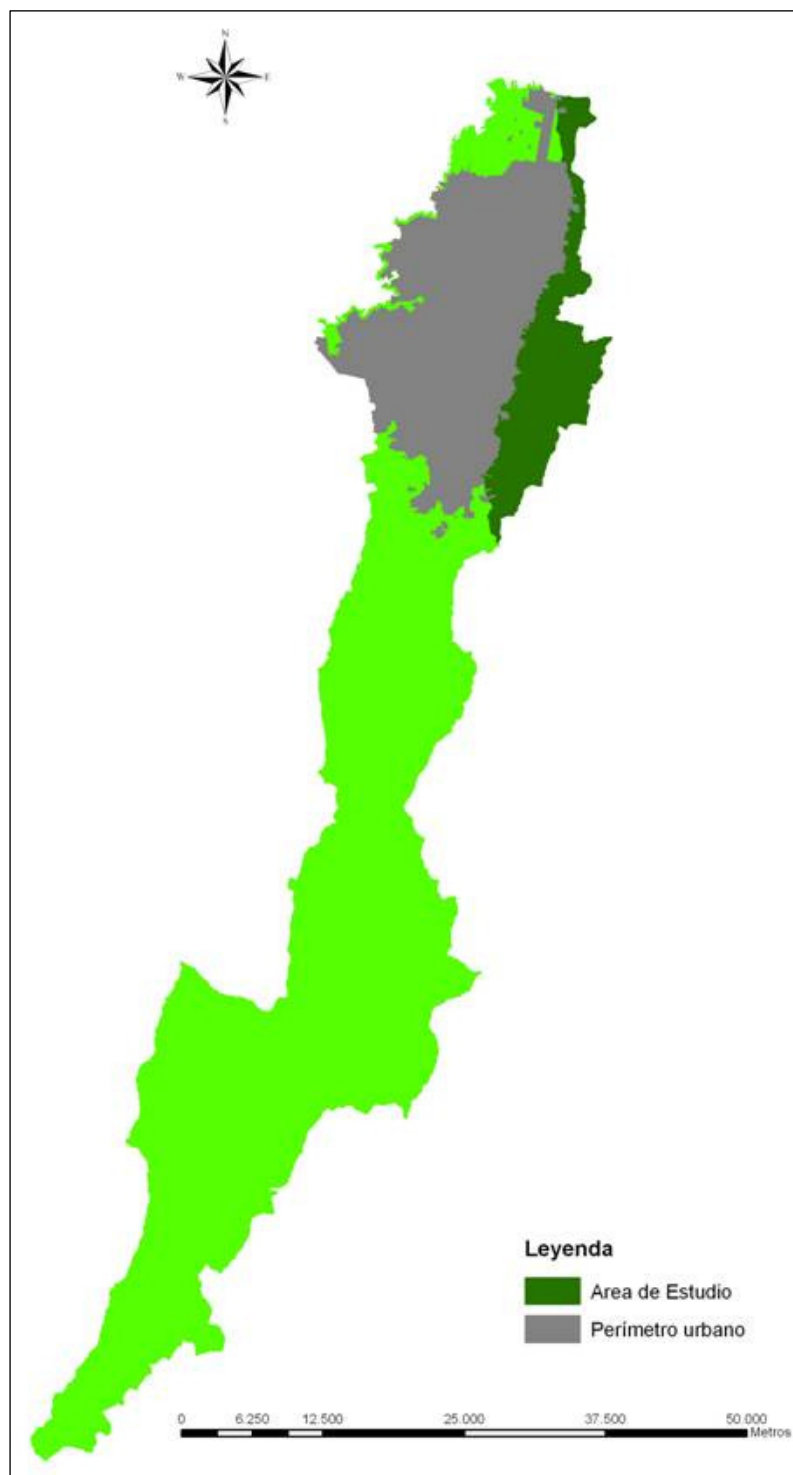
4.1.2.1 Parte frontal de los cerros

Corresponde al territorio que se puede observar desde cualquier punto de la ciudad hacia el oriente y posee las siguientes características:

⁹ Para facilitar la consulta, todos los mapas se mostrarán en la parte final del documento.



Figura No. 1 Ubicación de la zona de estudio con respecto a Bogotá D.C.



4.1.2.1.1 Límites

Según la Secretaría Distrital de Ambiente, estos son:

“Las localidades de los Cerros Orientales sólo cubren la vertiente occidental, exceptuando Chapinero y Santa Fe, las cuales anexan al Verjón bajo y al Verjón Alto, a la cuenca alta del Teusacá, atrás (al oriente) de los Cerros. En el cuadro No. 2 se resume la composición de esta zona en veredas y áreas forestales:

Cuadro No. 2 Localidades y sectores de la parte frontal de los Cerros

No.	Localidad	Sector	Límite externo
1	Usaquén	Torca Área Forestal 1	La Calera
2	Chapinero	Verjón Bajo Área Forestal 2	La Calera, Choachí
3	Santa Fe	Verjón Alto Monserrate	Choachí, Ubaque
4	San Cristóbal	Área Forestal 3	Ubaque, Chipaque

Los límites entre estas localidades son:

- ❖ Usaquén: al norte, de la divisoria de aguas entre las quebradas Los Puentes y Torca, hasta la pavimentada que baja de La Calera, que la separa de Chapinero.
- ❖ Chapinero: en la vertiente occidental de los Cerros Orientales, del límite con Usaquén hasta la quebrada Las Delicias (flanco norte del cerro El Cable), que la separa de Santa Fe. En el Teusacá (vertiente oriental de los Cerros Orientales), de las Quebradas Carrizal y Turín (límite con La Calera) hasta la quebrada Esperanza y la línea entre el Km 11 (carretera a Choachí) y la boca de la quebrada Farías sobre el Teusacá, que separan el Verjón Bajo del Verjón Alto.
- ❖ Santa Fe: de la quebrada Las Delicias a la divisoria de aguas entre los ríos San Francisco (en Santa Fe) y San Cristóbal (por fuera). En el Teusacá, toda su cuenca alta desde la quebrada Esperanza y la vía de penetración del Km 11, hasta el alto de Tunjos.
- ❖ San Cristóbal: del límite con Santa Fe hasta la Autopista de Oriente (salida a Villavicencio), que la separa de Usme. Dentro de esta zona se incluye una parte de las veredas Los Soches y el Uval, pertenecientes a Usme, pero estructural y funcionalmente más afines a la porción sur de los Cerros Orientales¹⁰.

¹⁰ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 48 – 53.



4.1.2.1.2 Descripción general

Según la Secretaría Distrital de Ambiente:

“Los cerros constituyen una cadena montañosa que es estrecha al norte, por lo que en Usaquén descienden de ella sólo pequeñas cuencas de quebradas en su mayoría intermitentes (se secan en verano). Desde la microcuenca de Torca se hacen gradualmente más bajos y estrechos, alcanzando su mínima elevación en el sitio de Serrezuela.

Desde allí, los cerros comienzan a hacerse más altos y anchos hacia el sur, presentando microcuencas cada vez mayores, que descienden de sus laderas para adentrarse en la ciudad. El tramo sur de los Cerros en Usaquén tiene a sus espaldas la hoya del Embalse de San Rafael, en jurisdicción del municipio de La Calera.

Desde Chapinero hacia el sur, los cerros y cuencas van aumentando de tamaño. Allí existen pequeños ríos que se adentran en la ciudad, donde han sido convertidos en canales colectores. Estos ríos (Juan Amarillo, Arzobispo, San Francisco y San Cristóbal) nacen en cuencas a manera de hoyadas cuya extensión se oculta de la ciudad tras cerros como El Cable, Monserrate y Guadalupe. En este tramo pueden distinguirse dos (2) subsistemas orográficos: uno, la cadena de cerros frontales, que se avistan desde la ciudad, y tras los cuales están los pequeños y profundos valles mencionados; y el segundo que es el cordón trasero, que separa realmente la cuenca del Teusacá y que al sur marca el límite distrital con Ubaque y Chipaque.

Al nivel del Cerro de Guadalupe se alcanza la mayor altura y espesor de los Cerros Orientales, en el pequeño macizo paramuno de Cruz Verde, que se eleva hasta los 3600 msnm y en el que nacen varias cuencas hidrográficas: unas Cundinamarquesas de la vertiente de la Orinoquia (Ríos Palmar y Une), otras Bogotanas, como los ríos San Francisco, San Cristóbal y la cuenca alta del Teusacá (que funcionalmente configura un subsistema aparte, como más adelante se verá).

Geológicamente, en esta zona predominan las rocas areniscas del Grupo Guadalupe, lo que hace que la mayor parte de los Cerros tengan una estabilidad de media a buena, sus suelos son arenosos y con pendientes fuertes, lo cual determina el predominio de un buen drenaje. Sin embargo, estos suelos jóvenes y arenosos son bastante vulnerables a la erosión superficial (más que a los desprendimientos en masa) lo cual se complica debido a que su fertilidad depende principalmente de una capa superficial no regenerable (cenizas volcánicas depositadas por la Cordillera Central hace milenios). Una vez estos suelos son desprovistos de su cobertura forestal y destinados a otros usos,



rápidamente pierden la capa fértil, la cual no puede regenerar a partir de la roca madre que es la más pobre en minerales”¹¹.

4.1.2.1.3 Cobertura vegetal

Según la Secretaría Distrital de Ambiente:

“En condiciones primitivas estos cerros estuvieron cubiertos por bosques de encenillos, gaques, cucharos, canelo y mano de oso, especies de árboles nativos que en las cañadas y los pies de las laderas cedían el dominio al chuvacá, salvio negro, raque, espino corono, arrayán, garrocho, entre otros.

Aún subsisten pequeños relictos del encenillal típico bogotano, consociación dominada por el encenillo (*Weinmannia tomentosa*) acompañado por gaque (*Clusia multiflora*), cucharo (*Myrsine guianensis*) y trompillo (*Ternstroemia meridionalis*). Otros relictos corresponden a tipos similares de vegetación donde el encenillo se acompaña de mano de oso (*Oreopanax floribundum*, en laderas francas a pesadas) o de canelo (*Drymis granadensis*, en atmósferas húmedas y frías).

Los bosques más degradados han sido los de las partes bajas de las laderas, de los que apenas subsisten algunos ejemplares aislados o pequeños manchones de cedros (*Cedrela montana*), chuvacás (*Prunus buxifolia*), tíbares (*Escallonia paniculata*) y arrayanes (*Myrcianthes leucoxylla*).

Esta zona presenta pequeños enclaves de páramo, principalmente en cuchillas y pequeñas turberas en las cimas. La única área extensa de páramo es el complejo montañoso de Cruz Verde, al Sur, que corona las cuencas altas del Teusacá, el San Francisco y el San Cristóbal.

La mayor parte de la zona se halla cubierta de vegetación secundaria, correspondiente a páramos y subpáramos secundarios, que han ocupado el territorio original del bosque Altoandino, subsecuentemente a su degradación.

Entre los tipos secundarios sobresalen los matorrales de chilco (*Baccharis latifolia*), los de tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*), y los de laurel hojipequeño (*Myrica parvifolia*), los bosques enanos de romeros (*Diplostegium rosmarinifolium* y *Senecio pulchellus*) y los cordones de Ericáceas en los que predominan las uvas de monte, uvas de anís, pegamoscos (*Macleania rupestris*, *Cavendishia cordifolia*, *Befaria resinosa*), asociadas con una Loranthácea, la tagua (*Gaiadendron punctatum*).

Junto a estas coberturas se encuentran grandes bloques de plantaciones forestales de especies introducidas como eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pino

¹¹ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 48 – 53.



pátula (*Pinus patula*), pino monterrey (*Pinus radiata*), acacia amarilla (*Acacia decurrens*), entre las principales.

La electrificación total del área (se cocina con gas o electricidad) y la exigua actividad agropecuaria, determinan que los fragmentos de rastrojo y relictos boscosos sólo estén sometidos a la presión de urbanización.

Dada la aptitud agropecuaria nula y la ínfima disponibilidad de agua, los usos agrícola, pecuario o urbano están descartados y, además, vedados en el marco normativo. Se trata, por tanto, de un espacio público, destinado a la conservación ambiental, que debiera estar cubierto con ecosistemas nativos de alta biodiversidad¹².

4.1.2.2 Cuenca alta del Teusacá

Comprende:

4.1.2.2.1 Límites

Según la Secretaría Distrital de Ambiente:

“Dentro de lo que jurídicamente se define como Cerros Orientales, es preciso diferenciar las veredas Verjón Alto (Santa Fe) y Verjón Bajo (Chapinero), las cuales pertenecen a la vertiente oriental de los Cerros y participan de una dinámica distinta que explica la diferenciación evidente de su paisaje.

El río Teusacá nace en el páramo de Cruz Verde y atraviesa las dos veredas mencionadas antes de entrar al Municipio de La Calera, donde se ubica la mayor parte de su cuenca¹³.

4.1.2.2.2 Descripción general

Según la Secretaría Distrital de Ambiente:

“Por largo tiempo contenida por la barrera geográfica de los Cerros Orientales, la expansión urbana de Bogotá que se anexó tempranamente áreas como Usaquén, Suba, Usme y conectó todos los polos alternos vecinos al sur, occidente y norte en la Sabana, se tardó mucho más en expandirse hacia la cuenca del Teusacá que corre detrás y paralela a los Cerros Orientales.

Estas dos veredas han dado continuidad al eje de expansión de vivienda campestre secundaria y primaria de estrato alto ("chaletización") que se desarrolló

¹² SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 48 – 53.

¹³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 54.



en el Municipio de La Calera desde hace cerca de 15 años y tomó mayor empuje a partir de los 90s.

Hacia la cuenca alta del Teusacá el eje de expansión está dado por la vía de penetración de la vereda El Hato (La Calera). Esta vía se prolonga cuenca arriba a través del Verjón Bajo y Alto y ha sido recientemente conectada con la Vía a Choachí. Con ello se conforma un anillo vial suburbano que parte de la vía a La Calera (Alto de Patios), pasa por la secundaria de El Hato y se bifurca en el Verjón Bajo para conectar con los Km. 17 y 11 de la vía a Choachí y conectar con Bogotá nuevamente a través del Cerro de Guadalupe hasta el barrio Egipto.

La virtual desaparición del tráfico de leña y carbón vegetal a causa de la electrificación bogotana en los 30s, el reemplazo del tanino de encenillo por químicos en las curtiembres de la sabana y la decadencia progresiva de la economía campesina permitieron una recuperación de los bosques nativos en gran parte de la cuenca del Teusacá, paralela a la de muchos sectores de los Cerros Orientales. La urbanización y la especulación de tierras paralela, al terminar de desarticular la economía campesina hizo disminuir la presión de tala y quema, con lo que muchos de los fragmentos boscosos se regeneraron y la fauna se recuperó en gran medida”¹⁴.

4.1.2.2.3 Cobertura vegetal

Según la Secretaría Distrital de Ambiente:

“En esta zona se conservan grandes valores biológicos, como algunos de los últimos encenillales cercanos a Santa Fe de Bogotá y el páramo de Cruz Verde, con las lagunitas de Cazapatos y Verjón (en donde nace el Teusacá). A pesar de su carácter fragmentario, estos ecosistemas ostentan una diversidad de flora y fauna sobresalientes en el contexto del área rural cercana, lo cual representa un enorme potencial a la hora de restaurar algo similar en el resto de los Cerros Orientales.

Sin embargo, el aumento de la presión urbanizadora, especialmente en los 90s, comienza a competir por espacio con los ambientes naturales y cada vez con mayor frecuencia se verifica la destrucción de páramos, rastrojos y bosques por proyectos urbanizadores de estrato alto. La densidad alcanzada por esta forma de ocupación a propiciado varios problemas más: la escasez de agua al superarse la capacidad de carga de las microcuencas, la contaminación hídrica por el inadecuado manejo de aguas servidas domésticas, el desplazamiento paulatino de la comunidad campesina hacia la ciudad, la desarticulación de las relaciones socioeconómicas tradicionales y la generación de un conflicto entre la comunidad inmigrante citadina y las comunidades lugareñas campesinas,

¹⁴ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 54.



pertencientes a economías y culturas contrastantes. Así mismo el potencial biótico es notable, lo que sitúa en esta zona, las condiciones más propicias para desarrollar modelos de gestión ambiental del medio suburbano y de ecosistemas Altoandinos¹⁵.

4.2 INCENDIOS FORESTALES

Vélez informa que “alrededor del mundo hay tantas definiciones como conceptos de lo forestal¹⁶, razón por la cual no existe una definición estandarizada que se aplique para todo el planeta. Después de leer varias dilucidaciones internacionales sobre el tema (España, Portugal, Italia y Francia), se puede concluir que “las tesis de cada país se diferencian por el tamaño del incidente y por la vegetación consumida por el fuego, en la que debe existir un mínimo de cobertura de plantas forestales leñosas, arbóreas o arbustivas, dentro del polígono de afectación¹⁷.”

A nivel nacional, en 1997 el Centro Nacional para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales (CNPMIF) del Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT), estableció que “un incendio forestal es el fuego no justificado que se extiende sin control sobre terrenos con cobertura vegetal, afectando vegetación que no estaba destinada a arder¹⁸.” Luego, en el marco del proyecto formulación y puesta en marcha de los programas nacionales de Capacitación, Educación e Información en Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, el Ministerio del Medio Ambiente redefinió que “un incendio forestal es aquel fuego que se propaga sin control, consumiendo material vegetal ubicado en áreas donde predominan los bosques o en aquellas que sin serlo tengan importancia ambiental¹⁹.”

Así mismo, el 12 de diciembre de 2002, el Comité Técnico Nacional del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, creado para dar cumplimiento al Decreto – Ley 919/89, aprobó el Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas (PNPCIFRA), el cual determina que un incendio forestal es el “fuego que se extiende libremente sin control ni límites preestablecidos, destruyendo

¹⁵ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 55.

¹⁶ VÉLEZ MUÑOZ, Ricardo. La Definición de Incendio Forestal. En La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias. Madrid, España. Mc Graw Hill, 2000. p.1.3 – 1.6. ISBN 84-481-2742-0.

¹⁷ TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Lineamientos para el diseño de una campaña contra incendios forestales. Secretaría Distrital de Ambiente, 2008. p. 5.

¹⁸ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso regional para formación de brigadistas contra incendios forestales: Capacitación en prevención y mitigación de incendios forestales. Bogotá D.C., Colombia. Ministerio del Medio Ambiente (MINAMBIENTE), 1997. p. 17.

¹⁹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Formulación y puesta en marcha de los programas nacionales de Capacitación, Educación e Información en Prevención y Mitigación de Incendios Forestales: Manual del Brigadista Forestal. Bogotá D.C., Colombia. Ministerio del Medio Ambiente (MINAMBIENTE), 1997. p. 9.



vegetación viva o muerta en terrenos de aptitud preferiblemente forestal o que sin serlo están destinados a actividades forestales y en áreas de importancia ambiental”²⁰.

Por ello, al ser el PNCIFRA, el documento rector de la política pública de incendios forestales en Colombia, se observa que no incorporó un tamaño a partir del cual se pueda catalogar una conflagración en la vegetación como un incendio forestal. Sin embargo, esta noción si deja claro que los fuegos en pastizales no se pueden considerar como tal, pues ni su uso y ubicación se relacionan con el sector forestal, y tampoco cumplen una función ambiental.

De otro lado, el Distrito Capital, al evaluar que no existía una definición nacional sino enunciados en impresos destinados para capacitación, en 1998 la Comisión Distrital de Prevención y Mitigación de Incendios Forestales decidió contar con una definición propia, para lo cual se “se creó un Comité Técnico, compuesto por delegados de la Secretaría Distrital de Ambiente (antes Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA), la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE (antes Unidad de Prevención y Atención de Emergencias - UPES), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), la Defensa Civil Seccional Bogotá (DCC) y el Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá (COBB).”²¹.

Como resultado, en la reunión No. 38 de la Comisión, llevada a cabo el 12 de agosto de 1999 se aprobaron los siguientes términos:

Quema es “el fuego que se propaga con / sin control y/o límite preestablecido consumiendo combustibles como basuras, artículos de madera, pastos y otros residuos vegetales producidos en actividades agrícolas, pecuarias y forestales”; es decir, es cuando el hombre utiliza el fuego para eliminar alguna cobertura vegetal herbácea viva (pastos) o muerta (leña o residuos de plantas), así como otros elementos (cajas, colchones y ropa) que se encuentran en las zonas rurales.

Conato “es el fuego que se propaga sin control, sin límite preestablecido, cuyo tamaño oscila entre 0 y 0.5 ha. y presenta relativamente poca dificultad para su control”. En otras palabras, un conato tiene todas las características de un incendio forestal, pero que por su tamaño (el cual depende de una rápida detección, velocidad de respuesta, ataque y extinción, por parte de los grupos de alerta y respuesta), no es considerado como tal. A nivel mundial, las estadísticas de la cantidad de conatos sirven para demostrar la efectividad de la organización para la atención de incendios forestales.

²⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT). Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas (PNPCIFRA). Bogotá D.C., Colombia, 2002. p. 52.

²¹ TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Lineamientos para el diseño de una campaña contra incendios forestales. Secretaría Distrital de Ambiente, 2008. p. 6.



Incendio forestal es “el fuego que se propaga sin control, es decir, sin límites preestablecidos, consumiendo material vegetal ubicado en áreas rurales de aptitud forestal o, en aquellas que sin serlo, cumplan una función ambiental y cuyo tamaño es superior a 0.5 ha.”²².

Desde entonces, estos parámetros han sido utilizados para la captura de la información, contando a la fecha con once (11) años de registros históricos. Sin embargo, resulta importante agregar que en la reunión No. 131 de la Comisión, llevada a cabo el 21 de febrero de 2008, se reportó la diferencia existente entre las definiciones empleadas en el Distrito, con las del nivel nacional, razón por la cual se conformó una Subcomisión, integrada por Bomberos, DPAE, Secretaría de Ambiente y Acueducto, para que se encargara de hacer la respectiva revisión.

Como resultado, en la reunión No. 134 del 26 de junio de 2008, se reportó que se había llegado a un consenso, pero que su implementación dependería de la realización de unos análisis matemáticos a los datos existentes, que permita definir los tamaños de las áreas de afectación, especialmente cuando una quema es de gran magnitud. Luego, el tema se ha vuelto a retomar, de la siguiente forma:

- ✓ En la reunión No. 144 del 5 noviembre 2009, se solicitó nuevamente que la Subcomisión técnica revise las definiciones de quema, conato e incendio forestal.
- ✓ En la reunión No. 146 del 23 diciembre 2009, la Secretaría Distrital de Ambiente reportó que la Subcomisión tenía una propuesta de nuevos términos, la cual será enviada a cada una de las entidades de la Comisión, para sus observaciones y posterior adopción.
- ✓ En la reunión No. 150 del 26 de enero de 2010, se menciona el tema, pero sin ser un punto específico de la reunión. En este aparte, la Secretaría Distrital de Ambiente le menciona a Bomberos que las definiciones tienen algunos ajustes”, pero no se hace ninguna otra especificación.
- ✓ En la reunión No. 151 del 11 de febrero de 2010, la Secretaría Distrital de Ambiente comenta que “a la fecha no se han recibido observaciones de las definiciones de quema, conato e incendio forestal remitidas por dicha entidad. Bomberos sugiere esperar a tener el resultado de los análisis matemáticos de las quemas, de modo que el mismo, sirva como insumo para la redefinición de los conceptos”²³, petición que fue aprobada.

Por último y ante las anteriores circunstancias, es de precisar las siguientes dos (2) situaciones:

²² TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales: Contrato CPS No. 072/99. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), 2001. p.27.

²³ COMISIÓN DISTRITAL PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES. Acta de Reunión No. 151, 2010,



✓ Los análisis matemáticos quedaron incluidos en el Plan de Acción de la Comisión y en el Plan de Acción derivado del Decreto Nacional No. 023/1024, a cargo de la Secretaría Distrital de Ambiente, entidad que mensualmente reporta que están trabajando en el tema.

✓ Al no existir un pronunciamiento de la Comisión, en el que se cambien los conceptos, entonces continúan vigentes los anteriores, es decir los aprobados en 1999 y que renglones atrás se reportaron en este documento.

Finalmente, se expresa que los incendios forestales por ser el objeto central de la zonificación, se analizarán posteriormente, en una sección particular, dentro de la determinación de la amenaza.

4.3 ZONIFICACIONES EN INCENDIOS FORESTALES

Según la Real Academia de la Lengua Española, zonificar es “dividir un terreno en zonas”²⁵, mientras que una zona es “una extensión territorial cuyas características propias la singularizan y la hacen homogénea e identificable”²⁶. En un sentido amplio, una zonificación es la subdivisión de un área geográfica en sectores que ofrecen características similares con respecto a ciertos criterios.

En consecuencia, desde hace cuarenta (40) años, en diversas partes del mundo se vienen adelantando ejercicios de zonificación, relacionadas con incendios forestales, en las que se utilizan términos como peligro y riesgo. Sin embargo, este último término no abarca las connotaciones que en la última década ha promovido la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Cultura y la Educación (UNESCO) y la Organización de las Naciones Unidas de Ayuda para Desastres (UNDRO), debido entre otras, a que son conceptos mucho más recientes, que se globalizaron a partir de la década de los 90s.

De todas ellas, las más conocidas a nivel mundial, son los “índices meteorológicos de peligro, los cuales son números que reflejan anticipadamente la posibilidad de que se produzca un incendio, así como la facilidad de que se propague, de acuerdo con las características de la vegetación”²⁷. Estos valores numéricos, se “calculan a partir de

²⁴ Debido a la alta ocurrencia de incendios forestales que se sucedió a finales de 2009 y comienzos de 2010, llevó a que el gobierno nacional emitiera el Decreto 023/10, declarando la situación de desastre departamental, municipal y distrital, que cobijó a Bogotá. En uno de sus artículos, se determinó la necesidad de que los municipios afectados elaborasen un Plan de Acción para afrontar la situación.

²⁵ http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=zonificar

²⁶ SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE COLOMBIA. Plan de Ordenamiento Territorial de la Cuenca Alta del Río Bogotá, capítulo 4, p.1.

²⁷ GAONA VILLATE, María Teresa. Diagnóstico de actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2008, p. 9



diferentes medidas meteorológicas, que sirve para alertar de los momentos en que pueden desencadenarse más incendios o ser más graves”²⁸.

Los índices son herramientas de evaluación y seguimiento del grado de peligro de incendios forestales, para apoyar las operaciones de respuesta, determinando la necesidad de contar con un nivel de organización para cada categoría resultante.

En términos generales, un índice determina cuanto contribuye un determinado factor a la probabilidad de que ocurra un incendio forestal en un espacio geográfico determinado, de conformidad con la ocurrencia de incendios forestales dentro del mismo. Existen muchos índices que se diferencian en las variables que lo componen y en su mecanismo de combinación, todas ellas desplegadas según la información disponible para cada área de estudio. En consecuencia, en el Diagnóstico de Actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal, elaborado por DPAE en 2008, se analizaron las variables utilizadas en estos métodos, desarrollados en Canadá, Estados Unidos, España y Chile.

Al observar las metodologías anteriormente mencionadas, se observa que en Canadá, el índice busca zonificar mediante datos diarios del comportamiento meteorológico, para determinar el poder incendiario de un tipo de combustible. En el caso Americano, el índice no sólo toma los datos meteorológicos sino que le incorpora la pendiente y el comportamiento del fuego, para obtener la severidad del incendio en un tipo de combustible.

Al ser un poco más recientes, el modelo Chileno tiene más factores involucrados, tales como el clima, la topografía, las actividades de la población y la ocurrencia histórica de incendios forestales, para obtener la prioridad de protección de una zona. Por último, el esquema Español tiene las mismas bases conceptuales y también le incluye el relieve y la vegetación.

En tiempos más cercanos y como instrumentos de planificación se desarrollaron los denominados índices de predicción del riesgo, que se “emplean para predecir el peligro en el tiempo y en el espacio por incendios forestales. El peligro es la posibilidad de que se produzca un incendio forestal en un lugar y en un momento determinado y está definido por el riesgo local (mide la probabilidad de que se produzca un incendio según las causas, la combustibilidad de las formaciones vegetales) y el grado meteorológico (factores meteorológicos que influyen en el estado de los combustibles vegetales y en su propensión a arder, así como en la propagación del fuego una vez iniciado el incendio). Estos índices sirven para determinar las situaciones de alerta, la distribución de los recursos de extinción y las limitaciones de las actividades relacionadas con el monte y el fuego”²⁹.

²⁸ <http://www.profor.org/profor/wp2/los-indices-de-riesgo-y-la-realidad-de-los-incendios>

²⁹ VÉLEZ, Ricardo. Determinantes ecológicos, sociales y económicos. En: La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias. Madrid, España. Mc Graw Hill, 2000. p.10.3.



Estos índices son otro tipo de zonificación ampliamente difundidos, pero tampoco recogen los lineamientos conceptuales propuestos por Naciones Unidas. Así mismo, es de resaltar que con el paso del tiempo y ante los evidentes cambios meteorológicos que se presentan a diario y con la importancia que cobran los recursos naturales, en los últimos años se han desarrollado diferentes tecnologías basadas en sensores remotos, que se utilizan para la captura de las variables incorporadas en los distintos modelos, para luego integrarlas mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG), dando como resultado, predicciones más precisas para un lugar particular, pero en el fondo, su fin es el de zonificar, tan sólo que con información más reciente.

Por lo anterior, se puede concluir que evidentemente los índices meteorológicos de peligro y de predicción del riesgo no son iguales a una zonificación de riesgo, pues los primeros no utilizan la visión holística de la amenaza y la vulnerabilidad propias del segundo grupo, el cual, a la variable clima le adicionan otros detalles relacionados con los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales (como la topografía y los aspectos socioculturales).

Sin embargo, desde el punto de vista práctico y parados desde las líneas para la gestión del riesgo, son la misma herramienta que busca identificar zonas homogéneas en las que se pueda prever los efectos adversos de los incendios forestales y la determinación de un nivel de respuesta para su extinción, con base en unos parámetros definidos previamente y de los cuales se posee toda la información necesaria para su aplicación.

4.4 **NORMATIVIDAD**

La normatividad aplicada a incendios forestales en Bogotá D.C., es la siguiente:

- ✓ En la reunión No. 144 del 5 noviembre 2009, se solicitó nuevamente que la Subcomisión técnica revise las definiciones de quema, conato e incendio forestal.
- ✓ Ley 46/88: Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorga facultades extraordinarias al Presidente de la República, y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto Nacional No. 919/89: Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto Nacional No. 93/98: Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en Colombia.
- ✓ Ley 99/93: Por el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.



- ✓ Ley 322/96: Por la cual se crea el Sistema Nacional de Bomberos de Colombia y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto Nacional No. 2340/97: Por el cual se dictan unas medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales y se dictan otras disposiciones. En dicho marco, se aprobó el Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, aprobado el 12 de diciembre de 2002, por el Comité Técnico Nacional del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SDPAD).
- ✓ Decreto Distrital No. 332/04: Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto Distrital No. 146/05: Creó la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales como parte del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá, D.C. (SDPAE) y en particular de las Comisiones Interinstitucionales señaladas en el artículo 24 del Decreto 332 de 2004 con el objeto de servir de órgano asesor en materia de incendios forestales, conforme lo determinado en el artículo 9º del Decreto Nacional No. 2340 de 1997, emanado del ahora Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
- ✓ En la reunión No. 144 del 5 noviembre 2009, se solicitó nuevamente que la Subcomisión técnica revise las definiciones de quema, conato e incendio forestal.
- ✓ Decreto Distrital No. 423/06: Por el cual se adopta el Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias (PDPAE) de Bogotá D.C., el cual “tendrá una vigencia de diez años, con el fin de establecer las políticas, los objetivos generales, áreas o sectores estratégicos y programas que orientarán las acciones de las entidades públicas y los particulares en la gestión del riesgo público en el Distrito Capital.
- ✓ Resolución DPAE No. 137/07: En el proceso de desarrollo del Decreto Distrital No. 332/04, en el artículo 1o de la citada Resolución, se estableció que se contará con un “Plan de Emergencias para Bogotá D.C., que establece los parámetros e instrucciones y define políticas, sistemas de organización y procedimientos interinstitucionales para la administración de emergencias en Bogotá Distrito Capital”.
- ✓ Resolución DPAE No. 138/07: En el proceso de desarrollo del Decreto Distrital No. 332/04, en el artículo 1o de la citada Resolución, se adoptó el Documento Técnico Soporte del Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias, que “orientará y precisará la aplicación del Decreto 423 de 2006”³⁰. En el Programa para las Áreas

³⁰ RESOLUCIÓN No. 138: Por medio de la cual adopta el Documento Técnico Soporte del Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE). 2007. 52 p.



Rurales y Naturales, se precisan los objetivos, los actores y los proyectos para adelantar en el tema de incendios forestales en Bogotá D.C.

- ✓ Acuerdo 341/08: El Concejo de Bogotá estableció que todas las entidades del Distrito Capital deben elaborar el Plan Institucional de Respuesta a Emergencias (PIRE), de conformidad con los lineamientos establecidos por la DPAE en el Plan de Emergencias de Bogotá (PEB). Adicionalmente, estableció el realizar simulacros distritales ante eventos de calamidad pública de gran magnitud, los cuales se realizarán en el mes de octubre de cada año.
- ✓ Resolución DPAE No. 004/09: Adopta la actualización del Plan de Emergencias de Bogotá PEB, derogando a la Resolución 137 del 2007.



5. ANTECEDENTES

Como precedentes a este estudio se tiene lo siguiente:

5.1 MÉTODO DE ZONIFICACIÓN DPAE 2002

Teniendo en cuenta que no existía información específica sobre incendios forestales en Bogotá D.C., entre 2001 y 2002, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), elaboró la “Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.”, buscando incorporar dicho fenómeno en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

En su desarrollo, se concluyó que se requería de la formulación de una metodología propia, que incorporara los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y los orientara hacia la solución de la problemática de incendios forestales en la capital. Para ello, se agruparon y se complementaron algunos mapas realizados previamente por otras entidades distritales para contar con una cobertura total sobre los Cerros.

Teniendo en cuenta que la información cartográfica existente en las diferentes entidades fue obtenida para diversas temáticas con objetivos distintos, se procedió al ajuste e interpretación de la misma dentro de la zona de estudio, desde el punto de vista de los incendios forestales.

En el gráfico No. 1 se muestra el esquema elaborado en el 2002, del que se concluyó que la ocurrencia de incendios forestales en los Cerros Orientales de Bogotá está determinada por la presencia de factores de índole topográfico (pendiente y geoforma), climático (temperatura, precipitación, humedad relativa, viento, brillo solar y radiación solar), silvicultural (estado, peso, altura, compactación, densidad, presencia de sustancias inflamables, etc., - que regulan el comportamiento de las plantas como combustible) y socioculturales (uso de la tierra, red vial, concentración de la población y turismo). En este contexto, se diseñó un esquema “de tipo Semi – Cuantitativo mediante la técnica de evaluación semicuantitativa por parte de expertos”³¹.

A continuación se señalan algunas ventajas y limitaciones referidas a la concepción inicial del modelo elaborado en 2002:

“Ventajas:

- ❖ Sintetiza los múltiples factores para obtener una evaluación global.
- ❖ Las calificaciones asignadas a cada variable se ajustan con la ocurrencia histórica de eventos.

³¹ TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C., 2002, p. 27.

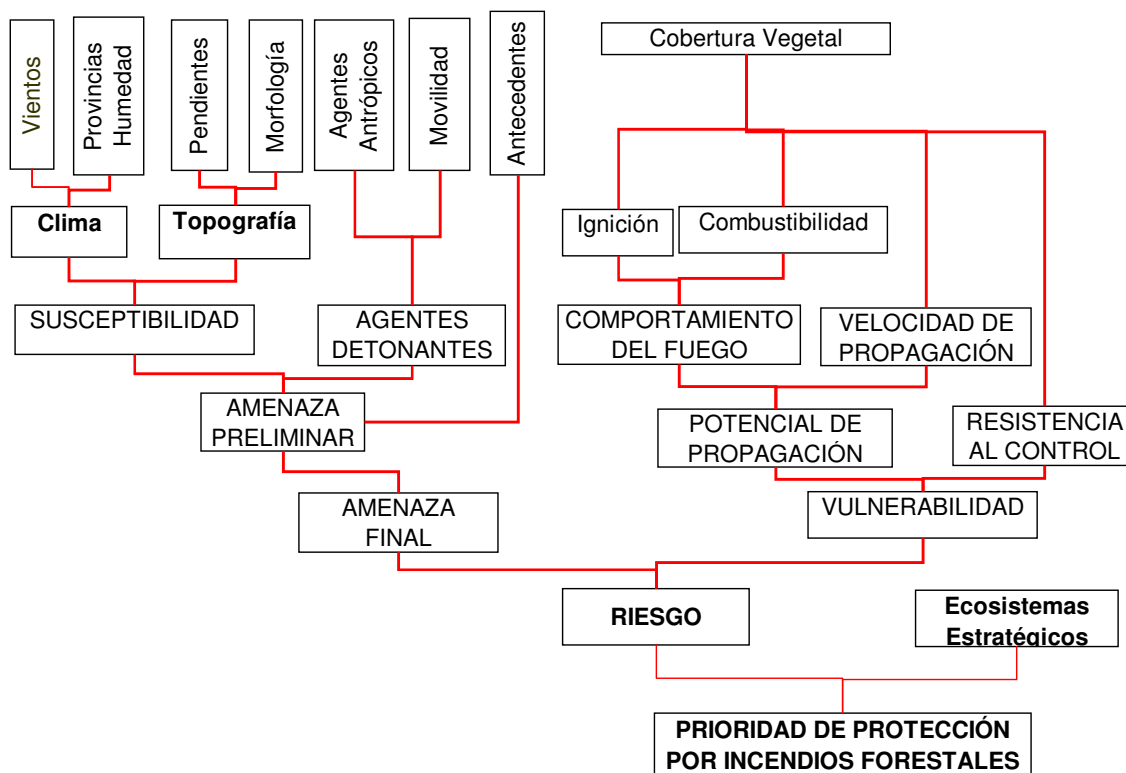


- ❖ Se dispone de un inventario agrupado de eventos ocurridos desde 1995 – 2001.
- ❖ Se posee una metodología clara que combina la evidencia proveniente de diferentes fuentes.

Limitaciones

- ❖ La gran complejidad del fenómeno no facilita enmarcarlo dentro de un modelo.
- ❖ Existe una variedad significativa entre las variables seleccionadas.
- ❖ La escasa información específica sobre el fenómeno en Bogotá D.C.³².

Gráfico No. 1 Metodología para la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal en Bogotá D.C. (2002)



³² TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las Medidas Preventiva y Operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2002, p. 37.

A manera de conclusión, se observa que el esquema DPAE 2002, presenta las siguientes características:

- ✓ Es binaria, ya que las variables se van uniendo por parejas, hasta llegar al producto final.
- ✓ Las variables físicas son las más usadas, pero tienen un bajo valor dentro del fenómeno.
- ✓ Los agentes detonantes no tienen casi información, pero su valor en el modelo es alto.
- ✓ Tiene cinco (5) rangos de calificación de cada variable (Muy Alto / Alto / Medio / Bajo / Muy Bajo).

5.2 DIAGNÓSTICO 2008 DE ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN

Mediante el contrato PS-588-07 suscrito entre el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) y la Ingeniera Forestal María Teresa Gaona Villate, se elaboró el Diagnóstico de actualización del mapa de riesgo por incendios forestales, que luego de revisar las metodologías de los índices meteorológicos de peligro empleadas en Canadá, Estados Unidos, Chile, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y DPAE, determinó que “se aconseja actualizar la metodología DPAE 2002, en términos de emplear coberturas más recientes y de ajuste de la calificación de cada unidad de cobertura”³³, debido a que existen variables que fueron empleadas en la zonificación, que hoy día cuentan con un mejor nivel de detalle, producto del trabajo de diversas instituciones.

Así mismo, en dicho documento se mencionó que “no se aconseja utilizar las metodologías internacionales pues son muy antiguas y por consiguiente, no incorporan los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo”³⁴, tal como se emplean en los estudios aplicados sobre gestión del riesgo en el Distrito Capital.

5.3 ASPECTOS PREVIOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN

Considerando que el fenómeno de los incendios forestales aún no se han incorporado en el POT de Bogotá, el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), suscribió el Contrato de Prestación de Servicios PS-543 de 2009, con el Ingeniero Forestal Carlos Edgar Torres Becerra, para “Realizar la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.”.

³³ GAONA VILLATE, María Teresa. Diagnóstico de actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2008, p.18.

³⁴ GAONA VILLATE, María Teresa. Diagnóstico de actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2008, p.37.



En este sentido, la DPAE toma como punto de partida que la base de actualización está en el modelo diseñado en 2002, entendiéndolo como un esquema propio, que contiene variables con información cartográfica asociada a incendios forestales en los Cerros Orientales, la cual se encuentra disponible en diversas entidades del Estado y que por tanto, su actualización resulta oportuna, confiable y alcanzable a la disponibilidad del conocimiento específico que se tiene en la actualidad.

Finalmente, el ejercicio pone el tema de incendios forestales en igualdad de condiciones con los demás fenómenos que se presentan en Bogotá D.C., los cuales han venido incorporando de forma individual los lineamientos de UNESCO y UNDRO, convirtiendo al Distrito Capital en un pionero a nivel nacional en este tipo de estudios.



6. ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN

Con la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal, se busca identificar áreas que con base en los conceptos de amenaza y vulnerabilidad, presenten similares condiciones. Para afinar el modelo, se utilizará el mapa de ocurrencia histórica, entendiéndola como la materialización de las condiciones que favorecen la aparición y propagación del fuego en los ecosistemas.

Por tanto, se acepta que la ocurrencia es de por sí una “zonificación natural” del fenómeno y que el éxito del presente estudio está en la habilidad con que el consultor pueda interpretar esos datos, para identificar otras zonas que potencialmente tengan las mismas características, o para agrupar a todas aquellas en las que habitualmente se suceden.

El trabajo se ejecutó en tres (3) fases, relacionadas con los aspectos generales, la actualización propiamente dicha y las recomendaciones especiales de manejo, las cuales se describen a continuación:

6.1 ASPECTOS GENERALES

Comprendió:

6.1.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Con base en las variables planteadas en el modelo elaborado en el 2002, que se mostró en el gráfico No. 1, se realizaron las siguientes actividades:

6.1.1.1 Evaluación de documentos

Para seleccionar la información geográfica de cada una de las variables, se les hizo un estudio de conformidad con el año de publicación, la verificación del contenido del mapa con respecto a su nombre y la evaluación de su nivel de detalle, encontrando lo siguiente:

- ✓ Existen variables con información más actualizada que la empleada en 2002. Estas son: Temperatura, Precipitación, Velocidad del viento, Orientación del Viento, Pendiente, Geomorfología, Caminos, Cobertura y uso del suelo y Ocurrencia Histórica de Incendios Forestales.
- ✓ Se encuentra información sobre otras variables que inciden en la ocurrencia de incendios forestales y que no habían sido incluidas en la zonificación 2002, tales como Brillo Solar y Evaporación, Líneas Eléctricas, Actividades de Intervención de la cobertura vegetal por incendios forestales, Infraestructura y Suelos.



- ✓ Se puede generar un nuevo mapa de pendientes, a partir de la información sobre curvas de nivel, proveniente de las planchas cartográficas del Agustín Codazzi o de imágenes de satélite, con lo cual se podrá establecer otra leyenda, más acorde a su incidencia en la propagación de los incendios forestales.
- ✓ Parte de la información ya estaba disponible en la DPAE (Temperatura, Precipitación, Brillo Solar, Caminos, Cobertura y uso del suelo y Líneas Eléctricas), mientras que la restante (Evaporación, Velocidad del viento, Orientación del Viento, Geomorfología, Ocurrencia Histórica de Incendios Forestales, Actividades de Intervención de la cobertura vegetal por incendios forestales, Infraestructura y Suelos), se hizo necesario hacer el respectivo trámite para la consecución de la misma, proveniente de la Secretaría Distrital de Ambiente y el Jardín Botánico.
- ✓ Todos los mapas empleados en la zonificación no se utilizan directamente en el ejercicio, sino que algunos son una interpretación del mismo para adecuarlo al fenómeno, por cuanto no existen fuentes directas en incendios forestales y su uso resulta importante para avanzar en el conocimiento de la problemática (como ejemplo se puede citar el ecoturismo, en el sentido que ninguna entidad posee mapas con datos de cuantas personas lo hacen y a que lugares se dirigen).

6.1.1.2 Resultados

Como novedades para la actualización de la zonificación, se tiene lo siguiente:

- ✓ Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten unir datos de distintas formas, sin que tenga que ser obligatoriamente de forma binaria como se hizo en 2002. Ello permitiría la fusión de tres (3) o más variables, incluso dándole mayor preponderancia a la que se considere de más relevancia.
- ✓ Hay disponibilidad de información de nuevas variables que no estaban en 2002.
- ✓ Las variables climáticas tienen mayores períodos de monitoreo, a los realizados en 2002.
- ✓ Algunos de los mapas de clima sólo cuentan con tres (3) unidades en su leyenda, lo que lleva inmediatamente a que cada una se califique dentro de cada uno de los rangos de Alto, Medio y Bajo.
- ✓ Del mismo modo, para que la zonificación esté acorde con los demás fenómenos que se presentan en el Distrito Capital, los mapas deben tener tres (3) rangos de calificación en cada variable (Alto / Medio / Bajo) y no cinco (5) como sucedió en 2002.

Luego de la revisión bibliográfica se encontró que hay una mayor disponibilidad de información cartográfica, que se consideró numerosa y que su inclusión permitiría mejorar el proceso de zonificación.



6.1.2 NUEVO MODELO PARA LA ZONIFICACIÓN

Teniendo en cuenta, que por su experiencia, el consultor manifiesta su capacidad técnica para incorporar todas las variables disponibles en un nuevo esquema, se planteó una renovación total de la metodología, manteniendo la base conceptual establecida previamente y cuyo resultado se muestra en el cuadro No. 3, con sus respectivas fuentes de información.

En el cuadro No. 3, se observa que se partió de analizar qué pasa cuando sucede un incendio forestal en los Cerros Orientales, encontrando que las respuestas se pueden dar en dos sectores, el primero es una zona directa donde se materializan unas variables y se tienen unos efectos tangibles, mientras que hay una segunda división, que es la zona indirecta, en la que las secuelas dependen de la intensidad de la conflagración.

Para la primera zona, se detalló el concepto de riesgo, mediante la relación de la amenaza y la vulnerabilidad, que en su orden constituyen los aspectos que favorecen la ocurrencia de incendios forestales con las consecuencias de los mismos, en un sitio específico, durante un tiempo determinado. Teniendo en cuenta que la gestión del riesgo busca evitar que estos incidentes se originen, en la calificación de cada una de las variables de amenaza, se calibró con la ocurrencia histórica.

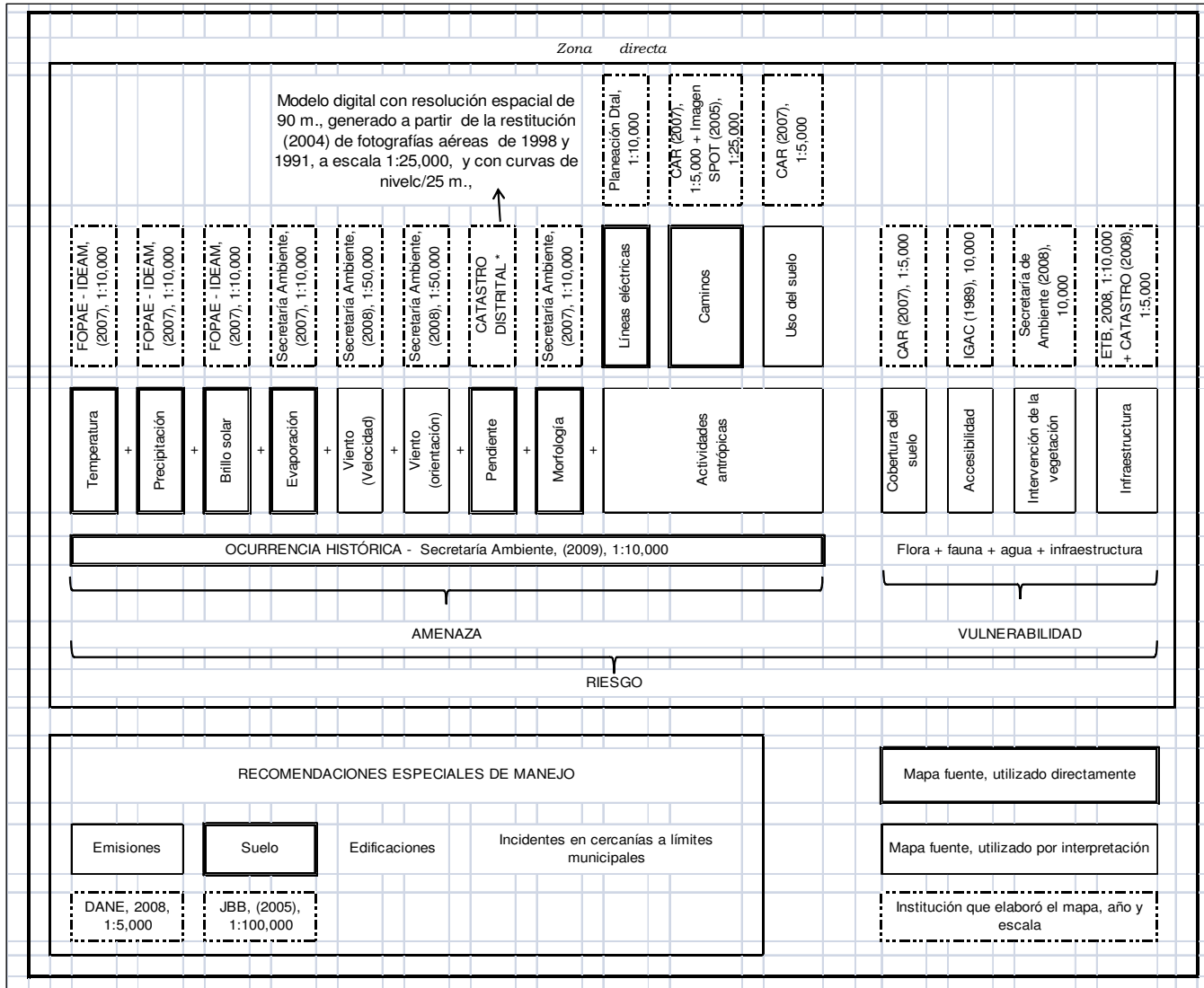
Según la información disponible, dentro de la zona de estudio resulta importante mencionar que por sus características físicas y químicas, los suelos de los Cerros Orientales tienen una predisposición natural hacia los incendios forestales. Así mismo, se encuentran unas edificaciones que ante fuegos de gran intensidad pueden verse afectados, razón por la cual se determinó la necesidad de hacer algunas recomendaciones especiales sobre su manejo

En la zona indirecta, la población urbana puede verse afectada por el humo, para lo cual se hizo un análisis de la dirección hacia donde avanzarían las emisiones y se hace unas recomendaciones para el manejo de los incidentes forestales que se sucedan cerca a los límites municipales, bien sea por que avancen del Distrito hacia los vecinos o viceversa.

En conclusión, en el nuevo esquema se hace un análisis de amenazas utilizando el método semi – cuantitativo (que identifica peligros de manera comparativa en procesos similares), empleando las técnicas de zonificación de evaluación de expertos (utiliza el conocimiento de un experto sobre un sitio específico) y de evaluación semi – cuantitativa (asigna una calificación a cada parámetro y mediante el cruce sistemático de los mapas temáticos se obtiene una calificación a partir de la cual se definen los diferentes niveles de amenaza), en el que los elementos bajo riesgo son la vegetación, el agua, las edificaciones y las obras civiles, entre otras.



Cuadro No. 3 Nuevo modelo de zonificación de riesgo por incendio forestal



Finalmente, en el cuadro No. 3 también se muestra cuales mapas fueron utilizados como fuente directa en la zonificación y cuales necesitaron de una interpretación y ajuste para poder realizar el análisis. Como anotación especial se tiene que la mayor cantidad de información se produjo después de 2002, época en la que se realizó el anterior ejercicio.

6.1.3 CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de aplicar el anterior esquema, se considera necesario tener en cuenta los siguientes aspectos conceptuales relacionados con los incendios forestales:

- ✓ La gran complejidad del fenómeno no facilita enmarcarlo dentro de un modelo.
- ✓ Actualmente no se dispone de una única herramienta que permita unificar todas las variables y con ello, se proporcione una visión total del riesgo por incendio forestal.
- ✓ Existe una variedad significativa entre las variables seleccionadas.
- ✓ Hay una escasa o nula información específica de la incidencia de cada una de las variables en la ocurrencia de incendio forestales en Bogotá D.C..
- ✓ El modelo propuesto sintetiza múltiples factores para obtener una evaluación global, que combina la evidencia proveniente de diferentes fuentes.

6.2 ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INCENDIO FORESTAL

De conformidad con la metodología expuesta en el cuadro No. 3, se procedió a la elaboración de la zonificación, definiendo los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, para luego, entrar a definir cada una de las variables inmersas, y por último, hacer su calificación tomando como referencia la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá D.C..

En este sentido, en el marco de referencia no se incluyó un numeral relacionado con el riesgo por incendio forestal, por cuanto es escasa o nula la literatura disponible en el tema. Sin embargo, considerando que dicho asunto es la parte motora del presente estudio, el consultor consideró necesario hacer un aporte al mismo, debido a la necesidad de ampliar el conocimiento sobre el tema, máxime cuando no existen directrices conceptuales en esta forma de pensamiento.

Con esta intención, se estima conveniente efectuar un análisis sobre el nivel de detalle del estudio, que permita determinar cuáles son los factores de amenaza y vulnerabilidad, y por ende, cuáles son las variables que se deben incorporar en cada uno de ellos.

Inicialmente, muchos autores conceptúan que la “vulnerabilidad es un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza”. Por ello, se debe empezar por determinar cuál es ese “sujeto”, acá mencionado, a fin de que se pueda aplicar la



definición del término “riesgo”. Adicionalmente, como el objetivo del estudio es propender por el desarrollo sostenible de los Cerros Orientales de Bogotá D.C., entonces se debe proyectar la relación existente entre la gestión del riesgo, la gestión ambiental y el ordenamiento territorial.

En el primer caso, Vargas señala que es la “aplicación de medidas de planeación, organización, reglamentación y de intervención física y social, orientadas a reducir las condiciones de riesgo dentro de un territorio determinado, con la participación activa de las diferentes instancias del estado y la comunidad, verificando su misma incorporación en la cultura de la población y sus efectos dentro del proceso de desarrollo económico y social”³⁵. En este sentido, la zonificación es un componente de la gestión del riesgo.

La gestión ambiental “se refiere a las acciones que, en forma consciente y dirigida a propósitos definidos, realice la sociedad para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar moderadamente el suelo y los recursos naturales, renovables o no, o para ocupar racionalmente un territorio transformándolo y adaptándolo de manera sostenible (MAVDT, 2004)”³⁶. En este marco, en los Cerros Orientales se encuentran importantes recursos naturales, que requieren de constantes acciones para su protección y conservación.

Según el artículo 5 de la Ley 388/97, el ordenamiento territorial “comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertados, en ejercicio de la función pública que les compete, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales”.³⁷

Con este propósito, el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT (Decreto 190/04), obedeciendo el Acuerdo 76/77, identifica a los Cerros Orientales como una Reserva Forestal del orden nacional localizado en el Distrito. Por ello, como la mayor cantidad de nuestra área de estudio son los cerros y ésta se catalogó como una zona forestal, se contempló que el presente documento debe adoptar los parámetros utilizados para las zonas calificadas como de tipo forestal, en las que la planeación del uso del suelo se realiza según el enfoque de la “clasificación y utilización de tierras”.

En estos casos, la literatura reporta que la clasificación de las tierras se hace teniendo en cuenta “su capacidad de uso”³⁸, la cual está relacionada con el potencial que tiene el suelo

³⁵ VARGAS HERNÁNDEZ, Richard Alberto. Memorias del Diplomado en Incendios Forestales. Universidad Distrital, 2006.

³⁶ VARGAS HERNÁNDEZ, Richard Alberto. Memorias del Diplomado en Incendios Forestales. Universidad Distrital, 2006.

³⁷ REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 388, 1997.

³⁸ Es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos.



para producir. En estos casos, su mecanismo de investigación es a través de los levantamientos edafológicos, señalando lo siguiente:

“Uno de los métodos de evaluación de tierras más difundidos en el mundo es la clasificación por su capacidad de uso. El propósito fundamental del mismo es interpretar la relación entre el medio físico natural y las prácticas de manejo de suelos, para agrupar las unidades de tierra de acuerdo a su capacidad para producir plantas cultivadas comunes, pastos y árboles, por un largo período de tiempo, sin riesgo de deteriorar el suelo. Este sistema agrupa las clases de tierras en orden de prioridad para agricultura, ganadería y bosques”³⁹.

Es de recordar que dentro de las zonas de bosque, existen tres (3) tipos que son “productores”, “productores – protectores” y “protectores”. Según la Resolución 76 de 1977, los Cerros Orientales son una Reserva Forestal Protectora, en la que “su función única es la protección de los recursos naturales”⁴⁰.

En Colombia, para la clasificación de tierras por su capacidad de uso, el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) desarrolló su propia metodología para aplicar en el territorio nacional, en la que incorporó dos ingredientes muy importantes: “la interpretación de imágenes por medio del análisis fisiográfico y la clasificación de suelos por el Sistema Taxonómico del Departamento de Agricultura de Estados Unidos”⁴¹, dando como resultado mejores herramientas de análisis para la toma de decisiones en un país cuya mayor aptitud del suelo es de tipo forestal.

Al mismo tiempo, el CIAF estableció diferentes tipos de estudios edafológicos basados en el nivel de detalle de la cartografía existente, cuyas características se muestran en el gráfico No. 2.

Gráfico No. 2 Especificaciones generales para levantamientos de suelos⁴²

TIPO DE ESTUDIO	ESCALA DE INFORMACIÓN	ESCALA DE PUBLICACIÓN	ÁREA MÍNIMA DE MAPEO
Segundo orden	1:5.000 – 1:20.000	1:10.000 – 1:25.000	¼ cm ² de escala de publicación
Tercer orden	1:20.000 – 1:30.000	1:50.000	6.25 ha

³⁹ UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, Guía de Clasificación de tierras por su capacidad de uso, Maracay, 2000, p. 2.

⁴⁰ DECRETO 2811. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables, 1974.

⁴¹ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología para Levantamientos Edafológicos, 1984, p. 3.

⁴² INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología para Levantamientos Edafológicos: Tabla 3, 1984, p. 84.



En este sentido, se empezó a revisar la información cartográfica existente en las diferentes instituciones, sobre los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales (clima, topografía, aspectos socioculturales, etc), encontrando que esta oscila entre escalas 1:5.000 y 1:10.000, a excepción de la variable Viento⁴³ que está a escala 1:50.000. Este resultado indica que en términos generales, se denota la existencia de un buen nivel de detalle de las publicaciones realizadas sobre los Cerros Orientales. Bajo este entorno y según el gráfico No. 2, se estableció que por la precisión de los datos, el estudio se clasificó como de segundo orden.

Siguiendo con el contenido del gráfico No. 2, el área mínima de mapeo o de cartografía está relacionada con la precisión de una imagen en particular y se refiere a la unidad más pequeña que se debe observar en la cartografía según la escala. En el tema, McBratney, 1998, reporta que “el valor más recomendable como tamaño mínimo de cartografía es aquel equivalente a 0.25 cm² en el mapa”⁴⁴.

Para la aplicación de este concepto, a continuación se desarrolla un ejemplo, utilizando como referencia un mapa de escala 1:10.000, en el que el procedimiento consiste en establecer a cuanto terreno equivale 1 cm² de papel, así:

1 cm papel	↔	10.000 cm de terreno. Es decir:
1 cm papel	↔	100 m de terreno
1 cm ² papel	↔	(100 m) ² de terreno
1 cm ² papel	↔	10.000 m ² de terreno

Cómo ya se sabe que 1 cm² papel equivale a 10.000 m² de terreno, se usa la teoría de McBratney. En consecuencia, se tiene que para un mapa a escala 1:10.000, la unidad mínima de mapeo sería de 0.25 cm² de papel, lo cual da como resultado que es de 2.500 m² de terreno. Dicho en otras palabras el polígono más pequeño que se debe observar en un mapa a escala 1:10.000 debe es de 2.500 m².

Con este producto y al hacer un símil con la construcción, se puede decir que esta medida de 2500 m² puede corresponder a una infraestructura aproximada de 50m x 50m.. Es decir, que con las nociones de unidad de mapeo, el objeto más pequeño que se debe cartografiar debe corresponder a estas dimensiones o mayores, pero que en ningún caso, se podrán observar elementos menores a esta cifra.

Este resultado se aplicó en la zonificación, para ratificar qué tipo de estudio se va a desarrollar, pero utilizando en ese caso, el concepto de incendio forestal ⁴⁵. Tal como se

⁴³ Como el viento es el único parámetro que tiene una escala distinta, pero su cobertura es más local que puntual, se decidió clasificar el estudio dentro de la segunda categoría.

⁴⁴ BRATNEY M. Some Considerations on Methods for spatially Aggregating Soil Information, 1998, p.50 – 51.

⁴⁵ Un incendio forestal es el fuego que se propaga sin control, es decir, sin límites preestablecidos, consumiendo material vegetal ubicado en áreas rurales de aptitud forestal o, en aquellas que sin serlo, cumplan una función ambiental y cuyo tamaño es superior a 0.5 ha.”



expresó páginas atrás, por definición, cuando se usa este término, se parte de una afectación mínima de 5.000 m², que para ser visible en un mapa (como en el ejemplo de la edificación), este valor debe corresponder a la unidad mínima de mapeo.

Como ya se estableció que el estudio es de segundo orden, entonces se retoman los datos del gráfico No. 2, en el que se enuncia cual debe ser la escala de la información. Para no hacerlo de forma directa, se generó el gráfico No. 3, en el que se hizo el procedimiento de verificación del parámetro, partiendo del tamaño mínimo de un incendio foresta como unidad mínima de mapeo.

Gráfico No. 3 Relación entre la definición de incendio forestal y la escala de la información disponible

Área mínima de mapeo = ¼ cm ² de escala de publicación	
Área mínima de mapeo / 0.25 = escala de publicación	
5.000 / 0.25	= escala de publicación
20.000	= escala de publicación

En el gráfico No. 3 se observa que para que un incendio forestal sea visible en un mapa, se necesitaría que este tenga una escala de 1:20.000. Así, al regresar al gráfico No. 2, se vuelve a evidenciar que según el CIAF, por la definición del fenómeno, el estudio se clasifica como de segundo orden.

Así, a manera de conclusión preliminar se tiene que por los principios del CIAF, en lo relacionado con el nivel de detalle de las variables y por la definición de incendio forestal, este estudio es de segundo orden y por ende, sus resultados podrían publicarse a cualquier escala que oscile entre 1:10.000 y 1:25.000.

De otro lado, el mismo CIAF estableció que las escalas de información y publicación deben guardar relación con las unidades de leyenda, para lo cual hizo una clasificación de las mismas, partiendo de lo general hacia lo particular, siguiendo las condiciones que se muestran en el Gráfico No. 4, en el que se desarrolla un ejemplo de cómo son las leyendas en cada columna.

Retomando con nuestro estudio, ya se dijo que la escala de publicación debe oscilar entre 1:10.000 y 1:25.000. Al aplicar los datos del Gráfico No. 4, se observa que las unidades cartográficas de los mapas deben pertenecer a la categoría de Subgrupo. La situación se verificó en las distintas fuentes de información, encontrando que los mapas disponibles si guardan esta rigurosidad conceptual que exige el CIAF. En otras palabras, unidades de cobertura del suelo tales como cultivo anual, pastizal arbustivo, caseríos, viveros, canteras y corrientes permanentes entre otros, son los niveles de detalle a los cuales se debe hacer el análisis de riesgo.



Gráfico No. 4 Niveles de detalle para levantamientos agrológicos⁴⁶

CARACTERÍSTICAS	GRAN GRUPO	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	FASE
Escala	1:100.000	1:100.000 – 1:40.000	1:40.000 – 1:10.000	1:10.000 – 1:5.000	Mayor 1:5.000
Aspectos a mapear	Cobertura	Cobertura y uso de la tierra	Actividades particulares (gral)	Actividad concreta	Fase técnica
Ejemplo de Leyenda	Tierras Agrícolas o Pecuarias	Cultivos Pastos de zona seca	Cultivo anual Pastizal arbustivo	Arveja De corte	Con tutor Pasto elefante

En consecuencia, al regresar a la noción de vulnerabilidad como un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, se concluye que las coberturas como cultivo anual, caseríos y viveros deben ser la unidad central de análisis, pues corresponden al denominado “sujeto” mencionado en su definición..

Así mismo, según el artículo 3 del Decreto Distrital No. 423/06, la vulnerabilidad es la “característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza”⁴⁷.

En esta perspectiva, al aplicar el análisis previo a la citada definición, se construyó el marco conceptual sobre el cual gira el presente estudio, en el que se entendió que la vulnerabilidad es la característica propia de un elemento (cultivo, pasto, caserío, vivero) o grupo de elementos (varios de estos) expuestos a una amenaza (incendio forestal), relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza (se sucede un incendio forestal).

Finalmente, resulta muy importante precisar que por el hecho de que se empleen estas nociones, no significa de que se trata de realizar la zonificación como si fuera un levantamiento de suelos, sino que se utilizó esta concepción para establecer cuál debe ser la unidad de análisis que permita determinar los factores de amenaza y vulnerabilidad, de conformidad con el nivel de detalle de la información disponible, sin perder de vista que el énfasis del presente estudio es de tipo forestal. Esta precisión es la que contribuye a

⁴⁶ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1986.

⁴⁷ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.. Decreto Distrital No. 423: Por el cual se adopta el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá D.C.". Artículo 3. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2006., p. 2.



que la problemática de incendios forestales en los Cerros Orientales sea incorporada adecuadamente en la planeación y manejo racional del uso del suelo.

A continuación se procede a la realización del estudio, así:

6.2.1 AMENAZA

De conformidad con el artículo 3 del Decreto Distrital No. 423/06, la amenaza es la “condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Es un factor de riesgo externo”⁴⁸.

En dicho marco, se procedió a la zonificación de la amenaza, entendiéndola como la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un incendio forestal, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada.

Esta definición se encuentra inmersa dentro de la metodología DPAE 2002 y en la nueva propuesta, en las que la posible ocurrencia de un conato o de un incendio forestal está dada por sus causas y por los factores climáticos, topográficos y socioculturales que favorecen la ocurrencia de este tipo de incidentes. Aquí, vuelve a ser necesario el mencionar que no existe un estudio para Bogotá en el que se analicen estos factores.

Para su disertación, en el momento de la calificación de las variables, se tomó como referencia la oportunidad con que cada una de ellas incide en la iniciación de un fuego y eventualmente, en los casos en los que la apreciación no fuera muy clara, se analizó la participación de la variable en la propagación⁴⁹ del mismo.

A continuación, se procede a establecer cada una de las variables de amenaza, que se incluyeron en el estudio y que por tanto, disponen de información cartográfica digital.

6.2.1.1 Variables que intervienen

Estas son:

⁴⁸ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.. Decreto Distrital No. 423: Por el cual se adopta el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá D.C.". Artículo 3. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2006., p. 2.

⁴⁹ Se hizo sólo para aclarar los casos confusos, pues el objetivo central está en estimar la posibilidad de que el fuego se pase desde su fuente inicial (colillas encendidas, fogatas, quemas) hacia la vegetación y por tanto, su análisis no debe cobijar el hecho cuando el fuego ya está consumiendo la cobertura vegetal.



6.2.1.1.1 Temperatura

Según el estudio elaborado en el marco del convenio suscrito entre el FOPAE y el IDEAM, “La temperatura es un parámetro del estado térmico de la materia. El valor de éste, depende de la energía cinética media de las moléculas. La medida de temperatura se hace posible debido a la transferencia de calor entre cuerpos de niveles distintos de energía cinética molecular media. Esta variable se determina como una magnitud física, que caracteriza el movimiento aleatorio medio y presenta una variabilidad en función de la elevación”⁵⁰.

Para incendios forestales, el ahora Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) expresa que “los combustibles expuestos a temperaturas elevadas sufren significativas pérdidas de humedad por efecto del calor, fenómeno que facilitará su encendido y combustión”⁵¹. Para su conocimiento, se tomó como referencia el mapa de Distribución de la temperatura media mensual, que se presenta en el Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, a escala 1:10.000, año 2007, el cual se muestra en el Mapa No. 2⁵².

En el Cuadro No. 4 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Mapa de Temperatura, elaborado en el estudio del convenio FOPAE – IDEAM, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay mayor cantidad de calor, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 3, en el que se muestra que las temperaturas más calientes se presentan cercanas a la zona urbana (excepto en Usme), seguido de las temperaturas medias (se presentan en todas las Localidades excepto en Usaquén) y luego las zonas frías, que se localizan en la parte alta de los cerros, que corresponde a Santa Fe y San Cristóbal, con unas porciones mínimas en Chapinero y Usme.

Cuadro No. 4 Calificación de la variable Temperatura

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Temperatura (oC)	INCIDENTES			
4-6	1			1
6-8	11			11
8-10		36		36
10-11		35		35
11-12			52	52
12-13			17	17
Total general	12	71	69	152

⁵⁰ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p. 8.

⁵¹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 24.

⁵² Los mapas se muestran en la parte final del presente documento.



Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de conatos e incendios forestales se debe presentar en las zonas de mayor temperatura. Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de mayor temperatura (ver cuadro No. 4), siendo mayor en la zona Media (71), seguido de la Alta (69).

6.2.1.1.2 Precipitación

Según el estudio elaborado en el marco del convenio suscrito entre el FOPAE y el IDEAM, “La precipitación se define como la caída de hidrometeoros que alcanzan finalmente el suelo. La medida de la cantidad de lluvia se expresa por la altura de la capa de agua que cubriría el suelo, supuesto perfectamente horizontal, sino se filtrase, evaporase, ni escurriese. La precipitación es una variable meteorológica con gran variabilidad espacial y temporal”⁵³.

Para el MAVDT, los efectos de la precipitación “se traducen en una disminución de la propagación y la intensidad calórica de los elementos de los incendios forestales, debido a que humedece y enfría los combustibles y el ambiente en general”⁵⁴.

La precipitación se incluyó en el estudio tomando como referencia el mapa de Distribución de la precipitación media anual, que se presenta en el Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, a escala 1:10.000, año 2007, el cual se muestra en el Mapa No. 4.

En el Cuadro No. 4 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Mapa de Precipitación, elaborado en el estudio del convenio FOPAE – IDEAM, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay menor cantidad de lluvias, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 5.

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas de menor precipitación. En el Mapa No. 5 se muestra que las zonas menos lluviosas están en Usaqué y Chapinero, seguido de las zonas medias que están en Usaqué, Chapinero y Santa Fe, mientras que las más lluviosas están en las partes altas de los cerros, que corresponden a Santa Fe, San Cristóbal y una pequeña parte de Usme.

⁵³ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p. 33.

⁵⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 25.



De acuerdo con la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de menor precipitación (ver cuadro No. 5), siendo mayor en la zona Alta (71), seguido de la Media (68).

Cuadro No. 5 Calificación de la variable Precipitación

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Precipitación (mm/año)	INCIDENTES			
900-1000			9	9
1000-1100			62	62
1100-1200		68		68
1200-1300	11			11
1300-1400	2			2
Total general	13	68	71	152

6.2.1.1.3 Brillo Solar

Según el estudio elaborado en el marco del convenio suscrito entre el FOPAE y el IDEAM, “la cantidad de insolación que se recibe en un área cualquiera es uno de los factores más importantes en la determinación de la caracterización climática de cualquier zona. La distribución de los valores de insolación o brillo solar están relacionadas en forma inversa con otros elementos como la nubosidad y la precipitación en una región”⁵⁵.

El brillo solar es una característica de los climas más secos debido a que disminuyen la nubosidad y la humedad relativa, favoreciendo la generación de incendios forestales.

Para su incorporación, se tomó como referencia el mapa de Distribución del Brillo Solar, que se presenta en el Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, a escala 1:10.000, año 2007, el cual se muestra en el Mapa No. 6.

En el Cuadro No. 6 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Mapa de Brillo Solar, elaborado en el estudio del convenio FOPAE – IDEAM, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay mayor cantidad de insolación, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 7.

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas de mayor brillo solar. En el Mapa No. 7 se muestra que la mayor cantidad de brillo solar se presenta en Usaquén, seguido de las zonas medias que están en la vía a La Calera y en la parte baja de la vertiente occidental del río Teusacá, mientras que las zonas con menor brillo están hacia el centro y sur de la ciudad, en las Localidades de Santa Fe, San Cristóbal y Usme.

⁵⁵ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p. 14.



Cuadro No. 6 Calificación de la variable Brillo Solar

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Brillo solar (horas/año)	INCIDENTES			
1000-1100	91			91
1100-1200		31		31
1200-1300			30	30
Total general	91	31	30	152

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de menor brillo solar (ver cuadro No. 6), siendo mayor en la zona Baja (91), seguido de la Media (31).

6.2.1.1.4 Evaporación

La Secretaría Distrital de Ambiente señala que “la evaporación es el proceso de transformación del agua de estado líquido a gaseoso (vapor) debido a la acción de la radiación solar sobre la superficie de la tierra. Luego, este vapor migra hacia la atmósfera, donde se condensa formando las nubes.”⁵⁶.

Al aumentar la evaporación se dispone de mayor agua gaseosa en la atmósfera y por ende, es menos probable de que se presenten incendios forestales. Sin embargo, altas evaporaciones disminuyen la disponibilidad de agua para las plantas y el control del fuego.

Para su inclusión, se tomó como referencia el mapa de Evaporación, que se presenta en el Atlas Ambiental de Bogotá, a escala 1:10.000, año 2007, el cual se muestra en el Mapa No. 8.

En el Cuadro No. 7 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Evaporación, elaborado por la Secretaría de Ambiente, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay mayor evaporación, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 9.

⁵⁶ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Atlas Ambiental de Bogotá, 2007, p. 42.



Cuadro No. 7 Calificación de la variable Evaporación

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Evaporación (mm/año)	INCIDENTES			
700 - 800			17	17
800 - 900		104		104
900 -1000	31			31
Total general	31	104	17	152

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas de menor evaporación. En el Mapa No. 9, las zonas de menor evaporación están en las partes altas de las Localidades de Santa Fe, San Cristóbal y Usme, las de media son las partes medias de todos los cerros, mientras que las altas son pequeñas franjas muy cercanas al casco urbano, especialmente de Usaquén.

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de mayor evaporación (ver cuadro No. 7), siendo mayor en la zona Media (104).

6.2.1.1.5 Velocidad del viento

En el estudio elaborado en el marco del convenio suscrito entre el FOPAE y el IDEAM, se indica que “el viento es el movimiento del aire cuya intensidad está sujeta a variaciones, tanto en período como en amplitud, debido a que no es laminar. El viento sobre la Tierra es un flujo turbulento, que comprende remolinos de tamaños diversos y parámetros físicos que se desplazan con el flujo. La orografía de la Tierra es el principal factor que determina la estructura turbulenta del viento”⁵⁷.

Para el MAVDT “la acción del viento sobre el incendio forestales se traduce en un efecto sobre la intensidad, dirección y velocidad de propagación del fuego”⁵⁸.

Aunque no se dispuso de un mapa puntual de velocidad del viento para los Cerros Orientales, en el mapa de Viento de horas de la tarde (que es cuando se empiezan la mayoría de los incendios), que se presenta en el Informe Anual de la Calidad del Aire en Bogotá, año 2007, elaborado por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá de la

⁵⁷ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p. 52.

⁵⁸ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 24.



Secretaría Distrital de Ambiente, a escala 1:50.000, año 2007, se señala una ilustración para varias cuencas allí presentes y teniendo en cuenta que la variable incide notoriamente en los fuegos y que su influencia es más local que puntual, se tomó la decisión de incorporar la variable al esquema, el cual se muestra en el Mapa No. 10.

En el Cuadro No. 8 se califica cada una de las unidades de la leyenda resultantes del Mapa de Velocidad del viento, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay mayor velocidad del viento, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 11.

Cuadro No. 8 Calificación de la variable Velocidad del viento

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Velocidad del Viento (m/sg)	INCIDENTES			
0,48	25			25
1,25		47		47
1,79		20		20
2,1			25	25
2,61			35	35
Total general	25	67	60	152

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas de mayor velocidad del viento. En el Mapa No. 11 se muestra que los vientos más suaves se presentan en Usaquén, intermedios en Chapinero y Santa Fe, mientras que los más fuertes están al sur, en San Cristóbal y Usme.

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de mayor velocidad del viento (ver cuadro No. 8), siendo mayor en la zona Media (67).

6.2.1.1.6 Orientación del viento

Nuevamente, aunque no se dispuso de un mapa de velocidad del viento para los Cerros Orientales, en el mapa de Viento de horas de la tarde (que es cuando se empiezan la mayoría de los incendios), que se presenta en el Informe Anual de la Calidad del Aire en Bogotá, año 2007, elaborado por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá de la Secretaría Distrital de Ambiente, a escala 1:50.000, año 2007, se señala una ilustración para varias cuencas allí presentes, y teniendo en cuenta las características de importancia en el fenómeno y cobertura de la variable, citadas en el numeral anterior, de nuevo se empleó para su incorporación al esquema, el cual se muestra en el Mapa No. 12.



Para el MAVDT, “el viento es el parámetro más variable y por tanto difícil de pronosticar, por lo que se transforma en un aspecto crítico durante el combate”⁵⁹. La velocidad del viento incide en la propagación del fuego por medio del “transporte de calor (radiación), la inclinación de las columnas convectivas calentando los combustibles delante del incendio, el aumento de la disponibilidad de oxígeno y el traspaso de humedad desde los combustibles hasta el medio ambiente”⁶⁰

En el Cuadro No. 9 se califica cada una de las unidades resultantes del Mapa de Orientación del viento. Para ello, se hizo un análisis y una relación espacial de hacia dónde avanza el viento, con respecto a la dirección del cauce principal de las cuencas existentes, bien sea de forma Paralela (recorre la longitud del cauce, Perpendicular (recorre la longitud del cauce y se aleja de la cuenca) o Diagonal (recorre el cauce y busca continuar, recorriendo parte de la cuenca).

Cuadro No. 9 Calificación de la variable Orientación del Viento

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Orientación del Viento (con respecto a la dirección del cauce principal)	INCIDENTES			
Perpendicular	7			7
Paralelo		55		55
Diagonal			90	90
Total general	7	55	90	152

Así, se le asignó “Alto = (3)” a la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay una orientación del viento que hace que se recorra más distancia en la cuenca, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 13.

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas donde el viento recorre más superficie. En el Mapa No. 13 se muestra que los vientos diagonales (que recorren la mayor área de la cuenca) se presentan en la parte frontal de Santafé y Chapinero y en Usaquén, los perpendiculares (que se alejan del cauce y por tanto de la cuenca) se suceden en Usme, mientras que los vientos paralelos se presentan en el Teusacá, en San Cristóbal y en los sectores de La Aguadora y Santa Ana en Usaquén.

⁵⁹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 24.

⁶⁰ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 24.



Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de orientación del viento diagonal (ver cuadro No. 9), siendo mayor en la zona Alta (90).

6.2.1.1.7 Pendiente

Parent, reporta que “la pendiente de un terreno indica su ángulo en relación con la horizontalidad”⁶¹.

Para el MAVDT, “el efecto de la pendiente se caracteriza por la influencia que ejerce en desarrollo de la columna de convección y por el hecho de que mientras más inclinado sea el terreno, mayor será la aceleración de la propagación del fuego, debido al efecto de recalentamiento que sufren los combustibles producto del contacto directo entre las llamas y la copa de los árboles”⁶²

En el proceso de elaboración del plano de pendientes se construyó un modelo digital con resolución espacial de 90 m., con curvas de nivel cada 25 m.s.n.m., con base en la cartografía de Catastro Distrital, a escala 1:10.000, y mediante sistema digital (Arc – Info), se establecieron los rangos que se consideraron acordes con el fenómeno según lo muestra el Mapa No. 14.

En el Cuadro No. 10 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Mapa de Pendiente, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay mayor inclinación del terreno, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 15.

Cuadro No. 10 Calificación de la variable Pendiente

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Pendiente (%)	INCIDENTES			
0 - 12%	11			11
13 - 30 %		52		52
31% -			89	89
Total general	11	52	89	152

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas de mayor pendiente. En el Mapa No. 15 se muestra que en los Cerros Orientales son muy escasas las zonas planas, que las zonas medias están en El

⁶¹ PARENT, Guy. Guía de Reforestación, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional y Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 1989, p. 19.

⁶² MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 23.



Verjón Alto y Bajo y que los lugares más pronunciados son los que están más cercanos al área urbana, constituyendo la fachada de los cerros.

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas de mayor pendiente (ver cuadro No. 10), siendo mayor en la zona Alta (89).

6.2.1.1.8 Geomorfología

Son los diferentes tipos y formas que presenta el terreno. En los textos sobre incendios forestales se conoce como “configuración”.

Para el MAVDT, la geomorfología “afecta significativamente los regímenes de vientos y en general el microclima de cada localidad, especialmente cuando se originan estrechas quebradas o cañones, lugares donde el comportamiento del fuego se torna extremadamente peligroso para el recursos humano que está participando en el combate”⁶³.

En su incorporación, se tomó como referencia el mapa de Geomorfología que se presenta en el Atlas Ambiental de Bogotá, a escala 1:10.000, año 2007, el cual se muestra en el Mapa No. 16.

En el Cuadro No. 11 se califica cada una de las unidades de la leyenda del Mapa de Geomorfología, elaborado por la Secretaría de Ambiente, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que hay formas que favorecen la propagación del fuego, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 17.

Cuadro No. 11 Calificación de la variable Geomorfología

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Morfología	INCIDENTES			
Colinas Residuales	7			7
Depósitos Glaciares	3			3
Terrenos Ondulados	3			3
Ladera de Acumulación		54		54
Laderas de Piedemontes Degradadas		12		12
Crestas Monoclinales y Espinazos Estructural			7	7
Crestas Redondeadas y Pedimentos			52	52
Escarpes y Frentes Estructurales			7	7
Pendientes Estructurales			7	7
Total general	13	66	73	152

⁶³ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 24.



Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas más abruptas. En el Mapa No. 17 se muestra que la mayor parte de los Cerros Orientales poseen geoformas abruptas, que facilitan la iniciación y la propagación de los incendios forestales, excepto en las partes altas de la Localidades de Santa Fe y San Cristóbal, que corresponden al Páramo de Cruz Verde, sitio donde las pendientes son más suaves y la configuración del terreno es menos abrupta.

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas en las que la geoforma es más pronunciada (ver cuadro No. 11), siendo mayor en la zona Alta (73).

6.2.1.1.9 Actividades antrópicas

Se denominó así al “conjunto de actividades que el hombre realiza en un lugar determinado, con el fin de garantizar su bienestar”⁶⁴.

En este caso, en ciertos tipos de uso del suelo, el hombre frecuenta utilizar el fuego dentro de sus labores cotidianas, pero en momentos determinados, la combustión se pasa hacia otros lugares, actuando como aceleradores de los incendios forestales y en algunos casos pueden ser disparadores de los mismos. De acuerdo con la información de diversas fuentes, se tiene que más del 90% de los incendios forestales son ocasionadas por el hombre. Estas conflagraciones suceden por la confluencia en el mismo sitio de agentes topográficos, climáticos, silviculturales y socioculturales, siendo estos últimos los que se analizarán en este aparte.

Para ello, se concibió que en los Cerros Orientales de Bogotá D.C., además de existir las condiciones biofísicas necesarias para la iniciación de un incendio forestal, de forma previa se requirió de la presencia de unos agentes que causen o activen el fenómeno; considerando que la población es la encargada de poner el fuego mediante quemas, colillas o fogatas entre otros, ya que acá no hay volcanes ni tormentas de rayos sin lluvia, que puedan provocar un incendio forestal de forma natural.

En este análisis no se incluyó la variable población vista como la cantidad de personas residentes en un sector, debido especialmente a dos (2) razones, la primera es porque la mayoría de la zona de estudio está deshabitada (ya que es una zona forestal), motivo por el cual no existe un mapa de la misma, ni de la cantidad de personas que transitan por los diferentes lugares de interés.

En segundo lugar, en caso de existir los mapas de población, resulta extremadamente complicado poder asignar una calificación a la variable, pues el hecho de que muchas personas habiten una región, no significa que obligatoriamente exista mayor probabilidad de que se generen incendios forestales y viceversa.

⁶⁴ <http://www.cricyt.edu.ar/lahv/xoops/html/modules/wordbook/entry.php?entryID=18>



Así, se concibió que la población sí incide en la generación de incendios forestales en Bogotá y para el presente modelo se incorporan dividiéndolas como temporal y permanente. Para el primer grupo se hace a través de las vías, mientras que la segunda es siguiendo algunas actividades relacionadas con el uso del suelo.

Antes de entrar a describir las actividades antrópicas se debe resaltar que prácticamente es nula a existente la información sobre las causas que han generado cada uno de los incendios forestales ocurridos en Bogotá, motivo por el cual se convierte en una necesidad primordial de avance en el conocimiento.

Según la clasificación de las causas de los incendios forestales realizadas por el Ministerio del Medio Ambiente (MINAMBIENTE, 1998), en Bogotá, la ocurrencia de incendios forestales está íntimamente ligado a la presencia humana y/o sus actividades, ya sea de manera intencional (producidos por voluntad directa de una persona), por negligencia (descuidos en la utilización del fuego, al no tomar las precauciones adecuadas, éste puede pasarse a lo que no estaba previsto quemar – quemas agropecuarias), por descuido (cuando una persona utiliza el fuego sin medir las consecuencias que se pueden generar – cacerías y fogatas) y de manera accidental (sucesos que producen desprendimiento de energía que dan lugar a combustión, sin que haya voluntad deliberada de encender fuego en el bosque – pólvora y globos).

A continuación se describen los mapas empleados para determinar las actividades antrópicas del presente estudio.

❖ Parámetros involucrados

Estos son:

Líneas eléctricas

Mediante la Resolución No. 181294 del 6 de agosto de 2008, el Ministerio de Minas y Energía modificó el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), que “fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas”⁶⁵. En él se estableció que una línea eléctrica es el “conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica”⁶⁶.

En cuanto a su incidencia, el MAVDT señala que “la caída de las líneas de tendido eléctrico pueden causar de forma accidental un incendio forestal”⁶⁷.

⁶⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Bogotá D.C., 2008, art. 1, p. 11.

⁶⁶ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Bogotá D.C., 2008, art. 1, p. 26.

⁶⁷ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 18.



Para su agregación, se tomó como referencia el mapa de la Secretaría Distrital de Planeación, a escala 1:10,000, año 2008, el cual se muestra en el Mapa No. 18. De conformidad con el RETIE, “todas las líneas de tendido eléctrico con tensión nominal igual o mayor a 57.5 Kv deben tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía, en la que se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas, que deben ser de 20 y 32 m”⁶⁸.

En este sentido, en cumplimiento del numeral g del artículo 24, se tomó una franja de interés correspondiente a la zona de servidumbre de 10 m y de 16 m, según se muestra en el cuadro No. 12, en el que todas las líneas de tendido eléctrico se calificaron con “Alto = (3)” debido a que por su potencia, tanto en la caída como en el roce con los árboles, se podría generar un incendio forestal.

Cuadro No. 12 Determinación de la zona de servidumbre de las líneas eléctricas

ITEM	POTENCIA	ANCHO ZONA DE SERVIDUMBRE	DISTANCIA DESDE EL CENTRO	CALIFICACIÓN
1	115 Kv	20 m	10 m	3
2	230 Kv	32 m	16 m	3

En el Mapa No. 18 se observa que en los Cerros Orientales existen líneas de tendido eléctrico con potencia de 115 Kv y de 230 Kv, que parten de la subcentral Circo, localizada en el cerro de Guadalupe, en la vía a Choachí de la Localidad de Santa Fe, para tomar rumbo norte muy cerca al borde urbano. La segunda línea llega a la parte alta del cerro Guadalupe y allí se bifurca para seguir en sentido norte, atravesando las Localidades de Santa Fe y Chapinero y otra hacia el sur que pasa por la Localidad de San Cristóbal.

Vías

Según el Fondo de Prevención Vial, la vía es el área del espacio público destinada al tránsito de personas (peatón), animales (semovientes) y vehículos.

Desde el punto de vista de los incendios forestales, las vías cumplen doble función, la primera, pues son las que permiten a las personas el adentrarse hasta los lugares más apartados de los cerros, pues la combinación entre pendiente y vegetación hace casi que

⁶⁸ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Bogotá D.C., 2008, Art 24, p. 118.



imposible que se puedan desplazar sin un rumbo fijo; sin embargo, esto hace que la posibilidad de originar estos incidentes sea mayor. En segundo lugar, estas vías son las que permiten que las autoridades se desplacen para la respuesta a emergencias.

En el estudio, se tomó como referencia el Mapa de Cobertura de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), año 2007, a escala 1:5,000 y que se muestra en el Mapa No. 19, en el que se ilustra la presencia de este tipo de vías en los Cerros Orientales⁶⁹, con mayor predominancia de los caminos.

Para ello, en el cuadro No. 12 se clasificaron las vías existentes en las categorías de vehicular principal (permite el desplazamiento general), vehicular secundaria (ayudan a la movilidad particular) y caminos (facilitan la penetrabilidad). Para su ilustración, se tomaron áreas de 5m, 20m y 100m, respectivamente, entendiéndolo como el área a cada lado en el que eventualmente se podría encontrar una persona que pudiese generar un incendio forestal⁷⁰. En concordancia, el ancho de la franja de la vía principal es menor ya que por moverse en vehículo, es poco probable encontrar personas con posibilidad de generar un incendio, mientras que en los caminos, su propensión es mayor, debido a que disfrutan de el tiempo necesario para poderlo hacer.

Cuadro No. 13 Determinación de una franja de interés en vías

ITEM	TIPO	DISTANCIA DESDE EL CENTRO	CALIFICACIÓN
1	Vehicular Principal	5 m.	3
2	Vehicular Secundaria	20 m.	3
3	Camino	100 m.	3

En el Mapa No. 19 se observa que las vías principales pueden ser longitudinales como la carrera 7, la avenida Circunvalar y la Carretera de Oriente, o transversales como las vías a La Calera y a Choachí; así mismo, se observan muy pocas vías vehiculares secundarias (vía a Ubaque, al cerro El Cable y en Usaquén) y por último, múltiples caminos a lo largo y ancho de los cerros. Todas las vías fueron calificadas con “Alto = (3)” debido a que en se interpreta como el espacio de entrada de un posible generador de incendio.

⁶⁹ Aunque el nivel de detalle de los caminos no es muy profundo, pues se evidencian varias zonas en las que no se vislumbra ninguno. En este caso, lo que se trata de decir es que no se cree que existan cuencas sin ningún acceso, sino que esta característica debe estar a nivel de microcuenca, la cual es más pequeña que las zonas sin información que en el mapa se observan.

⁷⁰ Se asume que por su alto tráfico y velocidad, a orillas de las vías principales es poco frecuente encontrar vehículos parados con sus ocupante afuera, mientras que en los caminos, los transeúntes pueden recorrer esa porción de terreno, según lo que deseen observar en un momento determinado.



Uso del suelo

Según la Sociedad Geográfica Nacional, el uso del suelo es “el resultado de la acción del hombre sobre el ambiente natural”⁷¹. En este sentido, en cualquier tipo de utilización humana de un terreno, las personas realizan actividades agrícolas, pecuarias y forestales y su cambio de uso depende muchas veces de las condiciones del mercado. Por ello, como el fuego es una herramienta barata y de alto rendimiento, muchas veces la gente lo emplea de forma indistinta, generando incendios forestales cuyas principales causas son por negligencia o de tipo accidental. Sin embargo, este comportamiento no es generalizado, pues depende de la cultura y la voluntad del propietario o poseedor.

Así mismo, aunque se presume que ya no quedan lugares totalmente prístinos en los Cerros Orientales, se asume que aún existen sitios que son muy poco frecuentados, debido a su dificultad para el ingreso. Para su determinación, en cada Localidad, se relacionó indistintamente con la altitud. Por ende, en estos sectores hay baja posibilidad de que se presente un incendio forestal.

Para su análisis se empleó el Mapa de Cobertura de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), año 2007, a escala 1:5,000, en el que a ciertas unidades de cobertura se le asignó un uso del suelo, el cual, dependiendo su accesibilidad, se analizó en cuál de estos estaría eventualmente implicada la utilización del fuego (ya que en Bogotá D.C., los incendios forestales son de carácter antrópico), tal como lo muestra el cuadro No. 14.

Cuadro No. 14 Usos del suelo en los que se posibilita la presencia del fuego

ITEM	ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN
1	Prácticas Agropecuarias	3
2	Recreación en plantación - Alta accesibilidad	3
3	Presión sobre matorral - Alta accesibilidad	2
4	Recreación en plantación - Baja accesibilidad	2
5	Presión sobre matorral - Baja accesibilidad	1
6	Otras	1

⁷¹ <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Ecologia.pdf>



En el Mapa No. 20, donde se identificaron las plantaciones forestales como espacios de recreación y turismo (que se distribuyen ampliamente por la parte frontal de los cerros, abarcando un espacio en todas las Localidades) y las zonas con cultivos y pastos como sitios donde el fuego se utiliza continuamente para el laboreo de tierras, como en el sector de El Verjón Bajo.

❖ Definición de las actividades antrópicas

Para su incorporación, se utilizaron los componentes de líneas eléctricas, vías y usos del suelo y según su accesibilidad, descritos anteriormente, dando como resultado el Mapa No. 21.

En el Cuadro No. 15 se califica cada una de las unidades de leyenda resultantes del Mapa de Actividades antrópicas, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor en la evaluación de amenaza por incendios forestales, debido a que se desarrollan actividades que implican la presencia humana con la posible utilización del fuego, y cuyo resultado se ilustra en el Mapa No. 21.

Desde el punto de vista teórico, la mayor cantidad de incendios forestales se debe presentar en las zonas con mayor influencia antrópica. En el Mapa No. 21 se muestra que la mayor cantidad de actividades en las que se puede usar el fuego están cercanas al casco urbano y en el sector de El Verjón Bajo.

Según la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá, la mayor cantidad de incidentes se presentan en las áreas en donde se usa el fuego para la producción agropecuaria y el turismo (ver cuadro No. 15), siendo mayor en la zona Alta (84).



Cuadro No. 15 Calificación de la variable Actividades Antrópicas

CALIFICACIÓN	1	2	3	TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Actividades antrópicas	INCIDENTES			
Presión sobre matorral	16	25		41
Otras	16			16
Líneas Eléctricas			5	5
Prácticas Agropecuarias			17	17
Vías			32	32
Recreación en Plantaciones		11	30	41
Total general	32	36	84	152

6.2.1.1.10 Ocurrencia histórica de incendios forestales

Es el registro cartográfico de cada uno de los conatos e incendios forestales ocurridos dentro de la zona de estudio entre 1995 y 2008.

Es de señalar que “a partir de 1999, los conatos e incendios forestales son georreferenciados por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), y el Jardín Botánico de Bogotá, con el fin de ubicar de manera precisa los lugares afectados, así como la cuantificación de la superficie quemada”⁷². Para ello, con base en unas definiciones acordadas previamente por la Comisión Distrital de Incendios Forestales, la Secretaría Distrital de Ambiente (antes DAMA), diseñó una base de datos y con base en la misma, procedió a la georreferenciación de todos los incendios forestales y de algunos conatos.

En esta sección sólo se emplean los datos cartográficos de la ocurrencia de incidentes entre 1995 y 2008. No se incluyeron los de 2009 por cuanto el presente ejercicio se inició en julio de 2009 y por tanto, no existían los datos del año completo.

Como se mencionó anteriormente, se parte del concepto que la ocurrencia histórica ya es de por sí una zonificación, en la que se han materializado todos los factores que favorecen la generación y propagación de los incendios forestales y que la habilidad del consultor consiste en poder determinar cómo se lograron esos hechos. Por tal motivo, al momento de calificar cada variable, se hizo su respectivo cruce con este parámetro, como mecanismo de calibración del ejercicio.

⁷² SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Memorias de Capacitación en Incendios Forestales, 2005, p. 78.



Para su incorporación, se tomó como referencia el mapa de Ocurrencia histórica de incendios forestales en Bogotá, elaborado por la Secretaría Distrital de Ambiente, a escala 1:10.000, año 2008, el cual se muestra en el Mapa No. 22, en el que se observa que la mayor cantidad de incidentes se presentan en la parte frontal de los cerros.

A pesar de ser un estudio puntual para incendios forestales, se decidió utilizar los datos de los conatos sucedidos dentro de la zona de estudio, debido a las siguientes razones:

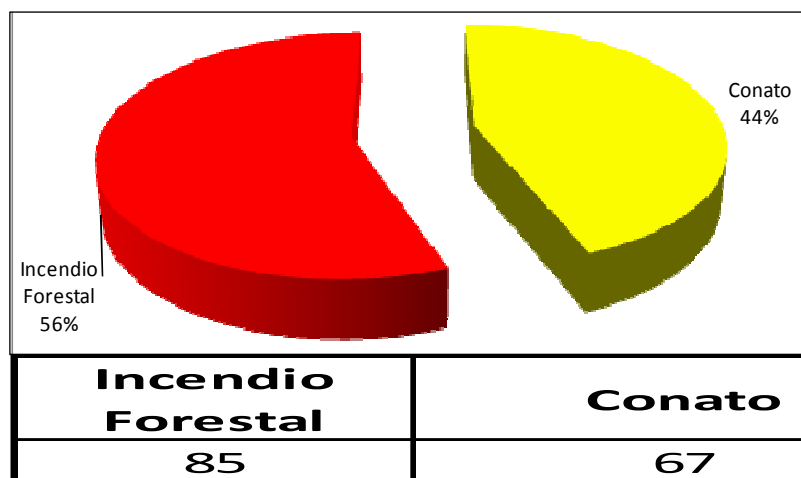
- ✓ La investigación está enfocada hacia la aparición del fuego en los ecosistemas y el ejercicio se realiza calibrando las frecuencias de ocurrencia.
- ✓ La cantidad de conatos ocurridos es relativamente grande. Así mismo, al tener mayores datos, se genera más precisión en el estudio.
- ✓ La designación del tipo de incidente se hace una vez éste ha finalizado, pero en este estudio lo que interesa es el momento en el que el fuego inicia. En este sentido, toda la información sobre sitios de inicio resulta significativa, mientras que la superficie de afectación no lo es y por tanto, no se incluirá en el análisis.

En el Cuadro No. 16 se muestra la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en los Cerros Orientales de Bogotá D.C. durante 1995 – 2008. Con base en estos registros, a continuación se procede a hacer el análisis de la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales dentro la zona de estudio.

❖ Por tipo de incidente

En el gráfico No. 5 se muestra que el 56% de los incidentes sucedidos fueron incendios forestales

Gráfico No. 5 Análisis por tipo de incidente



Cuadro No. 16 Ocurrencia Histórica de Conatos e Incendios Forestales en la zona de estudio

ITEM	UBICACION	TAMAÑO (ha)	INCIDENTE	FECHA	MES	AÑO	DÍA	LOCALIDAD	FUENTE
1	CL 152 CER ORIEN	No reportado	Incendio Forestal	16	Febrero	1995	Jueves	USAQUEN	DPAE
2	CL 12-13 CER MON	No reportado	Incendio Forestal	13	Febrero	1995	Lunes	SANTA FE	DPAE
3	CER MONSERRATE	No reportado	Incendio Forestal	25	Septiembre	1995	Lunes	SANTA FE	DPAE
4	CER CABLE	No reportado	Incendio Forestal	30	Enero	1995	Lunes	CHAPINERO	DPAE
5	KM 4 SAN LUIS	No reportado	Incendio Forestal	7	Noviembre	1995	Martes	CHAPINERO	DPAE
6	CL 161 CER ORIEN	No reportado	Incendio Forestal	7	Enero	1995	Sábado	USAQUEN	DPAE
7	TANQUE SILENCIO	No reportado	Incendio Forestal	20	Enero	1995	Viernes	SANTA FE	DPAE
8	CER MANJUI-MONS	No reportado	Incendio Forestal	6	Enero	1995	Viernes	SANTA FE	DPAE
9	CL 75 CER ORIENT	No reportado	Incendio Forestal	2	Enero	1996	Martes	CHAPINERO	DPAE
10	BAJA MONSERRATE	No reportado	Incendio Forestal	21	Diciembre	1997	Domingo	SANTA FE	DPAE
11	TANQUES JUAN REY	No reportado	Incendio Forestal	20	Febrero	1997	Jueves	SAN CRISTOBAL	DPAE
12	CERRO EL CABLE	No reportado	Incendio Forestal	4	Noviembre	1997	Martes	CHAPINERO	DPAE
13	CL 129 CERRO ORI	No reportado	Incendio Forestal	16	Abril	1997	Martes	USAQUEN	DPAE
14	CL 170 CERRO ORI	No reportado	Incendio Forestal	30	Agosto	1997	Sábado	USAQUEN	DPAE
15	CL 202 CR 7	No reportado	Incendio Forestal	30	Agosto	1997	Sábado	USAQUEN	DPAE
16	TANQUE SILENCIO	No reportado	Incendio Forestal	7	Noviembre	1997	Viernes	SANTA FE	DPAE
17	LA PEDA	No reportado	Incendio Forestal	1	Febrero	1998	Domingo	SANTA FE	DPAE
18	VITELMA	No reportado	Incendio Forestal	8	Febrero	1998	Domingo	SAN CRISTOBAL	DPAE
19	CER GUADALUPE	No reportado	Incendio Forestal	15	Febrero	1998	Domingo	SANTA FE	DPAE
20	CL 22S CERROS	No reportado	Incendio Forestal	19	Febrero	1998	Jueves	SAN CRISTOBAL	DPAE
21	CER GUADALUPE	No reportado	Incendio Forestal	20	Agosto	1998	Jueves	SANTA FE	DPAE
22	CER JUAN REY	No reportado	Incendio Forestal	17	Marzo	1998	Martes	SAN CRISTOBAL	DPAE
23	CER MONSERRATE	No reportado	Incendio Forestal	3	Febrero	1998	Martes	SANTA FE	DPAE
24	CER GUADALUPE	No reportado	Incendio Forestal	23	Septiembre	1998	Miércoles	SANTA FE	DPAE
25	CER GUADALUPE	No reportado	Incendio Forestal	8	Julio	1998	Miércoles	SANTA FE	DPAE
26	MONSERRATE	No reportado	Incendio Forestal	28	Enero	1998	Miércoles	SANTA FE	DPAE
27	CL 73 CER ORIENT	No reportado	Incendio Forestal	20	Mayo	1998	Miércoles	CHAPINERO	DPAE
28	CR 7 CL 200	No reportado	Incendio Forestal	4	Marzo	1998	Miércoles	USAQUEN	DPAE
29	CL 134 CERRO OR	No reportado	Incendio Forestal	31	Enero	1998	Sábado	USAQUEN	DPAE
30	TANQUES SILENCIO	No reportado	Incendio Forestal	2	Enero	1998	Viernes	SANTA FE	DPAE
31	CL 127 CERRO OR	No reportado	Incendio Forestal	6	Febrero	1998	Viernes	USAQUEN	DPAE
32	ESLOG	0,8	Incendio Forestal	22	Agosto	1999	Domingo	SAN CRISTOBAL	DAMA
33	LA PALOMA	4	Incendio Forestal	23	Mayo	1999	Domingo	CHAPINERO	DAMA
34	ESLOG	0,6	Incendio Forestal	31	Agosto	1999	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
35	AGUAS CLARAS	0,07	Conato	3	Abril	1999	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
36	CERROS NORTE	0,02	Conato	14	Octubre	1999	Jueves	USAQUEN	DAMA
37	VITELMA	0,05	Conato	19	Julio	1999	Lunes	SAN CRISTOBAL	DAMA
38	GUADALUPE	0,08	Conato	2	Abril	1999	Viernes	SANTA FE	DAMA
39	AGUAS CLARAS	2	Incendio Forestal	19	Julio	1999	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
40	ARZOBISPO	2	Incendio Forestal	4	Junio	2000	Domingo	SANTA FE	DAMA
41	BARRANCAS	0,15	Conato	20	Noviembre	2000	Lunes	USAQUEN	DAMA
42	CALLE 63 SUR KRA 10 E	0,005	Conato	11	Julio	2000	Martes	USME	DAMA
43	VIA A LA CALERA	0,002	Conato	6	Diciembre	2000	Miércoles	CHAPINERO	DAMA
44	MORALBA	0,03	Conato	11	Febrero	2000	Viernes	USME	DAMA
45	CALLE 24 SUR	0,001	Conato	13	Octubre	2000	Viernes	SAN CRISTOBAL	DAMA
46	TANQUES DEL SILENCIO	0,025	Conato	20	Octubre	2000	Viernes	SANTA FE	DAMA
47	GUADALUPE	0,25	Conato	28	Enero	2001	Domingo	SANTA FE	DAMA
48	MONSERRATE	3	Incendio Forestal	18	Febrero	2001	Domingo	SANTA FE	DAMA
49	EL VERJON BAJO	7	Incendio Forestal	18	Febrero	2001	Domingo	CHAPINERO	DAMA
50	CERRO CABLE	0,1	Conato	1	Abril	2001	Domingo	CHAPINERO	DAMA

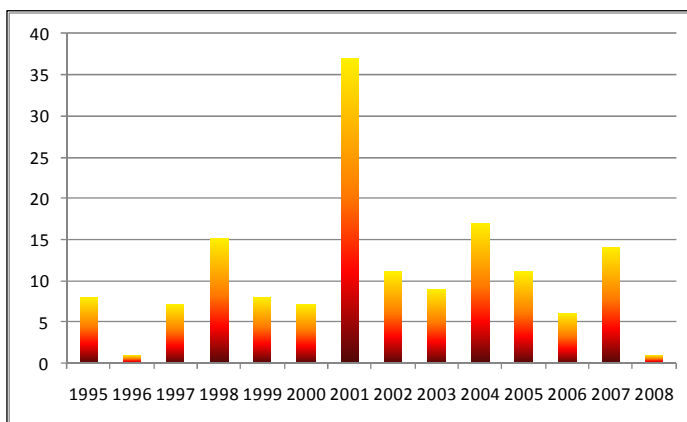
ITEM	UBICACION	TAMAÑO (ha)	INCIDENTE	FECHA	MES	AÑO	DÍA	LOCALIDAD	FUENTE
51	ROSALES	38	Incendio Forestal	28	Enero	2001	Domingo	CHAPINERO	DAMA
52	CL 47S CARR ORIE	1	Incendio Forestal	17	Mayo	2001	Jueves	SAN CRISTOBAL	DAMA
53	ESCUELA LOGISTIC	55	Incendio Forestal	15	Febrero	2001	Jueves	SAN CRISTOBAL	DAMA
54	EL ESCOBAL	2,5	Incendio Forestal	1	Febrero	2001	Jueves	USAQUEN	DAMA
55	CL. 76S CR. 5 ES	0,84	Incendio Forestal	22	Enero	2001	Lunes	USME	DAMA
56	BOSQUE DE PINOS	1,5	Incendio Forestal	24	Septiembre	2001	Lunes	USAQUEN	DPAE
57	SAN DIONISIO	1,5	Incendio Forestal	16	Octubre	2001	Martes	SANTA FE	DPAE
58	GUADALUPE	0,75	Incendio Forestal	30	Octubre	2001	Martes	SANTA FE	DPAE
59	EL VERJON BAJO	14	Incendio Forestal	2	Enero	2001	Martes	CHAPINERO	DAMA
60	CL 151 CERRO ORI	0,2	Conato	10	Julio	2001	Martes	USAQUEN	DAMA
61	CL. 61 S CR 16 E	0,45	Conato	17	Enero	2001	Miércoles	SAN CRISTOBAL	DAMA
62	TANQUES EL SILEN	1,5	Incendio Forestal	10	Octubre	2001	Miércoles	SANTA FE	DPAE
63	CL 150 CERRO ORI	0,35	Conato	4	Julio	2001	Miércoles	USAQUEN	DAMA
64	SANTA CECILIA	1	Incendio Forestal	25	Julio	2001	Miércoles	USAQUEN	DAMA
65	CL.42 BIS S17BE	0,02	Conato	21	Enero	2001	Domingo	SAN CRISTOBAL	DAMA
66	CL. 32S CR. 7E	0,05	Conato	29	Enero	2001	Lunes	SAN CRISTOBAL	DAMA
67	AV. VILLAV.CL84S	0,05	Conato	14	Febrero	2001	Miércoles	USME	DAMA
68	MONSERRATE	0,006	Conato	2	Abril	2001	Lunes	SANTA FE	DAMA
69	LA ALEMANA	0,015	Conato	11	Enero	2001	Jueves	USME	DAMA
70	FRENTE UD	0,006	Conato	2	Abril	2001	Lunes	SANTA FE	DAMA
71	KM 3 VIA CALERA	0,03	Conato	22	Abril	2001	Sábado	CHAPINERO	DAMA
72	VIA CHOACHI	0,015	Conato	17	Enero	2001	Domingo	SANTA FE	DAMA
73	MONSERRATE	0,07	Conato	24	Enero	2001	Domingo	SANTA FE	DPAE
74	USAQUEN	0,03	Conato	26	Enero	2001	Martes	USAQUEN	DAMA
75	MONSERRATE	0,03	Conato	25	Noviembre	2001	Domingo	SANTA FE	DPAE
76	CORINTO	0,06	Conato	10	Febrero	2001	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
77	ANTENAS RCN	1	Incendio Forestal	17	Febrero	2001	Sábado	CHAPINERO	DAMA
78	SAN LUIS	0,5	Conato	17	Febrero	2001	Sábado	CHAPINERO	DAMA
79	SANTA CECILIA	1	Incendio Forestal	17	Febrero	2001	Sábado	USAQUEN	DAMA
80	LA CHIGUAZA	1	Incendio Forestal	19	Enero	2001	Viernes	SAN CRISTOBAL	DAMA
81	TANQUES SILENCIO	0,35	Conato	20	Abril	2001	Viernes	CHAPINERO	DAMA
82	CALDERON TEJADA	0,1	Conato	7	Diciembre	2001	Viernes	CHAPINERO	DPAE
83	LADRILLERA SILIC	3	Incendio Forestal	16	Noviembre	2001	Viernes	USAQUEN	DPAE
84	FINCA EL BOSQUE	1.75	Incendio Forestal	24	Febrero	2002	Domingo	USME	JBB
85	TIGUAQUE	8.55	Incendio Forestal	24	Febrero	2002	Domingo	USME	JBB
86	AGUANOSO TORRE 121	8.00	Incendio Forestal	24	Febrero	2002	Domingo	SAN CRISTOBAL	JBB
87	STA CECILIA	1.46	Incendio Forestal	10	Marzo	2002	Domingo	USAQUEN	JBB
88	KM 5 VIA AL GUAUVIO	0.48	Conato	17	Marzo	2002	Domingo	USAQUEN	JBB
89	ALTO LOS PINOS	1.40	Incendio Forestal	4	Marzo	2002	Lunes	USME	JBB
90	LOS ALPES	0.12	Conato	11	Marzo	2002	Lunes	SAN CRISTOBAL	JBB
91	SAN RAFAEL	3.47	Incendio Forestal	25	Mayo	2002	Sábado	USME	JBB
92	STA CECILIA	0.11	Conato	21	Diciembre	2002	Sábado	USAQUEN	JBB
93	KM 5 VIA AL GUAUVIO	2.64	Incendio Forestal	9	Marzo	2002	Sábado	USAQUEN	JBB
94	TORCA	0.13	Conato	9	Marzo	2002	Sábado	USAQUEN	JBB
95	ARRIBA TANQUES AGUAS	2	Incendio Forestal	29	Junio	2003	Domingo	SAN CRISTOBAL	DAMA
96	CRUZ VERDE	0,12	Conato	9	Junio	2003	Lunes	USME	DAMA
97	TV 15 E 61-67S	0,005	Conato	5	Junio	2003	Jueves	USME	DAMA
98	KR 13 E 66-70S	0,005	Conato	17	Junio	2003	Martes	USME	DAMA
99	CL 52 S KR 17 E	0,003	Conato	2	Junio	2003	Lunes	USME	DAMA
100	KR 14 E CL 13 S	0,02	Conato	5	Junio	2003	Jueves	SAN CRISTOBAL	DAMA

ITEM	UBICACION	TAMAÑO (ha)	INCIDENTE	FECHA	MES	AÑO	DÍA	LOCALIDAD	FUENTE
101	AGUAS CLARAS	0,02	Conato	27	Mayo	2003	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
102	CL 9 S KR 25 E	0,005	Conato	27	Mayo	2003	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
103	CL 3B S 21-19E	0,08	Conato	6	Mayo	2003	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
104	AGUAS CLARAS	10	Incendio Forestal	8	Febrero	2004	Domingo	SAN CRISTOBAL	DAMA
105	MONSERRATE	0,15	Conato	8	Febrero	2004	Domingo	SANTA FE	DAMA
106	EL PADUELITO	2	Incendio Forestal	29	Agosto	2004	Domingo	USAQUEN	DAMA
107	LA ALAMENA	0,3	Conato	29	Enero	2004	Jueves	USME	DAMA
108	AGUAS CLARAS	1	Incendio Forestal	5	Febrero	2004	Jueves	SAN CRISTOBAL	DAMA
109	GUADALUPE	0,25	Conato	22	Septiembre	2004	Miércoles	SANTA FE	DAMA
110	SAN LUIS KM 5	12	Incendio Forestal	4	Febrero	2004	Miércoles	USAQUEN	DAMA
111	TIHUAQUE	0,003	Conato	6	Abril	2004	Martes	USME	DAMA
112	TIHUAQUE	0,003	Conato	27	Enero	2004	Martes	USME	DAMA
113	RAMAJAL	0,005	Conato	7	Enero	2004	Miércoles	SAN CRISTOBAL	DAMA
114	RAMAJAL	0,05	Conato	11	Febrero	2004	Miércoles	SAN CRISTOBAL	DAMA
115	EL VERJON	0,04	Conato	12	Febrero	2004	Jueves	SANTA FE	DAMA
116	MONSERRATE	0,002	Conato	14	Febrero	2004	Sábado	SANTA FE	DAMA
117	LOS ALPES	0,09	Conato	22	Marzo	2004	Lunes	SAN CRISTOBAL	DAMA
118	LOS ALPES	0,028	Conato	19	Marzo	2004	Viernes	SAN CRISTOBAL	DAMA
119	LOS ALPES	0,003	Conato	27	Marzo	2004	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
120	CARRETERA DE ORIENTE -	0,02	Conato	19	Marzo	2004	Viernes	SAN CRISTOBAL	DAMA
121	EL VERJON	1,5	Incendio Forestal	13	Marzo	2005	Domingo	CHAPINERO	DAMA
122	EL VERJON	0,1	Conato	13	Enero	2005	Jueves	CHAPINERO	DAMA
123	AGUAS CLARAS	2	Incendio Forestal	14	Marzo	2005	Lunes	SAN CRISTOBAL	DAMA
124	EL ZUQUE	0,2	Conato	1	Febrero	2005	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
125	ESLOG	1	Incendio Forestal	1	Marzo	2005	Martes	SAN CRISTOBAL	DAMA
126	SORATAMA	0,2	Conato	22	Marzo	2005	Martes	USAQUEN	DAMA
127	AGUAS CLARAS	1	Incendio Forestal	5	Enero	2005	Miércoles	SAN CRISTOBAL	DAMA
128	SANTARITA SURORIENTAL	3	Incendio Forestal	26	Febrero	2005	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
129	FINCA MATARREDONDA	30	Incendio Forestal	12	Marzo	2005	Sábado	SANTA FE	DAMA
130	EL PADUELITO	1	Incendio Forestal	12	Marzo	2005	Sábado	USAQUEN	DAMA
131	LOS ALPES	1	Incendio Forestal	25	Febrero	2005	Viernes	SAN CRISTOBAL	DAMA
132	SAN LUIS	0,1	Conato	17	Julio	2006	Lunes	CHAPINERO	DAMA
133	PEDA ALTA	1	Incendio Forestal	27	Septiembre	2006	Miércoles	SANTA FE	DAMA
134	TANQUES DEL SILENCIO	0,35	Conato	12	Julio	2006	Miércoles	SANTA FE	DAMA
135	LA MARIA	0,5	Conato	4	Marzo	2006	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
136	LADRILLERA MONTEBELLO	0,1	Conato	22	Julio	2006	Sábado	SAN CRISTOBAL	DAMA
137	SAN LUIS ANTENAS RCN	0,2	Conato	2	Septiembre	2006	Sábado	CHAPINERO	DAMA
138	USME 2	3	Incendio Forestal	4	Febrero	2007	Domingo	USME	SDA
139	ALTO DEL CABLE 2	19	Incendio Forestal	30	Septiembre	2007	Domingo	CHAPINERO	SDA
140	ROSALES	0,15	Conato	30	Julio	2007	Domingo	CHAPINERO	SDA
141	USME 3	8	Incendio Forestal	8	Febrero	2007	Jueves	USME	SDA
142	USME 1	2	Incendio Forestal	5	Febrero	2007	Lunes	USME	SDA
143	MONSERRATE 1	1	Incendio Forestal	22	Enero	2007	Lunes	SANTA FE	SDA
144	USME 5	17	Incendio Forestal	7	Febrero	2007	Miércoles	USME	SDA
145	GUADALUPE	0,15	Conato	18	Julio	2007	Miércoles	SANTA FE	SDA
146	ALTO DEL CABLE	1	Incendio Forestal	10	Enero	2007	Miércoles	CHAPINERO	SDA
147	USAQUEN 2	0,33	Conato	14	Febrero	2007	Miércoles	USAQUEN	SDA
148	CERRO EL ZUQUE	7	Incendio Forestal	3	Marzo	2007	Sábado	SAN CRISTOBAL	SDA
149	MONSERRATE 2	3	Incendio Forestal	13	Enero	2007	Sábado	SANTA FE	SDA
150	USAQUEN 3	0,74	Incendio Forestal	24	Febrero	2007	Sábado	USAQUEN	SDA
151	USAQUEN 1	51	Incendio Forestal	10	Febrero	2007	Sábado	USAQUEN	SDA
152	CERRO NORTE	0,30	Conato	3	Marzo	2008	Lunes	USAQUEN	SDA

❖ Por Año

En el gráfico No. 6 se muestra que el año con mayor cantidad de incidentes fue 2001, seguido de 2004, 1998 y 2007. Así mismo, 1996 y 2008 fueron los que menos se presentaron. Por último, se observa que cada tres (3) años hay una fuerte ocurrencia, correspondiendo con el Fenómeno del Niño.

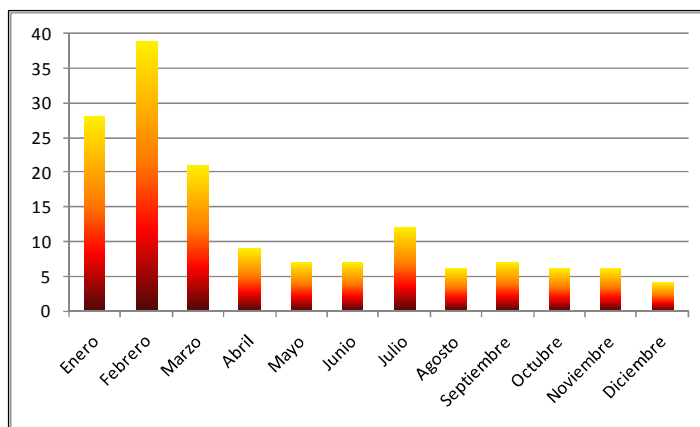
Gráfico No. 6 Análisis anual de los incidentes forestales ocurridos en la zona de estudio



❖ Por mes

En el gráfico No. 7 se muestra que la ocurrencia de incidentes forestales se comporta según el régimen bimodal del clima Bogotano, es decir con un fuerte período seco que va de enero a marzo y otro menos energético en junio a septiembre. El mes con mayor ocurrencia es febrero, en tanto que el menor es diciembre. Es de resaltar que en todos los meses se han sucedido incidentes.

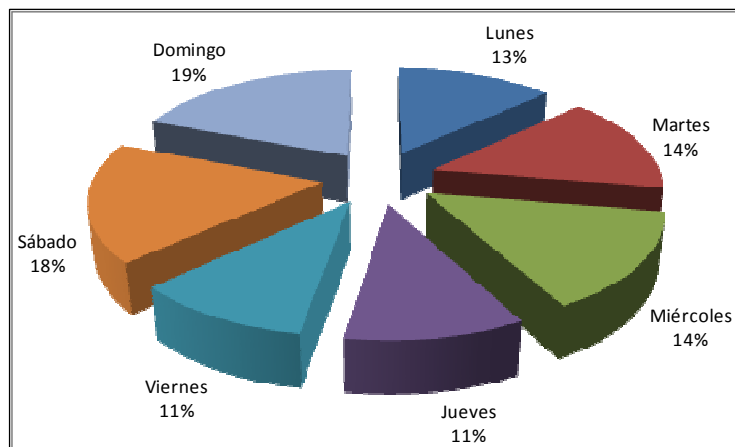
Gráfico No. 7 Análisis mensual de los incidentes ocurridos en la zona de estudio



❖ Por día

En el gráfico No. 8 se muestra que los días que más inician los incidentes son el sábado y domingo y que no hay un día en la semana en la que no se presenten.

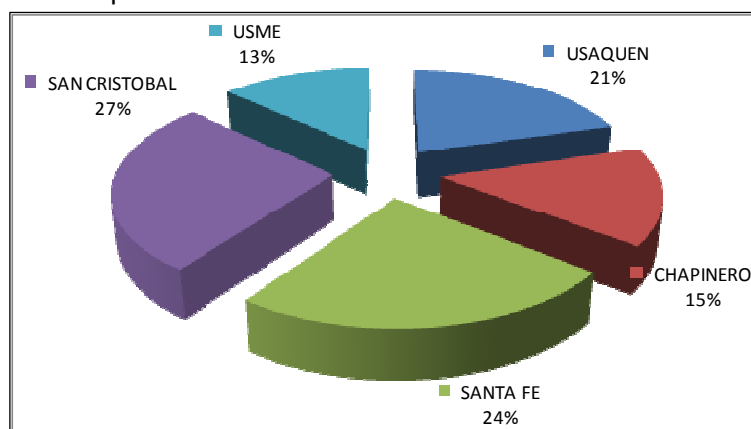
Gráfico No. 8 Análisis por día de inicio de los incidentes en de la zona de estudio



❖ Por Localidad

En el gráfico No. 9 se muestra que la Localidad con mayor cantidad de incidentes es San Cristóbal (27%), seguido de Santa Fe (24%), Usaquén (21%) y Usme⁷³ (13%) el 56% de los incidentes sucedidos fueron incendios forestales

Gráfico No. 9 Análisis por Localidad de los incidentes ocurridos en la zona de estudio

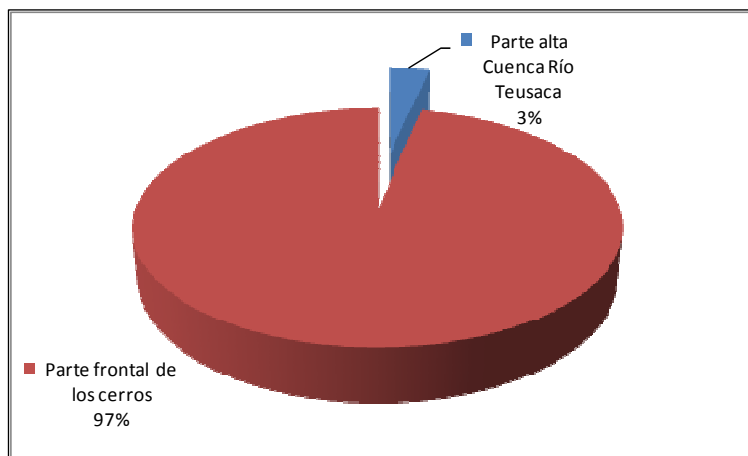


⁷³ Es de precisar que el estudio no cubre la totalidad de la Localidad de Usme

❖ Por sector

En el gráfico No. 10 se muestra que el 97% de los incidentes forestales se presentan en la parte frontal de los Cerros.

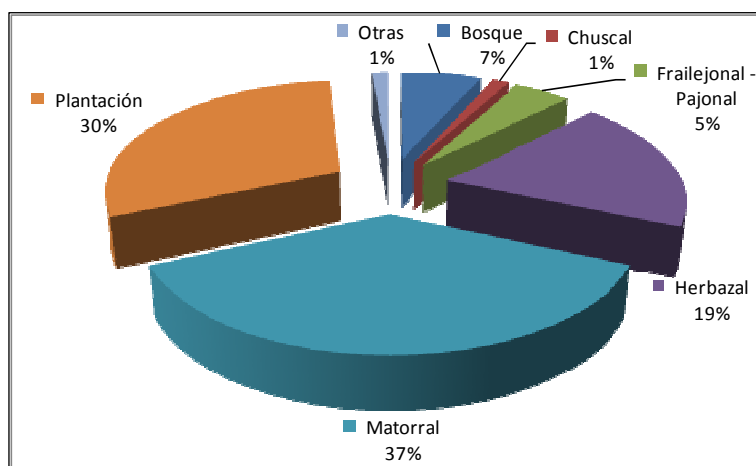
Gráfico No. 10 Análisis por sector de los incidentes ocurridos en la zona de estudio



❖ Por cobertura vegetal afectada

En el gráfico No. 11 se muestra que el matorral y las plantaciones forestales son la cobertura en la que más se han iniciado los incidentes forestales, mientras que el Chuscal y otras son las menores.

Gráfico No. 11 Análisis por vegetación afectada



6.2.1.2 Combinación de las variables

La amenaza resulta de la combinación de las variables Temperatura, Precipitación, Brillo Solar, Evaporación, Velocidad del viento, Orientación del viento, Pendiente, Geomorfología y Actividades antrópicas, mediante la herramienta SIG, y cuya descripción detallada se muestra en el siguiente capítulo.

La mezcla de las variables se hizo de conformidad con cuatro (4) métodos, cada uno de los cuales incorporó la ocurrencia histórica de incendios forestales. Estos son:

- ✓ Calificación de expertos.
- ✓ Análisis de frecuencias de la ocurrencia de conatos e incendios forestales.
- ✓ Análisis de frecuencias por rangos.
- ✓ Combinado: análisis de frecuencias por rangos y calificación de expertos.

Luego, a cada método se le hizo análisis estadístico de tipo percentil⁷⁴ y cluster⁷⁵. Finalmente, se procedió al análisis de estas ocho (8) opciones, dando como resultado que los datos se agrupan mejor en el método 3 - Análisis de frecuencias por rangos y bajo el análisis tipo percentil, el cual fue seleccionado como mapa de Amenaza, cuya imagen se espacializa en el mapa No. 23 y cuyo procedimiento para su estimación se detalla a continuación:

6.2.1.2.1 Mecanismos de combinación de las variables para el análisis

Como ya se dijo, se utilizaron cuatro (4) métodos, así:

❖ Método 1 – Asignación de pesos por rango de calificación

Basados en la experiencia acumulada acerca de las causas que dan lugar al fuego en la vegetación en Bogotá D.C., se le fijó un peso porcentual a cada variable dentro del modelo general. Los valores se asignaron teniendo en cuenta primero, el comportamiento de la variable en la ocurrencia según el modelo teórico (primero con valores de 3, luego 2 y 3, seguido de 2 y 1 y por último el 1), segundo, la importancia de variable en la generación del incidente y finalmente, la calidad de la información disponible con respecto a su incidencia en la conflagración.

⁷⁴ Medida de centralización estadística que constituye cien valores. Así el percentil k, pk , es un valor tal que el k% de los datos son menores o iguales que él. El percentil 25 coincide con el primer cuartil, el percentil 50 coincide con el segundo cuartil y, por tanto, con la mediana y, finalmente, el percentil 75 coincide con el tercer cuartil.

⁷⁵ El análisis cluster es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. Su finalidad esencial es revelar concentraciones en los datos para su agrupamiento adecuado en conglomerados. Los elementos dentro de un conglomerado deben ser homogéneos entre si y lo mas diferentes posible de los contenidos en otros clusters. Es decir los grupos se crean en función de la naturaleza de los datos.



Posteriormente, a cada variable se le asignó el peso establecido en el proceso anterior y se fue multiplicando por cada rango, dando como resultado, los datos que se muestran en el Cuadro No. 17.

Cuadro No. 17 Calificación de la amenaza, por el método 1: asignación de pesos por rango de calificación

VARIABLE	PESO ASIGNADO		
	1	2	3
Temperatura	0,13	0,26	0,39
Precipitación	0,11	0,22	0,33
Brillo solar	0,10	0,20	0,30
Evaporación	0,09	0,18	0,27
Velocidad del viento	0,09	0,18	0,27
Orientación del viento	0,10	0,20	0,30
Morfología	0,13	0,26	0,39
Pendiente	0,13	0,26	0,39
Actividades Antrópicas	0,12	0,24	0,36
SUMATORIA	1,00	2,00	3,00

❖ Método 2 – Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes

Se estableció un segundo método para el establecimiento de la amenaza, tomando como base la información puntual de las nueve (9) variables que hacen parte del modelo. Específicamente se dispuso de ciento cincuenta y dos (152) datos que fueron analizados para cada una de las variables, éstas últimas codificadas con valores discretos entre 1 y 3, donde 1 indica amenaza baja y 3 amenaza alta. Para cada código se determinó la cantidad de incidentes que lo cobijan (conatos o incendios forestales) y se estableció su participación con respecto al valor total (152), dando como resultado, los datos que se muestran en el Cuadro No. 18.

Cuadro No. 18 Calificación de la amenaza, por el método 2: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes

VARIABLE	CALIFICACIÓN		
	1 BAJO	2 MEDIO	3 ALTO
Temperatura	0,08	0,47	0,45
Precipitación	0,09	0,45	0,47
Brillo solar	0,60	0,20	0,20
Evaporación	0,20	0,68	0,11
Velocidad del viento	0,16	0,44	0,39
Orientación del viento	0,05	0,36	0,59
Morfología	0,09	0,43	0,48
Pendiente	0,07	0,34	0,59
Actividades Antrópicas	0,21	0,24	0,55



❖ Método 3 – Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango de calificación

Luego de analizar el método dos (2), se observa que el análisis de la frecuencia de ocurrencia de incidentes se comporta como una suma de las variables, lo cual serviría a manera de aproximación, pues con este procedimiento, se otorga igual importancia a cada rango, pero el modelo busca identificar las zonas donde la ocurrencia de incidentes en Bogotá D.C. se comporte tal como lo precisa el modelo teórico y con ello, identificar las zonas que tienen mayor influencia sobre la aparición del fuego en la vegetación.

Por ello se decidió usar un tercer método, que toma como base los resultados del método anterior y luego, se procede a la multiplicación del mismo por un valor de 1 si está en el rango bajo, por 2 si está en medio y por 3 si está en rango alto, dando como resultado, los datos que se muestran en el Cuadro No. 19.

Cuadro No. 19 Calificación de la amenaza, por el método 3: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango de calificación

VARIABLE	CALIFICACIÓN		
	1	2	3
	BAJO	MEDIO	ALTO
Temperatura	0,08	0,93	1,36
Precipitación	0,09	0,89	1,36
Brillo solar	0,60	0,41	0,59
Evaporación	0,20	1,37	0,34
Velocidad del viento	0,16	0,88	1,18
Orientación del viento	0,05	0,72	1,78
Morfología	0,09	0,87	1,44
Pendiente	0,07	0,87	1,76
Actividades Antrópicas	0,21	0,47	1,66



❖ Método 4 – Combinado: Análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango y con asignación de pesos

Es un método combinado que fusiona los principios del método tres (3) – análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes por cada rango de calificación, con el método uno (1) – asignación de pesos por rango, pues luego de analizar el método tres (3), se observa que se otorga igual importancia a cada variable, pero es claro que algunas tienen mayor influencia que otras sobre la aparición del fuego en la vegetación. Por ello se decidió usar un cuarto método, dando como resultado, los datos que se muestran en el Cuadro No. 20.

Cuadro No. 20 Calificación de la amenaza, por el método 4: análisis de frecuencia de la ocurrencia de incidentes, por cada rango y con asignación de pesos

VARIABLE	CALIFICACIÓN		
	1	2	3
	BAJO	MEDIO	ALTO
Temperatura	0,01	0,12	0,17
Precipitación	0,01	0,10	0,15
Brillo solar	0,06	0,04	0,06
Evaporación	0,02	0,12	0,03
Velocidad del viento	0,02	0,08	0,11
Orientación del viento	0,00	0,07	0,18
Morfología	0,01	0,12	0,19
Pendiente	0,01	0,12	0,23
Actividades Antrópicas	0,03	0,06	0,20

6.2.1.2.2 Estructuración de datos

Luego de efectuar los cálculos de cada uno de los métodos, se procedió a determinar cuál es el más adecuado para emplear como mapa de amenaza. Para ello, se analizó como es la distribución de los datos, a fin de establecer los tres (3) rangos de calificación (bajo, medio y alto), mediante el empleo de histogramas de frecuencias y efectuando el análisis estadístico de tipo percentil⁷⁶ y cluster⁷⁷, cuyos resultados se muestran en los gráficos No. 12 y 13 y en el cuadro No. 21.

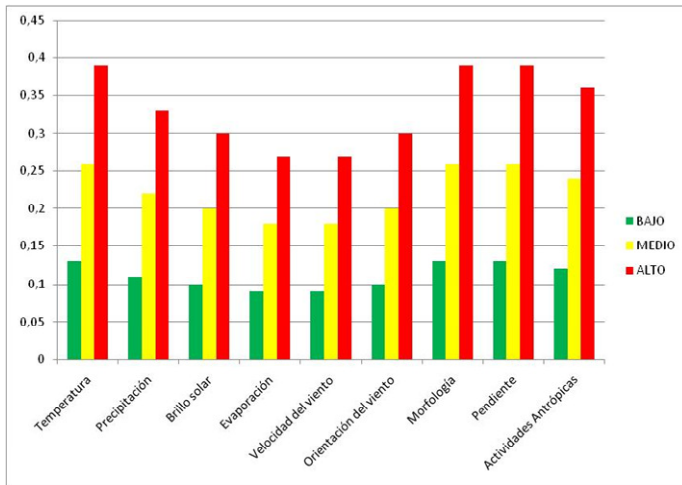
⁷⁶ Medida de centralización estadística que constituye cien valores. Así el percentil k, p_k , es un valor tal que el k% de los datos son menores o iguales que él. El percentil 25 coincide con el primer cuartil, el percentil 50 coincide con el segundo cuartil y, por tanto, con la mediana y, finalmente, el percentil 75 coincide con el tercer cuartil.

⁷⁷ El análisis cluster es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. Su finalidad esencial es revelar concentraciones en los datos para su agrupamiento adecuado en conglomerados. Los elementos dentro de un conglomerado deben ser homogéneos entre sí y lo más diferentes posible de los contenidos en otros clusters. Es decir los grupos se crean en función de la naturaleza de los datos.

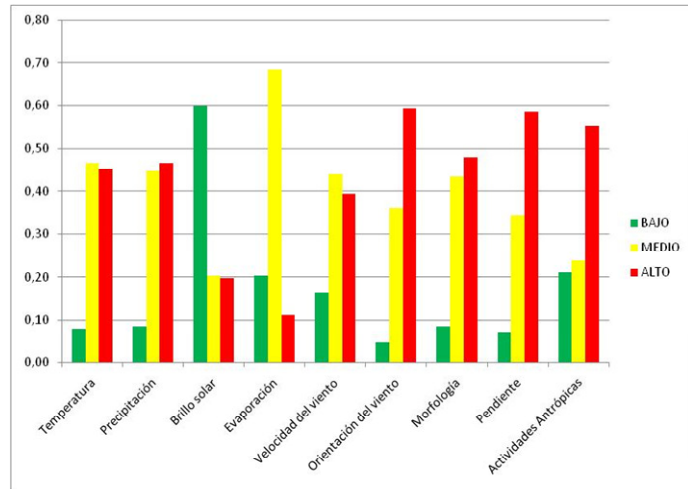


Gráfico No. 12 Histogramas de los métodos empleados para la calificación de las variables

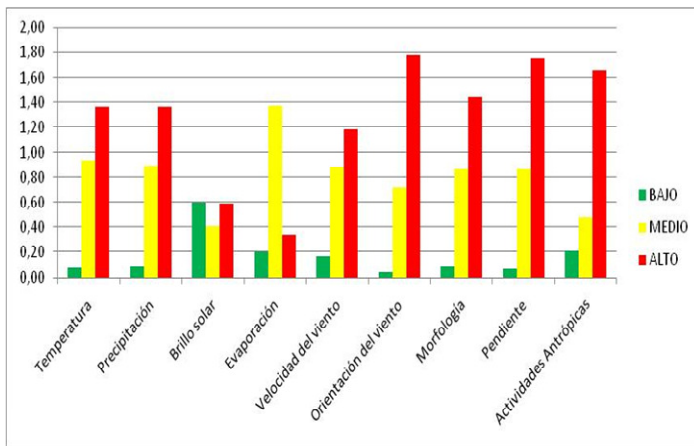
1. ASIGNACIÓN DE PESOS POR RANGO DE CALIFICACIÓN



2. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA OCURRENCIA DE INCIDENTES



3. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA OCURRENCIA DE INCIDENTES, POR CADA RANGO DE CALIFICACIÓN



4. COMBINADO

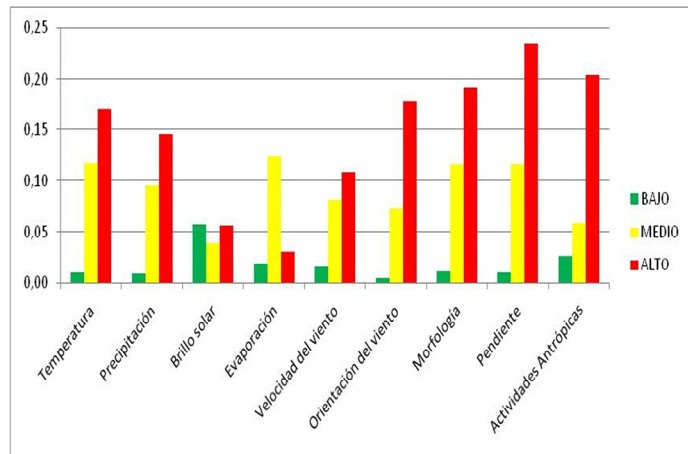
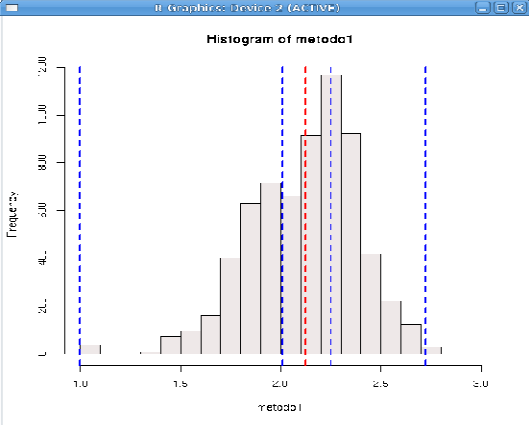
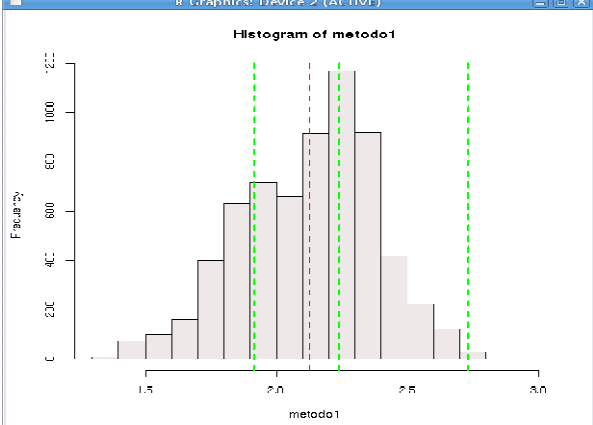
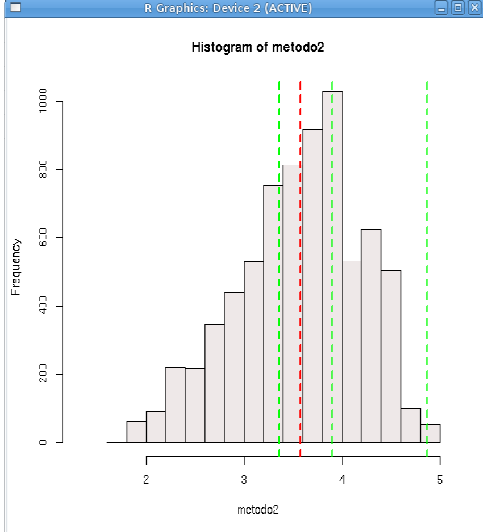
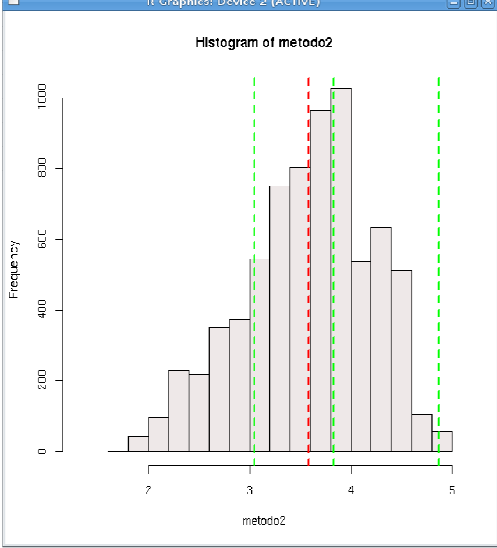
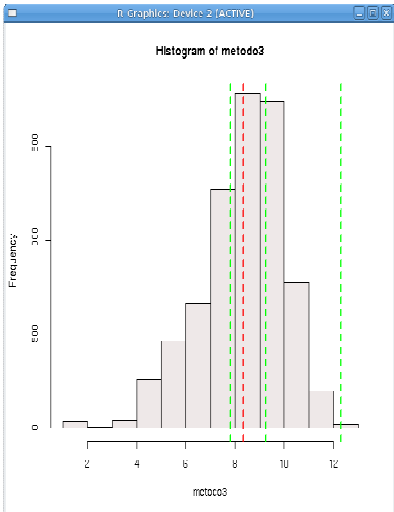
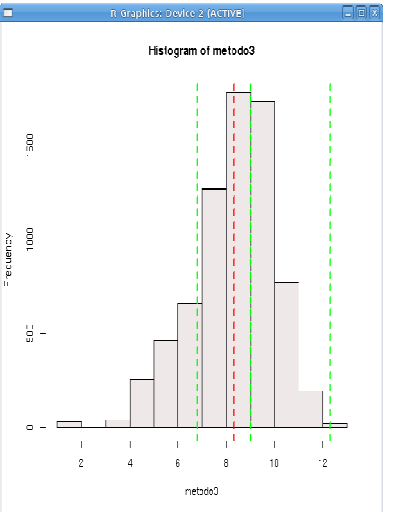
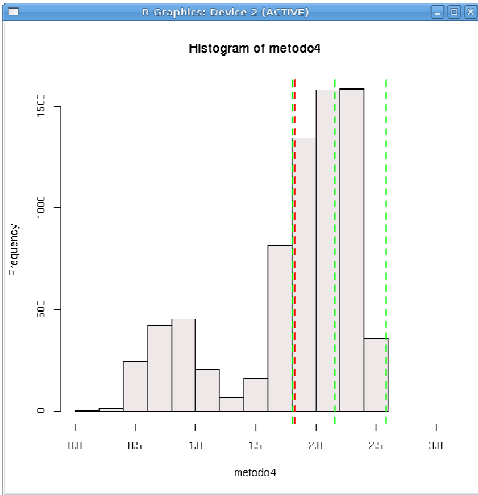
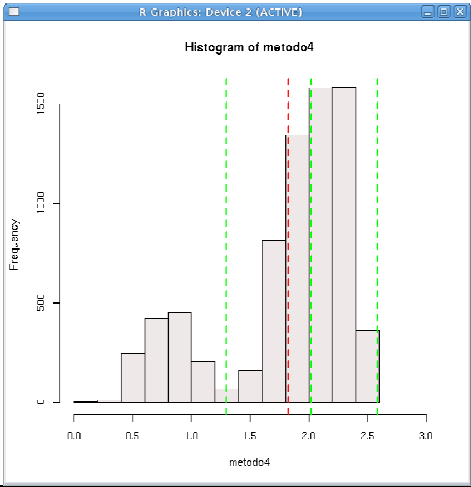


Gráfico No. 13 Histogramas de la distribución de datos de cada uno de los métodos, según análisis tipo percentil y cluster

Método	Percentil	Cluster
1	 <p>The histogram for 'metodo1' shows a frequency distribution on the x-axis (ranging from 1.0 to 3.0) and frequency on the y-axis (ranging from 0 to 1200). A red dashed vertical line is positioned at approximately 2.1, and a blue dashed vertical line is at approximately 2.8. The distribution is roughly bell-shaped and centered around 2.0.</p>	 <p>The histogram for 'metodo1' shows a frequency distribution on the x-axis (ranging from 1.5 to 3.0) and frequency on the y-axis (ranging from 0 to 1200). A red dashed vertical line is at approximately 2.1, and two green dashed vertical lines are at approximately 1.8 and 2.8. The distribution is roughly bell-shaped and centered around 2.0.</p>
2	 <p>The histogram for 'metodo2' shows a frequency distribution on the x-axis (ranging from 2 to 5) and frequency on the y-axis (ranging from 0 to 1000). A red dashed vertical line is at approximately 3.5, and two green dashed vertical lines are at approximately 3.2 and 4.8. The distribution is roughly bell-shaped and centered around 3.5.</p>	 <p>The histogram for 'metodo2' shows a frequency distribution on the x-axis (ranging from 2 to 5) and frequency on the y-axis (ranging from 0 to 1000). A red dashed vertical line is at approximately 3.5, and two green dashed vertical lines are at approximately 3.2 and 4.8. The distribution is roughly bell-shaped and centered around 3.5.</p>

Método	Percentil	Cluster
3	 <p>Histogram of metodo3</p> <p>Frequency</p> <p>metodo3</p>	 <p>Histogram of metodo3</p> <p>Frequency</p> <p>metodo3</p>
4	 <p>Histogram of metodo4</p> <p>Frequency</p> <p>metodo4</p>	 <p>Histogram of metodo4</p> <p>Frequency</p> <p>metodo4</p>

Cuadro No. 21 Análisis de los datos tipo percentil y cluster, de los cuatro (4) métodos utilizados para la definición de la amenaza

Modelo 1 Percentiles

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	73
M	59
B	20
Total general	152

6

Amenaza	Área Hectareas
A	3.480
M	4.492
B	5.290
Área Construida	128
Construcciones	92
Zona Urbana	132
Total general	13.614

Modelo 1 Cluster

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	82
M	66
B	4
Total general	152

5

Amenaza	Área Hectareas
A	4.032
M	5.923
B	3.307
Zona Urbana	132
Construcciones	92
Área Construida	128
Total general	13.614

Modelo 2 Percentiles

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	92
M	40
B	20
Total general	152

4

Amenaza	Área Hectareas
A	4.682
M	3.523
B	5.057
Área Construida	128
Construcciones	92
Zona Urbana	132
Total general	13.614

Modelo 2 Cluster

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	99
M	43
B	10
Total general	152

3

Amenaza	Área Hectareas
A	5.384
M	4.139
B	3.739
Área Construida	128
Construcciones	92
Zona Urbana	132
Total general	13.614

Modelo 3 Percentil	
Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	99
M	40
B	13
Total general	152
Amenaza	Área Hectareas
A	4.376
M	3.734
B	5.152
Construcciones	92
Área Construida	128
Zona Urbana	132
Total general	13.614

2

Modelo3 Cluster	
Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	109
M	37
B	6
Total general	152
Amenaza	Área Hectareas
A	5.083
M	4.976
B	3.204
Construcciones	92
Área Construida	128
Zona Urbana	132
Total general	13.614

1

Modelo 4 Percentiles

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	61
M	59
B	32
Total general	152

8

Modelo 4 Cluster

Amenaza	Cuenta de EVENTO
A	72
M	67
B	13
Total general	152

7

Amenaza	Área Hectareas
A	4.036
M	3.729
B	5.497
Construcciones	92
Área Construida	128
Zona Urbana	132
Total general	13.614

Amenaza	Área Hectareas
A	5.567
M	4.035
B	3.661
Construcciones	92
Área Construida	128
Zona Urbana	132
Total general	13.614

6.2.1.2.3 Definición del algoritmo para la combinación de las variables de amenaza en la plataforma SIG

De las particularidades de los gráficos No. 12 y 13 y del Cuadro No. 21, se pueden hacer análisis de la forma de agrupación de los datos de los cuatro métodos, según la cantidad de incidentes que congregan, así como la superficie⁷⁸ que cubren.

⁷⁸ En condiciones teóricas se busca que el método seleccionado cubra la mayor área posible dentro de la categoría alta, dentro del cual, se debe encontrar una considerable cantidad de incidentes.

En este sentido, se observa que por la cantidad de incidentes, todos los modelos tuvieron un buen comportamiento, pero en el combinado (técnica 4), los rangos de alto y medio tienden a homogenizarse – lo cual sucede de la misma forma en la superficie que cubre, razón por la que esta regla es la primera en descartarse.

Así mismo, el procedimiento 1 se rechaza debido a que cubren muy pocos incidentes y a la vez, ocupan una alta superficie. El modelo 2 aunque posee una buena cantidad de incidentes, también toman una gran superficie, lo cual no es lo ideal, pues daría como resultado la maximización del concepto de amenaza, razón por la cual se elimina este modo.

Finalmente, sólo resta el método tres (3). En él, se suprime el análisis tipo cluster pues aunque agrupa muchos incidentes, también toma mucha superficie, amplificando la variable.

Lo que significa que se tiene como resultado que los datos se agrupan mejor en el método 3 - Análisis de frecuencias por rangos y bajo el análisis tipo percentil, el cual fue seleccionado como mapa de Amenaza, debido a que de forma comparativa, agrupa la mayor cantidad de incidentes, con la menor superficie posible, y cuya imagen se espacializa en el mapa No. 24.

6.2.1.3 Definición de la amenaza

En el Mapa No. 23 se observa que las zonas de amenaza baja se localizan en la parte alta de los Cerros, especialmente en el sector del páramo de Cruz Verde y de El Verjón Bajo; las zonas de media hacen un pequeño tránsito, para finalmente terminar en las zona de alta amenaza, ubicadas cerca al casco urbano, especialmente en las Localidades de Santa Fe y Chapinero y primordialmente en las partes más bajas, todo ello debido principalmente a la combinación de factores climáticos y a la mayor influencia antrópica.

6.2.2 VULNERABILIDAD

Como ya se dilucidó anteriormente, la determinación de la vulnerabilidad debe hacerse a nivel de subgrupo, que en este caso corresponde a las características de los levantamientos detallados a semidetallados.

De acuerdo con el artículo 3 del Decreto Distrital No. 423/06, la vulnerabilidad es la “característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza. Es un factor de riesgo interno”⁷⁹.

⁷⁹ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.. Decreto Distrital No. 423: Por el cual se adopta el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá D.C.". Artículo 3. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2006., p. 2.



Esta definición se encuentra inmersa dentro de la metodología DPAE 2002 y en la nueva propuesta, modelos en las que la posible ocurrencia de un incendio forestal está dada por los elementos en los que se reflejan sus efectos, los cuales corresponden a la flora, fauna, suelo, agua, paisaje, aire, atmósfera y el hombre, dentro del cual se encuentran las edificaciones y antenas entre otros. En este caso, vuelve a ser necesario el mencionar que no existe un estudio particular sobre incendios forestales en el que se analicen estos factores.

De conformidad con la literatura disponible sobre el tema, existen varios factores de vulnerabilidad, entre los que se destacan las clasificaciones hechas por Wilches Chaux, 1989 (física o localizacional, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional) y la de Ratick, 1994 (exposición, resistencia, resiliencia, recuperación, aprendizaje y adaptación). Más adelante se precisará que factor utilizar, de conformidad con el elemento que se vaya a analizar.

Bajo este contexto, los elementos que están expuestos a la ocurrencia de incendios forestales, están referidos a aquellos que pueden sufrir afectación por el fuego, los cuales se distribuyeron según la región en la que sean más evidentes, así:

- ✓ Zona directa: o también conocida como área de estudio, es el territorio rural donde se presenta directamente el fuego, generando impactos adversos sobre el agua, el aire, la fauna, la flora, el suelo, la atmósfera, el paisaje y el mismo hombre.
- ✓ Zona indirecta: corresponde al casco urbano de Bogotá, en donde las repercusiones del incendio se presentan principalmente en el aire y en el hombre⁸⁰.

En el presente capítulo, la determinación de la vulnerabilidad se hace de forma puntual para la zona directa.

A continuación, se procede a establecer cada una de las variables a las que se les analizó su predisposición intrínseca de ser afectados por incendios forestales identificados para la zona directa, mientras que para la indirecta, se examinarán como parte de las recomendaciones de medidas especiales de manejo, tal como se mostró en el cuadro No. 3 del esquema metodológico propuesto.

6.2.2.1 Variables que intervienen

Estas son:

⁸⁰ Para efectos del ejercicio, se asume que dentro de la zona de estudio si existe población, pero no se analizan puntualmente, sino que desde el punto de vista espacial, se asocian a las categorías establecidas anteriormente, en el que se expresa que existe una zona urbana, un área construida y construcciones.



6.2.2.1.1 Flora, fauna y agua

En el caso de los Cerros Orientales así como en muchas partes del mundo, resulta muy complicado (por no decir que imposible), separar cada uno de estos recursos naturales, pues la flora sirve de hábitat para la fauna y a su vez, favorece el ciclo hidrológico de una zona, el cual determina el tipo de vegetación de la región. En esta perspectiva, se utilizaron estos tres (3) elementos como si fueran uno sólo.

De conformidad con la definición de Chambers, 1989, “la vulnerabilidad se refiere a una capacidad de defenderse y superar una crisis”. Al aplicar este parámetro se obtiene una respuesta al por qué las plantas son el elemento de mayor afectación en un incendio forestal (aunque poseen algunos mecanismos adaptativos al fuego tales como cortezas gruesas, capacidad de rebrote y reproducción), pues no tienen la capacidad de salvaguardarse en este tipo de conflagraciones, pues sus características físicas y químicas no se lo permiten.

Así, esta condición nos lleva a la conclusión de que toda la flora es vulnerable al fuego, pues de hecho, hasta ahora, en ninguna parte del mundo se conoce de alguna planta que no pueda arder. Sin embargo, algunas poseen una mayor propensión a la combustión, según sus propias particularidades, las cuales se usan para determinar su inflamabilidad⁸¹ y su combustibilidad⁸².

Por lo anterior, el presente documento toma como referencia la vulnerabilidad ecológica de la flora, como principal recurso natural que es afectado por el fuego, entendiéndola cómo la condición propia de cada especie que hace que se presenten mayores pérdidas en los ecosistemas, debido a la ocurrencia de un incendio forestal. Para su análisis se evalúa la estructura y composición de la formación vegetal y los esfuerzos realizados para el establecimiento de la misma, cuando se trata de una zona en la que el Estado ha hecho importantes inversiones. Esta idea lleva inmersa el factor físico y de exposición, en el sentido de que deben estar localizadas en el lugar de la conflagración, combinado con la exposición, resistencia y resiliencia.

Según el MAVDT, “los incendios forestales contribuyen en gran manera a incrementar los niveles de deforestación”⁸³, y añade que “los efectos del fuego sobre la fauna pueden ser directos (por mortalidad) e indirectos (por modificaciones del hábitat)”⁸⁴, mientras que para el agua señala que los “efectos son inmediatos y visibles y que de forma indirecta por

⁸¹ Es la facilidad con la que se enciende el fuego sobre un material (Anderson, 1970).

⁸² Es la facilidad a la que arde un vegetal, desprendiendo la energía suficiente para consumirse y provocar la inflamación de la vegetación vecina (Valette, 1977).

⁸³ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 19.

⁸⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 19.



pérdida de vegetación se altera el ciclo hidrológico, presentándose situaciones extremas de sequía”⁸⁵

Para su conocimiento, se tomó como referencia el mapa de Cobertura del suelo, elaborado por la CAR, año 2007, a escala 1:5.000, al que se le efectuó la agrupación de algunas coberturas (especialmente en el tema de vías). En el Cuadro No. 21 se califica cada una de las unidades de leyenda resultantes del Mapa de Cobertura elaborado por la CAR, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor debido a que son las unidades nativas características del Bosque Altoandino, Subpáramo y Páramo, sobre las cuales gira la protección de los cerros y cuya calificación se muestra en el Mapa No. 24.

Cuadro No. 21 Calificación de la flora

ITEM	COBERTURA	CALIFICACIÓN
1	Área Quemada	3
2	Bosque	3
3	Corrientes y/o cuerpos de agua	3
4	Explotación Minera	3
5	Frailejonal - Pajonal	3
6	Obras Civiles Varias	3
7	Turbera	3
8	Vegetación casmófita	3
9	Cordón ripario	2
10	Matorral	2
11	Plantación	2
12	Suelo removido superficialmente	2
13	Camino	1
14	Cercas vivas	1
15	Chuscal	1
16	Herbazal	1
17	Vía Principal	1
18	Vía Secundaria	1

En el Mapa No. 24, se evidencia que las principales coberturas vegetales nativas de Bosque Alto Andino son muy pequeñas y junto con las formaciones de Páramo y Subpáramo, se localizan distantes al casco urbano, lo cual, entre otras, es un factor determinante para que permanezcan en buen estado de conservación; también se evidencia la presencia de grandes rodales de plantaciones forestales exóticas.

⁸⁵ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Curso Regional para Formación de Brigadistas contra Incendios Forestales, Bogotá D.C., 1996, p. 19.



6.2.2.1.2 Accesibilidad

Es el grado en el que todas las personas pueden visitar un lugar y disfrutarlo de manera autónoma, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. Así, esta noción lleva implícito que para que un lugar sea accesible, no deben existir barreras que impidan la llegada al mismo.

Como se dijo que los incendios forestales tienen un marcado origen antrópico, al aplicar este concepto, se traduce en que hay unos lugares a donde el hombre ingresa con relativa facilidad y/o frecuencia y por tanto, su presencia determina una alta posibilidad de que éste pueda colocar el fuego en el ecosistema. Para incluir la accesibilidad en este aparte, se utiliza el concepto de Wilches Chauv, 1989, que señala que la localización de un sujeto determina su predisposición a sufrir pérdidas, con lo cual, aquellos sitios alejados y en los que el hombre no hace presencia continua⁸⁶, su vulnerabilidad a la ocurrencia de incendios forestales es menor y viceversa.

En este contexto, se deben diferenciar los sectores con acceso fácil y difícil, los cuales se dividieron en cada Localidad según la altitud y por consiguiente, en el clima que los caracteriza. Para ello, se emplearon las curvas de nivel del Mapa Topográfico del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), año 1989, a escala 1:10.000 y cuyo resultado se muestra en el Mapa No. 25, en el que se observa que en el primer caso, las provincias de fácil acceso están muy cercanas al casco urbano, mientras que las poco frecuentadas están en la parte alta de los cerros. Por ende, en estos sectores hay alta y baja posibilidad de que se presente un incendio forestal, respectivamente⁸⁷.

6.2.2.1.3 Intervención de la vegetación

Con el fin de evitar la ocurrencia de incendios forestales y de mitigar las pérdidas generadas por el fuego, desde 1998 diversas entidades de la administración distrital vienen efectuando la intervención de las coberturas vegetales existentes en Bogotá. Las actividades realizadas buscan modificar la vegetación, para impedir la transferencia del calor por conducción, radiación y convección, mediante la disminución del material vegetal combustible y de los desechos generados. En este sentido, se ha realizado el trazo y el mantenimiento de fajas de protección, el manejo silvicultural de plantaciones forestales de especies exóticas, el control de retamo liso y espinoso y el retiro de material inflamable, entre otros.

Para su incorporación, se tomó como referencia el Mapa de Actividades de Mitigación de Incendios Forestales, Control de Retamo y Restauración de Áreas Incendiadas, de la Secretaría Distrital de Ambiente, año 2008, a escala 1:10.000, al que se le realizaron algunos ajustes para que la actividad identificada coincidiera con la cobertura vegetal

⁸⁶ Entre otras porque hay un factor climático limitante como sucede en el páramo de Cruz Verde.

⁸⁷ No se muestra un cuadro de calificación, porque la variable no se comporta de forma independiente sino como un condicionamiento para modificar las calificaciones de flora.



señalada, especialmente para las labores ejecutadas entre 1998 y 2001⁸⁸ y cuya calificación se muestra en el cuadro No. 22.

Cuadro No. 22 Calificación de la intervención de la cobertura vegetal

ITEM	ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN
1	Área quemada en proceso de restauración	3
2	Corte en corredor lineal de retamo	1
3	Despeje de caminos	1
4	Manejo silvicultural de plantaciones forestales	1
5	Restauración área invadida por retamo	3
6	Trazo de fajas de protección	1

En el Cuadro No. 22 se califica cada una de las unidades de leyenda resultantes del Mapa de Intervención de la Cobertura Vegetal con fines de mitigación y restauración, siendo “Alto = (3)” la zona donde hay mayor relevancia de este factor debido a que el Distrito ha hecho importantes inversiones y por tanto, allí se vienen desarrollando procesos ecológicos de interés general.

En el Mapa No. 26, en el que se evidencia que la mayor cantidad de actividades están relacionadas con el manejo silvicultural de plantaciones forestales en los cerros de El Cable, Monserrate, Guadalupe y en la cuenca del río San Cristóbal.

6.2.2.1.4 Infraestructura

En los Cerros Orientales existe alguna infraestructura para la ciudad, entre las que se encuentra antenas de comunicaciones, colegios, sitios de interés cultural, religioso, de seguridad y ecológico, entre otros, los cuales podrían sufrir algún tipo de afectación, debido a la ocurrencia de incendios forestales.

Para su análisis se utilizaron los mapas de Antenas, elaborados por la Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB), año 2008, a escala 1:10.000 y el de Infraestructura, elaborado por Catastro Distrital, año 2008, a escala 1:5,000. Estas unidades se califican en el cuadro No. 23, otorgándoseles a todas la categoría de “Alto = (3)”, debido a su valor económico y social.

⁸⁸ Para esta época, el Distrito Capital no contaba con un Mapa de Cobertura del Suelo con un buen nivel de detalle y por tanto, se presumió que la precisión espacial de la información generada en esos tiempos no fue la mejor.



Cuadro No. 23 Calificación de la Infraestructura

ITEM	ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN
1	Antena	3
2	Colegio	3
3	Infraestructura eléctrica	3
4	Sitio de Interés	3

Sus resultados se muestran en el Mapa No. 27, en el que se evidencia que estos elementos son pocos y que por su tamaño, cada uno de ellos cubre una baja superficie, razón por la cual resultarán poco evidentes en el mapa, debido a la escala de publicación. Sin embargo, se considera muy importante su incorporación, debido a su valor económico y al servicio que brindan a los Bogotanos.

6.2.2.2 Definición de la vulnerabilidad

De conformidad con el numeral 6 del presente documento, la vulnerabilidad por incendios forestales en los Cerros Orientales resultó de la combinación de información sobre el Mapa de Cobertura realizado por la CAR, buscando incorporar criterios físicos, económicos, políticos y sociales a la gran base ambiental que allí se identifica, dando como resultado, el mapa de Vulnerabilidad, según las categorías reportadas en el cuadro No. 24.

Cuadro No. 24 Calificación de la Vulnerabilidad

ITEM	COBERTURA	CALIFICACIÓN		
		1	2	3
1	Área Quemada			X
2	Bosque	X		X
3	Camino	X		X
4	Cercas vivas	X		X
5	Chuscal	X		X
6	Cordón ripario		X	X
7	Corrientes y/o cuerpos de agua			X
8	Explotación Minera	X		X
9	Frailejonal - Pajonal	X		X
10	Herbazal	X		X
11	Matorral	X	X	X
12	Obras Civiles Varias	X		X
13	Plantación	X	X	X
14	Suelo removido superficialmente	X	X	X
15	Turbera			X
16	Vegetación casmófita			X
17	Vía Principal	X		
18	Vía Secundaria	X		
19	Infraestructura			X



En el mapa No. 28 se observa la importancia que existe de proteger las zonas con coberturas vegetales nativas, especialmente el páramo de Cruz Verde, y los bosques del sector de Torca, así como la parte alta de los sectores de Rosales (Chapinero) y Yomasa (Usme), donde aún persisten algunos relictos de especial interés. Así mismo, se debe proteger toda la infraestructura, cuyas medidas se sugieren en la sección denominada recomendaciones de manejo – edificaciones.

6.2.3 RIESGO

En este ejercicio, la estimación del riesgo se hizo mediante un procedimiento cartográfico que permitió la unión de los factores de amenaza y vulnerabilidad, cada uno con distintas variables. Por ello, antes de mostrar sus resultados, se reportará las acciones relacionadas, así:

6.2.3.1 Procesamiento SIG

La zonificación en el Sistema de Información Geográfica (SIG), se realizó con la profesional delegada por la DPAE para apoyar el tema. La información cartográfica sigue los lineamientos del documento M-Normas Presentación, creado el 24 de Septiembre de 2007 (www.sire.gov.co), el cual especifica los requerimientos mínimos que deben cumplir los consultores en los procesos de adquisición, manejo y salida de información geográfica. En consecuencia, este ejercicio se desarrolló de tipo vectorial.

Según el documento se deben entregar metadatos, los cuales contienen la información obligatoria de la norma NTC 4611 y son almacenados según la plantilla del software MetaD, versión suministrada por los profesionales SIG de la DPAE.

Los metadatos entregados se encuentran en formato XML. También es entregado las fichas de catalogo de objetos para cada capa de información, las cuales contienen de forman estructurada los tipos de objetos espaciales, sus definiciones y características.

El mapa de riesgo, como resultado final del ejercicio, desarrollado mediante la herramienta SIG, generó el inconveniente de que pesar de que la unidad mínima de mapeo es de 2.500 m², como la zonificación es de tipo vectorial, cuando se combinaron las variables se generaron múltiples áreas (más de diez mil (10.000)) menores a ese tamaño, que a la hora de interpretar los resultados y de orientar la inversión del Estado, arrojan ventajas y desventajas⁸⁹.

En el primer caso, el mapa permite analizar casos muy detallados como la infraestructura (que ocupan superficies muy pequeñas – como en el caso de las antenas). En segundo lugar, esta situación conlleva a que los lugares que requieren de intervención de la

⁸⁹ Por ejemplo, para realizar labores de mitigación en más de mil polígonos de tamaño menor de 2.500 m², puede significar el tener que hacer la gestión con varios propietarios para poder ingresar a los predios, mientras que a la hora de los resultados, no se cree que áreas tan pequeñas contribuyan en gran medida a la reducción del riesgo.



cobertura vegetal se tornen menos visibles, debido al fraccionamiento de los mismos. Por ello, se buscaron alternativas para satisfacer los niveles detallados (mapa inicial) y generales (agrupados).

Con el fin de construir un mapa más agrupado y representativo se utilizaron técnicas para eliminar detalles superfluos o innecesarios para la escala del mapa. En este caso, para los mapas resultantes se utilizó la técnica de agregación de áreas en otras de mayor tamaño con el software ArcGIS 9.3. Esto tiene las ventajas que reduce la cantidad de datos, minimiza el tiempo de espera en la visualización del mapa y evita sobrecargas en los recursos de la maquina.

Sin embargo, al hacerlo, se puede estar eliminando polígonos que contienen los datos relacionados con la infraestructura y las edificaciones existentes. Por tanto, para estos casos específicos, debe utilizarse el Feature Class de la Geodatabase IncendiosForestales2009.gdb llamado Modelo_Incendios_Forestales, el cual está descrito en el catálogo de objetos y contiene todos los elementos cartográficos del modelo, con sus respectivas ponderaciones y calificaciones.

Las operaciones realizadas para la obtención de los mapas fueron:

- ✓ A los insumos provenientes de diferentes fuentes se reproyectaron al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS del punto datum Bogotá (pilastra sur del observatorio astronómico de Bogotá). El nombre de la proyección es PCS_CarMAGBOG.
- ✓ Recorte de todas las capas geográficas con él área de estudio.
- ✓ Revisión de los valores de los diferentes atributos para cada capa geográfica en formato vector.
- ✓ Creación de una Geodatabase con las capas geográficas validadas.
- ✓ Asignación de las calificaciones de amenaza que alimentan el modelo, de acuerdo a los análisis estadísticos de frecuencia de los eventos validadores.
- ✓ El mapa de amenaza resulta de las sumas de las ponderaciones por variable y se clasifica por métodos estadísticos de análisis de clúster y percentiles. La suma de capas se realiza utilizando la herramienta del ArcToolBox de ArcGIS.
- ✓ Los mapas de vulnerabilidad y riesgo se les asigna las calificaciones según las evaluaciones del especialista de incendios forestales y se validan con la frecuencia de los eventos.
- ✓ A la capa resultante se le homogenizan los polígonos de tamaño menor, para lo cual son unidos al polígono vecino que tienen el área más grande y la misma categoría de calificación.



✓ Zona directa: o también conocida como área de estudio, es el territorio rural donde se presenta directamente el fuego, generando impactos adversos sobre el agua, el aire, la fauna, la flora, el suelo, la atmósfera, el paisaje y el mismo hombre.

6.2.3.2 Definición del riesgo

En el contexto del artículo 2º del Decreto Distrital No. 332/04, los incendios forestales que se suceden en los Cerros Orientales provocan de manera eventual, daños o alteraciones en las condiciones de vida de las personas, en los bienes, en el desarrollo normal de la vida económica y social, en el medio ambiente, y en el funcionamiento de la prestación de servicios a la comunidad, que requieren la atención inmediata del Estado, de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social, y de los ciudadanos, razón por la cual el presente estudio utiliza para su concepción el concepto de riesgo público.

De conformidad con el artículo 3 del Decreto Distrital No. 423/06, el Riesgo Público es el “daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de amenazas de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que se extiende más allá de los espacios privados o actividades particulares de las personas y organizaciones y que por su magnitud, velocidad y contingencia hace necesario un proceso de gestión que involucre al Estado y a la sociedad”⁹⁰.

En dicho marco, se procedió a la zonificación del riesgo, entendiéndolo como el daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura y el ambiente, pueda causarse por la posible ocurrencia de un incendio forestal.

En este análisis no se incluyó la variable población ya que la mayoría de la zona de estudio está deshabitada pues es una zona forestal, sino que se analizan como parte de las edificaciones señaladas en las medidas especiales de manejo.

Para el caso de los bienes de la población y la infraestructura, se estableció que al interior de la zona forestal existe una parte del territorio urbanizado, otra con viviendas pero que aún no están debidamente legalizadas, así como una serie de construcciones, todas ellas que requieren de medidas de intervención tendientes a disminuir la presencia de cobertura vegetal ubicada en sus alrededores y que eventualmente, en este tipo de incidentes, pueda servir como mecanismo de paso del fuego de la vegetación hacia ellas y viceversa, que se analizan como parte de las edificaciones señaladas en las medidas especiales de manejo.

Así mismo, dentro de la población, se analizó que el viento trae el humo y en general, todas las emisiones producidas en un conato o incendio forestal, hacia la ciudad, generando inconvenientes en la salud humana, motivo por el cual se incluyó un

⁹⁰ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.. Decreto Distrital No. 423: Por el cual se adopta el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá D.C.". Artículo 3. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2006., p. 2.



componente especial para los mismos y que se detalla más adelante, como parte de las emisiones señaladas en las medidas especiales de manejo.

En lo relacionado con el ambiente, para el caso de la flora, no se analizó el componente económico, pues la mayor superficie de la zona de estudio corresponde a un área natural protegida del orden nacional que se localiza en el Distrito Capital⁹¹, en el que deben aplicarse estudios sobre economía ambiental y de economía de los recursos naturales, los cuales, en la actualidad son muy escasos y no poseen cartografía. Así mismo, el parámetro se incluyó dentro de las edificaciones y la infraestructura.

Aunque el alcance inicial del presente estudio era únicamente la actualización de las variables del modelo diseñado en 2002, pero, por encontrar nueva información de variables que inciden en la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá D.C., de manera conjunta entre el consultor y la DPAAE, se optó por el mejoramiento de la misma. En esta perspectiva y sin que se trate de una monografía sobre riesgo por incendio forestal, pero manteniendo una firme base conceptual, se hace necesario precisar que desde el punto de vista de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), existen múltiples opciones de combinación para obtener el riesgo.

En el presente modelo, para la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad, se encontró que teóricamente existen setenta y dos (72) opciones matemáticas de fusión de los factores, las cuales se analizaron en su totalidad, encontrando que la alternativa veintidós (22) es la que resulta más conveniente, por cuanto, los resultados obtenidos se ajustan al comportamiento de la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá D.C., escogiéndola como matriz de decisión de la variable riesgo, y cuya aplicación final se muestra en el cuadro No. 25 y en el mapa No. 29.

Cuadro No. 25 Calificación del Riesgo

RIESGO		VULNERABILIDAD		
		Bajo	Medio	Alto
AMENAZA		1	2	3
BAJO	1	Bajo	Bajo	Medio
MEDIO	2	Medio	Medio	Alto
ALTO	3	Medio	Alto	Alto

Para explicar las alternativas, en el cuadro No. 26, en la parte izquierda se muestra un ejemplo de la situación que se presenta inicialmente, cuando se quiere fusionar dos factores, cada uno con dos categorías (amenaza baja y media con vulnerabilidad baja y media), encontrando que en la posición de color rosado se pueden asignar 2 calificaciones, al asignar un valor de 1 (si se quiere disminuir un poco la amenaza debido

⁹¹ En este caso, aunque en el mercado, los cultivos y pastizales tienen un buen valor económico, no se aplicaron estos conceptos pues los citados tipos de uso del suelo están prohibidos dentro de toda la zona de estudio.



Partiendo de una efectiva supresión de la primera calificación, se observa que para incluir una tercera categoría de alto en la amenaza y la vulnerabilidad, nuevamente se abre un espectro de posibilidades de combinación, tal como lo muestra el cuadro No. 27, en el que hay ocasiones en las que se presentan sólo dos (2) opciones, como en las filas anaranjada y azul (tal como se explicó anteriormente), así como otras en las que hay tres (3) posibles elecciones, como en las celdas amarilla y morada.

Cuadro No. 27 Alternativas para la determinación del riesgo

RIESGO		VULNERABILIDAD		
		Bajo	Medio	Alto
AMENAZA		1	2	3
BAJO	1	1	1 y 2	1, 2 y 3
MEDIO	2	1 y 2	2	2 y 3
ALTO	3	1,2 y 3	2 y3	3

En consecuencia, se tiene que partiendo de la omisión de la primera combinación), se tiene la posibilidad de que existan setenta y dos (72) matrices de decisión (1x2x2x2x3x3), para la unión de la amenaza y la vulnerabilidad, cada una con tres (3) categorías (alto, medio y bajo).

De esta manera, se procedió al análisis de la totalidad de matrices, encontrando que la opción veintidós (22) es la que resulta más conveniente⁹², por cuanto, los resultados obtenidos se ajustan al comportamiento de la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá D.C., la cual se escogió como matriz de decisión para la zonificación del riesgo por incendio forestal para los Cerros Orientales de Bogotá, la cual se mostró en el cuadro No. 25 y cuya aplicación final se ilustra en el Mapa No. 29, en el que las zonas de mayor riesgo están ubicadas cerca al casco urbano, siendo de especial relevancia los sectores de Torca y las microcuencas de Bosque de Pinos, Contador, Trujillo y Santa Ana en Usaquén, parte de los cerros El Cable, Monserrate y Guadalupe en las Localidades de Chapinero y Santa Fe y la parte baja de la cuenca del río San Cristóbal.

Al mapa resultante y mediante la modalidad de calificación de expertos, se aplicaron técnicas visuales de homogenización de resultados, tendientes a evitar la presencia de polígonos de muy poco tamaño.

6.3 RECOMENDACIONES ESPECIALES DE MANEJO

En el cuadro No. 2 se mostró que se debe tener en cuenta unas medidas especiales de manejo relacionadas con las emisiones, el suelo, fuegos originados fuera del Distrito Capital, fuegos que se propagan hacia fuera y el Hábitat, la mayoría de ellas porque se

⁹² Esta combinación se escogió de forma conjunta entre el consultor y la DPAE, luego de la revisión de varias alternativas. No se muestran los mapas resultantes de cada ejercicio, por cuanto este estudio no es una monografía sobre riesgo por incendio forestal.



presentan en la zona indirecta (corresponde al casco urbano de Bogotá), las cuales se describen a continuación:

6.3.1 EMISIONES

Cuando se produce fuego en la vegetación, se emiten gases y material particulado que afecta el aire de la zona. Según Vélez,

“la combustión de la materia orgánica en un incendio forestal se inicia hacia los 200°C, pero el incendio propiamente dicho se sitúa hacia los 400°C, pudiendo llegar la temperatura hasta los 1000 °C. Sin embargo, al ser fuego en movimiento, la combustión es incompleta y no se alcanzan temperaturas tan altas en muchas ocasiones. Por ello, se estima que la emisión de CO₂ en promedio, es del orden del 20% en volúmenes de la biomasa existente.

Las principales emisiones durante la combustión son:

Dióxido de carbono	CO ₂
Monóxido de carbono	CO
Metano	CH ₄
Oxidos de nitrógeno	NO _x (NO y NO ₂)
Amoniaco	NH ₄
Ozono	O ₃
Partículas sólidas	

El CO² y el CH⁴ son gases de efecto invernadero que pueden contribuir al calentamiento global aparente, el CO, el CH⁴ y los NO_x contribuyen a la producción fotoquímica de O³ en la troposfera. El O³ es un contaminante que puede ser irritante e incluso tóxico. El NH₄ genera en la tropósfera ácido nítrico (HNO₃) y contribuye a la lluvia ácida. Las partículas sólidas (humo, hollín) se difunden por la atmósfera, absorbiendo y reflejando los rayos solares, con impacto en el clima más o menos amplio, según la difusión que alcancen. También pueden producir problemas respiratorios si su concentración es muy elevado⁹³.

En este sentido, no se realizó un mapa particular sino que se trae el Mapa de viento de la jornada de la tarde, año 2007, elaborado por la Red de Calidad del Aire de la Secretaría Distrital de Ambiente y se superpone con el Mapa de población urbana de Bogotá, elaborado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), a escala 1:5.000, año 2008, con miras a llamar la atención en la necesidad de tener en cuenta este factor, pues la densidad de población y su cercanía a la zona forestal, hace que puedan ser afectados de forma directa por las emisiones de este tipo de conflagraciones.

⁹³ VÉLEZ MUÑOZ, RICARDO. Emisiones de los incendios forestales a la atmósfera. En La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias. Madrid, España. Mc Graw Hill, 2000. p.4.100 – 4.102. ISBN 84-481-2742-0.



6.3.2 SUELO

En el año 2005, el Jardín Botánico José Celestino Mutis elaboró la Guía Técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Incendios Forestales en el Distrito Capital, en la que se hizo un análisis de la afectación del suelo por la ocurrencia de incendios forestales y de su importancia para el inicio de las actividades de restauración ecológica.

Si bien, la Guía es un estudio puntual de los efectos adversos del fuego sobre el suelo y sus resultados poseen información cartográfica, en el presente ejercicio no se incorporó este documento a la zonificación como factor de vulnerabilidad, debido a que su escala es 1:100.000 y por tanto, el nivel de detalle no es el mejor.

Teniendo en cuenta que la Guía señala que las consecuencias de estas conflagraciones sobre el suelo son muy fuertes, se consideró de particular importancia dejar un aparte para su inclusión, ya que el suelo es el elemento portante de las demás estructuras que se encuentran sobre la tierra, no sin antes señalar la importancia de que el Jardín Botánico continúe desarrollando este ejercicio, para obtener un mayor nivel de detalle, que permita en tiempos cercanos, el incorporar la variable a la zonificación.

Teniendo en cuenta que la Guía es muy puntual para los Cerros Orientales y muy específico para incendios forestales, a continuación se hará una transcripción de varias secciones de la misma (en distinto orden del establecido en su documento original), articulados de forma tal que permita resaltar los aspectos más relevantes, con miras a orientar al lector en la comprensión de la dimensión de los incendios forestales sobre el suelo, así:

“El incendio de un suelo comienza por la cobertura vegetal, extendiéndose en superficie por el horizonte orgánico O (hojarasca). Al tiempo, progresa en profundidad sobre el horizonte órgano-mineral A pudiendo alcanzar los horizontes B o C.

El impacto directo del fuego así como los efectos degradativos desencadenados por este, depende de características que varían con el tipo de suelo.

En la zona se destacan suelos pertenecientes al orden Andisol y al gran grupo Andic del orden Inceptisol, que se extienden intermitentemente por los ambientes montañosos, los valles intramontanos, las colinas y las planicie, bajo climas de subpáramo y frío muy húmedos a subhúmedos, bajo un régimen bimodal de precipitación.

Los Andisoles juegan un importante papel en los sistemas ecológicos de los Cerros Orientales por que se desarrollan al máximo en los sitios de recarga hídrica del sistema; las condiciones propiciadas por la profundidad de su perfil y la reserva interna de agua los hace naturalmente, portadores de bosque; y su



distribución amplia e intermitente constituye otros tantos enclaves potencialmente boscosos de un programa de restauración.

La presencia de Andisoles y de Inceptisoles andicos en los suelos de Subpáramo y de montañas frías de régimen bimodal, constituyen un factor importante de vulnerabilidad al fuego, por su alto contenido en material combustible (humus acumulado en el enpipedon andico) y sus condiciones aireadas y drenantes. La aparición de periodos ambientalmente secos en el año, constituye un factor de vulnerabilidad al fuego de las plantaciones allí existentes. Así mismo, la vecindad de áreas agropecuarias aumenta la amenaza por fuego.

La consolidación Typic Eutrudepts (70%) – Typic Hapludands (20%) – Typic Placudands (5%) – Afloramientos rocosas (5%) es la asociación mayormente afectada por incendios forestales en los cerros.

El fuego reduce la concentración total de nutrientes del suelo tipo Nitrógeno y Fósforo, en cuanto a la modificación de su ciclo y la disponibilidad para las plantas. Con el fuego no solo se presenta la erosión química si no la física, caracterizada por la pérdida de partículas de suelo.

Al reducirse la cobertura vegetal que generaba un efecto paraguas sobre el suelo, se aceleran los procesos erosivos, dado por el arrastre de partículas, nutrientes y materia orgánica.

A continuación se llama la atención sobre un orden taxonómico particular de suelos: los Andisoles y el subgrupo Andico del orden Inceptisol, por ser suelos típicos de la Sabana de Bogotá y particularmente vulnerables al fuego.

Su característica básica es la de tener un origen y un desarrollo determinados por la presencia de cenizas volcánicas y se encuentran en buena parte de las comunidades de Bosque Andino y de Subpáramo del Altiplano Cundiboyacense.

Los incendios forestales pueden profundizar fácilmente en los Andisoles y alcanzar grandes extensiones como incendios subterráneos sin llama, expandiéndose en profundidad y lateral por combustión lenta de humos y de raíces, lo que conlleva a la destrucción de la rizósfera, la selección intensa sobre los bancos de semillas y la biota edáfica.

Luego la calcinación de materia orgánica fresca y de humus, la ceramización de arcillas, la cristalización de hidróxidos coloidales, dejan al pie el esqueleto arenoso del suelo y las cenizas que erodan rápidamente con el agua o con el viento. A la vulnerabilidad climática y edáfica al suelo, se suma la acumulación de necromasa en pie y de liter seco, lo que redundará en un aumento de la combustibilidad del sistema.



Los daños provocados por el fuego se puede identificar en áreas con fuertes pendientes, como consecuencia de los procesos erosivos, llegando a generar la progresiva pérdida de nutrientes, causa posterior de un riesgo potencial de degradación y desertización de tierras⁹⁴

En este orden de ideas, resulta primordial y necesario el avanzar profundamente en este ejercicio, pues para varios autores, en el tipo de suelo de un lugar se reflejan las condiciones climáticas, geológicas y biológicas de su entorno, razón por la cual, al contar con un detallado mapa de suelos se podría plantear conceptualmente que todo el ejercicio de vulnerabilidad ante incendios forestales pueda ser vertido sobre el mapa de suelos y no sobre el de cobertura del suelo⁹⁵, tal como se presenta en este documento.

Así mismo, al contar con mejores niveles de detalle se llegaría a la necesidad de que entre las medidas de intervención de la cobertura vegetal se destine presupuesto para efectuar análisis de suelos de los lugares a trabajar y para el diseño y ejecución de fertilizaciones.

6.3.3 EDIFICACIONES

Esta sección busca hacer un llamado especial sobre la existencia de una serie de edificaciones y construcciones que en términos generales, son bienes individuales y colectivos que se encuentran dentro de la zona de estudio y que requieren de implementar medidas de protección frente al fuego.

Tal como se mencionó en la descripción de la zona de estudio del presente documento, la superficie total estudiada es de 13.614 ha, dentro de las cuales, toda no corresponde a terrenos con vegetación. En el Mapa No. 32 se indica que allí hay barrios que están localizados dentro de los Cerros Orientales y que ya han sido incorporados a la zona urbana de Bogotá D.C., cubriendo una superficie de 132 ha; que hay otros que también están localizados dentro de los Cerros pero que aún no cuentan con su legalización por parte de la Secretaría Distrital de Planeación, con una superficie de 128 ha; y por último hay unas construcciones aisladas en los Cerros Orientales, que en conjunto suman un tamaño de 92 ha. Adicionalmente, existe una infraestructura que se describió en la sección de vulnerabilidad.

Para estos lugares se recomienda implementar medidas de protección ya que hasta ellas pueden llegar los incendios generando de pérdidas económicas, bien sea por su valor de uso o de reemplazo. Estos lugares también pueden ser origen de incendios ya que en ellas existen acumulaciones de combustible y se realizan actividades donde se emplea el fuego de forma cotidiana.

⁹⁴ JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Guía Técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Incendios Forestales en el Distrito Capital, 2005, p. 48 – 72.

⁹⁵ Sólo aplica para elementos biofísicos, pues características como la infraestructura no se pueden reflejar en el citado estudio.



En este sentido, se debe prever la separación entre las edificaciones y la zona forestal, así como el acondicionamiento de las instalaciones para evitar igniciones en ella y facilitar la intervención de los medios de extinción en casos de necesitarlos. Para ello, se debe hacer lo siguiente:

- ✓ Crear una zona aislante de materiales inertes.
- ✓ Diseñar e implementar un área cortafuego sobre terreno entre la zona aislante y la forestal por una faja de anchura variable, según la altura de las plantas adyacentes. Luego debe aparecer una vegetación hasta máximo tres metros de altura.
- ✓ Establecer vías de acceso y evacuación a las obras, correctamente señalizadas.
- ✓ Instalar hidrantes para disponer de abundante agua en caso de conflagraciones.
- ✓ En la zona de las instalaciones, especialmente los tejados y fachadas se debe evitar que sean de materiales poco resistentes al fuego, la presencia de hierba seca natural y la disposición de basureros eventuales e incontrolados.

6.3.4 INCENDIOS FORESTALES EN CERCANÍAS A LÍMITES MUNICIPALES

En los incendios forestales no se reconocen límites municipales, departamentales ni nacionales, pues el fuego se va propagando en la medida en que encuentra las condiciones favorables, tales como la pendiente, el viento y la vegetación con bajos contenidos de humedad.

En términos generales, a lo largo de las zonas de límite entre el Distrito Capital y sus municipios vecinos, se presenta vegetación, y considerando que todas las plantas son vulnerables al fuego, existe una alta posibilidad de que incendios que se presenten al interior de Bogotá pueden pasarse hacia otras jurisdicciones, así como que fuegos originados fuera de nuestro territorio pueda llegar hasta acá.

Por ello, y en el contexto de la Región Capital, se deben desarrollar acciones conjuntas con las autoridades municipales limítrofes y con la Gobernaciones de Cundinamarca y Meta, tendientes a contar con mecanismos articulados para la atención de los incendios forestales que se puedan presentar, articulados según los lineamientos del Decreto 919/89.

En la actualidad, los incendios forestales en Bogotá se manejan bajo la concepción del esquema Sistema Comando de Incidentes (SCI) y como mecanismo de respuesta a este tipo de emergencias por parte del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE) se desarrolla el Protocolo Distrital de Respuesta a Emergencias por Incendios Forestales.



Esta concepción se desarrolla en el “AREA 3. SERVICIOS DE EMERGENCIA, FUNCION 3.1. CONTROL DE INCENDIOS, Subfunción 3.1.2. INCENDIOS FORESTALES” del Plan de Emergencias de Bogotá (PEB), establece los parámetros e instrucciones y define políticas, sistemas de organización y procedimientos interinstitucionales para la administración de emergencias en Bogotá Distrito Capital⁹⁶ y que fue adoptado mediante la Resolución DPAE No. 137/07 y actualizado según la Resolución DPAE No. 004/09.

En este sentido, el PEB estableció que para la coordinación Región – Nación, “corresponde a la DPAE la gestión interinstitucional para la armonización del presente Plan con los existentes en los niveles regional y nacional”⁹⁷

Por lo anterior, recomienda que al Protocolo Distrital de Incendios Forestales se le anexe una sección para la ejecución de las actividades de apoyo con la región y la nación, para la respuesta a emergencias por incendios forestales, tendiente a la articulación y al fortalecimiento de las operaciones de emergencias.

⁹⁶ RESOLUCIÓN DPAE No. 137: Por medio de la cual se establecen los parámetros e instrucciones y se definen políticas, sistemas de organización y procedimientos interinstitucionales para la administración de emergencias en Bogotá Distrito Capital – Plan de Emergencias de Bogotá. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2007, 5 p.

⁹⁷ PLAN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ, 2007, p. 58.



7. RESULTADOS

La presente zonificación, por ser una aplicación directa de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a incendios forestales, fenómeno que para su interpretación no se hace de forma directa sino que es producto del análisis de los factores que favorecen su ocurrencia, llevan implícito que cada operación SIG realizada, se convierta en un resultado y por ende, conlleva que el estudio es todo un producto final.

7.1 ZONIFICACIÓN 2009

Sin embargo, para facilitar la comprensión del lector, a continuación se hace un recuento de la investigación, en la que se describen los principales resultados, así:

Los incendios forestales generan consecuencias directas en el lugar de la conflagración, pero por la acción del viento, al transportar el humo, generan problemas a ciertas distancias de la conflagración. Así, por la ubicación geográfica de los Cerros Orientales de Bogotá, es necesario diferenciar las mismas, como se muestra a continuación:

- ✓ Zona directa: o también conocida como área de estudio, es el territorio rural donde se presenta directamente el fuego, generando impactos adversos sobre el agua, el aire, la fauna, la flora, el suelo, la atmósfera, el paisaje y el mismo hombre.
- ✓ Zona indirecta: corresponde al casco urbano de Bogotá, en donde las repercusiones del incendio se presentan principalmente en el aire y en el hombre⁹⁸.

Para aplicar la definición de riesgo, se construyó el marco conceptual sobre el cual debería girar el presente estudio, basados en determinar cual es el “sujeto” que se menciona en la definición de vulnerabilidad.

El modelo utilizado toma como punto de partida que la base de actualización está en el modelo DPAE 2002, entendiéndolo como un esquema propio, que contiene variables con información cartográfica asociada a incendios forestales en los Cerros Orientales, la cual se encuentra disponible en diversas entidades del Estado y que por tanto, su actualización resulta oportuna, confiable y alcanzable a la disponibilidad del conocimiento específico que se tiene en la actualidad.

El ejercicio pone el tema de incendios forestales en igualdad de condiciones con los demás fenómenos que se presentan en Bogotá D.C., los cuales han venido incorporando de forma individual los lineamientos de UNESCO y UNDRO.

⁹⁸ Para efectos del ejercicio, se asume que dentro de la zona de estudio si existe población, pero no se analizan puntualmente, sino que desde el punto de vista espacial, se asocian a las categorías establecidas anteriormente, en el que se expresa que existe una zona urbana, un área construida y construcciones.



Con la actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal, se busca identificar áreas que con base en los conceptos de amenaza y vulnerabilidad, presenten similares condiciones. Para afinar el modelo, se utilizará el mapa de ocurrencia histórica, entendiéndola como la materialización de las condiciones que favorecen la aparición y propagación del fuego en los ecosistemas. Por tanto, se acepta que la ocurrencia es de por sí una “zonificación natural” del fenómeno y que el éxito del presente estudio está en la habilidad con que el consultor pueda interpretar esos datos, para identificar otras zonas que potencialmente tengan las mismas características.

El nuevo esquema hace un análisis de amenazas utilizando el método semi – cuantitativo (que identifica peligros de manera comparativa en procesos similares), empleando las técnicas de zonificación de evaluación de expertos (utiliza el conocimiento de un experto sobre un sitio específico) y de evaluación semi – cuantitativa (asigna una calificación a cada parámetro y mediante el cruce sistemático de los mapas temáticos se obtiene una calificación a partir de la cual se definen los diferentes niveles de amenaza), en el que los elementos bajo riesgo son la vegetación, el agua, las edificaciones y las obras civiles, entre otras.

La amenaza es la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un incendio forestal, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada.

Para determinar la amenaza por incendios forestales se agruparon todas variables que intervienen en esta, tales como temperatura, precipitación, brillo solar, evaporación, velocidad y orientación del viento, pendiente, geomorfología y actividades antrópicas, se agruparon todas las variables mediante cuatro (4) métodos, cada uno con análisis estadístico tipo percentil y cluster, dando como resultado que los datos se agrupan mejor en el método 3 - Análisis de frecuencias por rangos y bajo el análisis tipo percentil, el cual fue seleccionado como mapa de Amenaza, debido a que de forma comparativa, agrupa la mayor cantidad de incidentes, con la menor superficie posible.

Las zonas de amenaza baja se localizan en la parte alta de los Cerros, especialmente en el sector del páramo de Cruz Verde y de El Verjón Bajo; las zonas de media hacen un pequeño tránsito, para finalmente terminar en las zona de alta amenaza, ubicadas cerca al casco urbano, especialmente en las Localidades de Santa Fe y Chapinero y primordialmente en las partes más bajas, todo ello debido principalmente a la combinación de factores climáticos y a la mayor influencia antrópica.

La vulnerabilidad es la característica propia de un elemento (cultivo, pasto, caserío, vivero) o grupo de elementos (varios de estos) expuestos a una amenaza (incendio forestal), relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza (se sucede un incendio forestal).

La vulnerabilidad por incendios forestales en los Cerros Orientales resultó de la combinación de información sobre el Mapa de Cobertura realizado por la CAR, buscando



incorporar criterios físicos, económicos, políticos y sociales a la gran base ambiental que allí se identifica.

Con base en el concepto de vulnerabilidad se denota la importancia de proteger las zonas con coberturas vegetales nativas, especialmente el páramo de Cruz Verde, y los bosques del sector de Torca, así como la parte alta de los sectores de Rosales (Chapinero) y Yomasa (Usme), donde aún persisten algunos relictos de especial interés. Así mismo, se debe proteger toda la infraestructura, cuyas medidas se sugieren en la sección denominada recomendaciones de manejo – edificaciones.

El riesgo es el daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura y el ambiente, pueda causarse por la posible ocurrencia de un incendio forestal.

En el presente modelo, para la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad, se encontró que teóricamente existen setenta y dos (72) opciones matemáticas de fusión de los factores, las cuales se analizaron en su totalidad, encontrando que la alternativa veintidós (22) es la que resulta más conveniente, por cuanto, los resultados obtenidos se ajustan al comportamiento de la ocurrencia histórica de conatos e incendios forestales en Bogotá D.C., escogiéndola como matriz de decisión de la variable riesgo.

Las zonas de mayor riesgo están ubicadas cerca al casco urbano, siendo de especial relevancia los sectores de Torca y las microcuencas de Bosque de Pinos, Contador, Trujillo y Santa Ana en Usaquén, parte de los cerros El Cable, Monserrate y Guadalupe en las Localidades de Chapinero y Santa Fe y la parte baja de la cuenca del río San Cristóbal.

Al mapa resultante y mediante la modalidad de calificación de expertos, se aplicaron técnicas visuales de homogenización de resultados, tendientes a evitar la presencia de polígonos de muy poco tamaño.

El mapa de riesgo, como resultado final del ejercicio, desarrollado mediante la herramienta SIG, generó el inconveniente de que a pesar de que la unidad mínima de mapeo es de 2.500 m², como la zonificación es de tipo vectorial, cuando se combinaron las variables se generaron múltiples áreas (más de diez mil (10.000)) menores a ese tamaño, que a la hora de interpretar los resultados y de orientar la inversión del Estado, arrojan ventajas y desventajas.

En el primer caso, el mapa permite analizar casos muy detallados como la infraestructura (que ocupan superficies muy pequeñas – como en el caso de las antenas). En segundo lugar, esta situación conlleva a que los lugares que requieren de intervención de la cobertura vegetal se tornen menos visibles, debido al fraccionamiento de los mismos. Por ello, se buscaron alternativas para satisfacer los niveles detallados (mapa inicial) y generales (agrupados).

Con el fin de construir un mapa más agrupado y representativo se utilizaron técnicas para eliminar detalles superfluos o innecesarios para la escala del mapa. En este caso, para los mapas resultantes se utilizó la técnica de agregación de áreas en otras de mayor



tamaño con el software ArcGIS 9.3. Esto tiene las ventajas que reduce la cantidad de datos, minimiza el tiempo de espera en la visualización del mapa y evita sobrecargas en los recursos de la maquina.

Sin embargo, al hacerlo, se puede estar eliminando polígonos que contienen los datos relacionados con la infraestructura y las edificaciones existentes. Por tanto, para estos casos específicos, debe utilizarse el Feature Class de la Geodatabase IncendiosForestales2009.gdb llamado Modelo_Incendios_Forestales, el cual está descrito en el catálogo de objetos y contiene todos los elementos cartográficos del modelo, con sus respectivas ponderaciones y calificaciones.

En conclusión, se entregan los dos archivos a DPAAE, pero su utilización debe ser decidida por quien quiere efectuar algún tipo de consulta.

7.2 CONTRASTE DE LOS MODELOS 2002 Y 2009

En el cuadro No. 28 se muestra el resultado final del análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Incendio Forestal para los Cerros Orientales de Bogotá, de conformidad con la metodología expuesta en el cuadro No. 3, indicando la cantidad de incidentes que se agruparon en cada categoría, así como la superficie vinculada a cada una de ellas, como producto de la utilización de la plataforma SIG. Así mismo, se hace una comparación de los resultados, con respecto al modelo 2002, encontrando lo siguiente:

Cuadro No. 28 Consolidado final de la cantidad y la superficie afectada por conatos e incendios forestales para cada categoría, según los cruces en el SIG

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN	AMENAZA		VULNERABILIDAD		RIESGO	
			2002	2009	2002	2009	2002	2009
ALTO	3	INCIDENTES	67	91	59	21	44	64
		SUPERFICIE (ha)	3845,83	3996,17	7882,43	4802,29	2172,61	3393,06
MEDIO	2	INCIDENTES	9	45	29	69	28	58
		SUPERFICIE (ha)	3506,67	3618,93	6486,86	3417,45	3261,01	6313,73
BAJO	1	INCIDENTES	18	16	1	62	17	30
		SUPERFICIE (ha)	7698,4	5644,8	808,54	5040,17	9332,25	3553,12
Área construida (0)		INCIDENTES			5		5	
		SUPERFICIE (ha)			297,04		297,04	
TOTALES		INCIDENTES	94	152	94	152	94	152
		SUPERFICIE (ha)	15050,9	13259,9	15177,83	13259,91	14765,87	13259,91
			2009					
		Área Construida	128					
		Construcciones	90					
		Zona Urbana	132					
		Zona forestal	13.262					
		Área Estudio	13.612					



En el Mapa No. 30 se muestra las áreas de cobertura de la zona de estudio de 2002 y 2009, encontrando que el modelo 2009 es más pequeño, debido a que no tuvo en cuenta dos sectores planos, el primero, al norte en la zona de Torca, que corresponde a unos predios rurales, muy cercanos a la carrera 7, pero que no son parte de los cerros, mientras que el segundo es en el sur, en las veredas de Olarte y Los Soches, que tienen una muy pequeña parte dentro de la zona geográfica de cerros, pero que no son área protegida.

A continuación se procede a efectuar el análisis del cuadro No. 28, así:

- ✓ El modelo 2009 tiene menor área de estudio y mayor cantidad de incidentes para calibrar el modelo.
- ✓ El modelo 2009 determina la zona forestal sobre la que se desarrolla el modelo, pero dejando claro que existen edificaciones que en conjunto suman aproximadamente 350 ha y que eventualmente podrían salir afectadas por el fuego.
- ✓ En la amenaza 2009, en la calificación Alto y Medio aumenta la superficie y a su vez agrupan la mayor cantidad de incidentes, pese a que el área de estudio es menor, lo cual refleja la mayor precisión del modelo, con respecto a la ocurrencia histórica.
- ✓ En la vulnerabilidad, la cantidad de incidentes y la superficie afectada disminuye, debido a que en la concepción del modelo 2009, se buscó calificar la posibilidad de que aparezca el incendio forestal. Con ello, la vulnerabilidad refleja la exposición al fenómeno, independientemente de su lugar de aparición.
- ✓ En el riesgo 2009, en la calificación Alto y Medio aumenta la superficie y a su vez agrupan la mayor cantidad de incidentes, pese a que el área de estudio es menor, lo cual nuevamente vuelve a reflejar la mayor precisión del modelo desarrollado, con respecto a la ocurrencia histórica.

7.3 VENTAJAS Y LIMITANTES DEL MODELO 2009

Aunque a medida que se van mencionando las variables empleadas se fueron citando las ventajas y las limitaciones del presente ejercicio, se considera necesaria su recopilación, tendiente a tener claridad sobre las restricciones técnicas del estudio, así:

Todos los mapas empleados en la zonificación no se utilizan directamente en el ejercicio, sino que algunos son una interpretación del mismo para adecuarlo al fenómeno, por cuanto no existen fuentes directas en incendios forestales y su uso resulta importante para avanzar en el conocimiento de la problemática (como ejemplo se puede citar el ecoturismo, en el sentido que ninguna entidad posee mapas con datos de cuantas personas lo hacen y a que lugares se dirigen).

En el cuadro No. 3 se mostró cuales mapas fueron utilizados como fuente directa en la zonificación y cuales necesitaron de una interpretación y ajuste para poder realizar el



análisis. Como anotación especial se tiene que la mayor cantidad de información se produjo después de 2002, época en la que se realizó el anterior ejercicio.

En su desarrollo, se concluyó que se requería de la formulación de una metodología propia, que incorporara los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y los orientara hacia la solución de la problemática de incendios forestales en la capital. Para ello, se agruparon y se complementaron algunos mapas realizados previamente por otras entidades distritales para contar con una cobertura total sobre los Cerros, pero en ningún caso, se generó un mapa que sirviera como fuente directa.

Son casi nulas las referencias bibliográficas sobre la definición del concepto de riesgo (según las definiciones de Naciones Unidas), aplicadas a los incendios forestales. En este orden de ideas, a excepción de la zonificación DPAE 2002, tampoco existen documentos concebidos para Bogotá D.C.. Actualmente no se dispone de una única herramienta que permita unificar todas las variables y con ello, se proporcione una visión total del riesgo por incendio forestal. Adicionalmente, hay una escasa o nula información específica de la incidencia de cada una de las variables en la ocurrencia de incendio forestales en Bogotá D.C..

Es escasa la información cartográfica detallada de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá, especialmente la relacionada con población y lugares de interés, que permitan diseñar un experimento más integral o incluso, utilizar alguna de las metodologías diseñadas en otros países (aunque estas no utilizan los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo).

El actual modelo es mucho más completo que el realizado en el 2002, en términos de nivel de detalle de las variables incluidas y en los mecanismos para la combinación de las mismas, que finalmente es lo que determina los distintos factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Así mismo, se considera que es más preciso⁹⁹ debido a que para la calibración del modelo, la cantidad de incidentes aumentó en aproximadamente 50% (se pasó de 95 a 152). En el cuadro No. 29 se muestra la fecha y las entidades que han georeferenciado los incendios forestales.

Resulta complejo sintetizar en un esquema, un conjunto de variables tan distintas entre sí. Sin embargo, se dispone de un modelo propio, con mayores elementos de análisis, en los que los mapas de ocurrencia histórica juegan un papel fundamental para la calibración del modelo. Si estos fueran de tipo polígono, se tendría mayor precisión sobre el comportamiento local del fenómeno.

La calificación de las variables es completamente subjetiva, según la experiencia del consultor, razón por la cual otros profesionales pueden realizar sus propias interpretaciones.

⁹⁹ En el sentido de que incorpora la variable e ocurrencia histórica, aunque esta puede traer inmersa algunos errores debido a que la información se ha capturado en distintos tiempos y por diferentes entidades, tal como lo muestra el cuadro No. 30.



Cuadro No. 29 Época y entidades que han elaborado los mapas de los incendios forestales atendidos en el Distrito Capital

ITEM	AÑO DE OCURRENCIA DEL INCIDENTE	AÑO DE ELABORACIÓN DEL MAPA	ENTIDAD ENCARGADA DE GEORREFERENCIAR Y ELABORAR EL MAPA
1	1995	1998	DPAE
2	1996		
3	1997		
4	1998		
5	1999	2000	Secretaría Distrital de Ambiente
6	2000	2000	
7	2001	2001	
8	2002	2002	Jardín Botánico José Celestino Mutis
9	2003	2003	Secretaría Distrital de Ambiente
10	2004	2004	
11	2005	2005	
12	2006	2006	
13	2007	2007	
14	2008	2008	
15	2009	2010	Cuerpo Oficial de Bomberos

Algunos de los mapas de clima sólo cuentan con tres (3) unidades en su leyenda, lo que lleva inmediatamente a que cada una se califique dentro de cada uno de los rangos de Alto, Medio y Bajo.

El modelo propuesto tiene una alta base en el componente meteorológico, del cual se puede obtener mayor información en el Anexo C – Bases técnicas para la alerta por incendio forestal. Sin embargo, a continuación se hará un recuento sobre el tema.

De conformidad con el marco conceptual precedente, las variables meteorológicas que inciden en los incendios forestales están relacionadas con las que afectan la posibilidad de inicio del fuego (radiación solar, precipitación, temperatura del aire y humedad relativa) y las que inciden en la velocidad de propagación (velocidad y dirección del viento).

En el año 2002, la DPAE elaboró la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las Medidas Preventivas y Operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C., en cuyo capítulo de diseño de las medidas preventiva y operativas, en el componente de evaluación de la amenaza, estableció que



“el clima es la principal característica física que favorece los incendios forestales, ya que la pendiente y la morfología no se pueden modificar. En la actualidad existen pocas estaciones climatológicas a lo largo y ancho de los Cerros y cada una de ellas evalúa distintos parámetros, de acuerdo con los intereses de su propietario. Por eso, se debe hacer el montaje de terminales que hagan el monitoreo de los factores de Temperatura, Precipitación, Humedad relativa, Brillo solar, Radiación y Viento (Velocidad y Dirección)”¹⁰⁰.

Así mismo, como parte de su gestión, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), suscribió con el IDEAM, el Convenio de Cooperación No. 550/04, en el que se elaboró el Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo. Mediante esta investigación se “dio a conocer la situación actual y los aspectos concernientes con el clima y las condiciones meteorológicas existentes en el área de estudio, así como las condiciones, seguimientos y generalidades de las diferentes variables y parámetros que influyen en el comportamiento del clima”¹⁰¹ en el área de Bogotá y la cuenca alta y media del río Tunjuelo.

El estudio identificó que existen “datos meteorológicos de las estaciones de la EAAB, SDA, FOPAE, CAR e IDEAM, las cuales conforman la red meteorológica oficial existente en la ciudad de Bogotá; una vez realizado el inventario de las estaciones que opera cada institución, se obtuvo una red de 103 estaciones meteorológicas, entre climatológicas y pluviométricas, de las cuales 33 estaciones son propiedad de la EAAB, 11 estaciones de la Secretaría Distrital de Ambiente, 8 estaciones de la CAR, 10 estaciones del FOPAE y 41 estaciones del IDEAM”¹⁰².

Utilizando la definición de ecosistema, se tiene que cada uno de estos posee unas características climáticas específicas, que están influenciadas por la ubicación de Bogotá en la zona tropical y en la cordillera de los Andes, motivo por el cual se considera que estos deben contar con la suficiente cantidad de estaciones climatológicas que permitan caracterizar la región, máxime cuando los biomas de alta montaña son tan escasos y están siendo fuertemente intervenidos.

En este mismo sentido, la gestión del riesgo por incendio forestal debe ser de tipo preventivo, situación que conlleva a que dentro de los factores meteorológicos se le otorgue mayor importancia a los que favorecen el inicio del fuego, dentro de las cuales es la temperatura la que tiene mayor relevancia.

¹⁰⁰ TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las Medidas Preventiva y Operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2002, p.129.

¹⁰¹ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.9.

¹⁰² FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.15.



Al analizar la ubicación de las estaciones meteorológicas, se denotan varios escenarios, así:

- ✓ La mayor cantidad de ellas está dentro de la zona urbana.
- ✓ Hay zonas del distrito que no cuentan con estaciones propias y por tanto, su caracterización se hizo con base en las estaciones de otros municipios, lo cual es una situación que debe ser revisada con mayor detenimiento, por cuanto en las Localidades de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz se concentra la mayor porción del Sistema Distrital de Áreas Protegidas, donde se halla un Parque Nacional Natural.

Aunque en una evaluación general de tipo exploratorio el consultor considera que la cantidad de estaciones que miden la variable temperatura es aceptable, se debe tener en cuenta que esta disminuye a medida que se va ascendiendo. En este sentido, la investigación de estabilidad climática señala para la zona rural (sin Sumapaz) que “la elevación sobre el nivel del mar, se encuentra entre los 2510 msnm y los 3780 msnm”¹⁰³, en el que se denota una diferencia altitudinal de 1.27 Km.

Luego, la misma publicación reporta que “la temperatura con la elevación disminuye normalmente con un gradiente teórico de 6,5°C/kilómetro. Para el caso del área de estudio, se obtuvo un gradiente aproximado de 6.5°C/700 metros, el cual es superior al teórico; sin embargo, es necesario contar con mayor información de las elevaciones entre 2800 y 3200 msnm, a fin de calibrar la curva significativa para dicha área”¹⁰⁴.

Así, al utilizar el primer gradiente se concluye que existe una diferencia aproximada de 8°C entre los dos puntos extremos de altura (alto y bajo), lo cual, en sitios con temperaturas medias que oscilan entre 4 a 13 °C, denota una alta variabilidad climática, en la que se deben presentar considerables diferencias en biodiversidad y por ende, requieren de un mayor monitoreo, realizado con una mejor distribución de las estaciones meteorológicas.

Considerando que el Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo es el documento que reúne la mayor información climática de las zonas rurales de Bogotá D.C., se observa que allí se reporta la existencia de varios tipos de estaciones, así:

❖ Red Climatológica

“Se compone de estaciones que realizan observaciones de temperatura, viento, humedad relativa, precipitación, evaporación y radiación, durante períodos largos para conocer la distribución más común y las características más frecuentes de las normales climatológicas.

¹⁰³ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.10.

¹⁰⁴ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.19.



❖ Red Pluviométrica

Es el conjunto de estaciones donde se mide la precipitación de una región, tanto espacial como temporal, con el fin de determinar la normal climatológica de precipitación para una localidad determinada”¹⁰⁵.

Por lo anterior, se observa que las redes climatológicas son las que deben ser empleadas para el monitoreo de las variables meteorológicas que inciden en la ocurrencia de incendios forestales. Sin embargo, al revisar cuántas de estas existen en las zonas rurales, en la sección de metodología y análisis de la información del citado documento se encontró lo siguiente:

“Se utilizaron los datos de 33 estaciones de la EAAB, 11 estaciones del SDA, 8 estaciones de la CAR, 10 estaciones del FOPAE y 41 estaciones del IDEAM. Se seleccionaron aquellas con registros más extensos, que presentaran por lo menos treinta (30) años de series de precipitación y un mínimo de 10 años en los demás parámetros. La condición anterior redujo significativamente el número de estaciones, dado que la mayor parte no ofrecía tales garantías; sin embargo, se acogieron algunas con series superiores a 10 años para efectos de comparación, verificación, estabilidad de las series, correlaciones y análisis estadísticos de los diferentes datos conducentes a la complementación y ajustes de la información. Finalmente, se seleccionaron para la representatividad del estudio 26 estaciones meteorológicas, de las cuales 23 disponían de información de precipitación completa y 12 de éstas complementaban lo referente a la información climatológica de los demás parámetros en el área. Las estaciones representativas en el área de estudio se muestran en la Tabla N° 1”¹⁰⁶

Al analizar la anterior referencia se pueden hacer las siguientes precisiones:

- ✓ De un total de 103 estaciones existentes, sólo 26 tienen los años de registros necesarios para los análisis meteorológicos.
- ✓ De las 26 estaciones utilizadas, sólo 12 son de tipo climatológica ordinaria (CO) y climatológica principal (CP), que son las que miden las variables meteorológicas de interés para incendios forestales. Sin embargo, cabe la pregunta de ¿cuántas de las estaciones restantes son de tipo climatológico?

¹⁰⁵ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.11.

¹⁰⁶ FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007, p.12.



A pesar de que en el Estudio de Estabilidad Climática se identificó que 26 estaciones cumplen con las condiciones necesarias para que sus datos sean evaluados, cuando se procede a realizar el análisis de cada variable, se encuentra que estos se hicieron con los registros de menor cantidad de estaciones, así:

- ✓ Temperatura: 8 estaciones (fuente: Tabla No. 2 – página 14).
- ✓ Humedad: 11 estaciones (fuente: Tabla No. 3 – página 20)
- ✓ Brillo: 8 estaciones (fuente: Tabla No. 4 – página 24).
- ✓ Radiación: 1 estación (fuente: página 26).
- ✓ Evaporación: 5 estaciones (fuente: Tabla No. 5 – página 27).
- ✓ Nubosidad: 1 estación (fuente: página 26).
- ✓ Precipitación: 23 estaciones (fuente: Tabla No. 7 – página 34).
- ✓ Vientos: 14 estaciones (fuente: página 56).

Así mismo, variables como humedad, radiación, evaporación y nubosidad, aunque son analizados dentro del texto, no presentan un mapa que pueda ser utilizado en la actualización de la zonificación.

La anterior situación deja en claro lo siguiente:

- ✓ Todos los parámetros necesarios para el monitoreo meteorológico para incendios forestales se están realizando.
- ✓ No hay una directriz central que establezca la necesidad de evaluar las variables relacionadas con incendios forestales.
- ✓ La densidad de estaciones que miden unas variables son muy bajas.

Entidades como la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), la Secretaría Distrital de Ambiente y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) poseen estaciones meteorológicas en la zona urbana y rural de Bogotá D.C., motivo por el cual se debe verificar cuales variables están monitoreando y cuáles son sus años de registros, con miras a determinar la utilidad de los datos capturados, para su aplicación en incendios forestales.

Finalmente, corresponde a DPAE, liderar el proceso para que junto con la Secretaría de Ambiente, Acueducto y a ella misma, el analizar con más detalle la oportunidad del servicio de monitoreo y pronóstico, por parte de profesionales de la meteorología, sin olvidar el concepto acá plasmado, referido a la necesidad de contar con datos locales para la alerta por incendios forestales en Bogotá, con énfasis en el Sistema Distrital de Áreas Protegidas.

Por otro lado, también se debe agregar que el componente de vulnerabilidad no incorporó conceptos operativos. Al respecto, Drabek, 1986, señala que “la vulnerabilidad no puede ser medida ni medirse sin hacer referencia a la capacidad de la población en cuestión de absorber, responder y recuperarse del evento”¹⁰⁷.

¹⁰⁷ MASKREY, Andrew. Navegando entre brumas, La Red, 1998., p. 14.



Bajo la óptica de las operaciones, los ecosistemas están expuestos en dos sentidos, en el primero, en que la población Colombiana se organizó bajo un modelo democrático, basado en las instituciones, las cuales tienen su propia vulnerabilidad política (alto grado de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental lo cual impide una mayor cantidad de acciones – Wiches, 1993) e institucional (reflejada en la obsolescencia y rigidez de las instituciones – Wilches, 1993). En este sentido, la extinción de incendios forestales depende de la capacidad de contar con personal, herramientas, equipos, capacitación, procedimientos y entrenamiento, los cuales son suministrados por las entidades que participan en la atención y como todos ellos se integran de forma efectiva, manifestados a través de los tiempos de respuesta.

En segundo lugar, el control y extinción del fuego se hace mediante enfriamiento, ahogamiento o sofocamiento y eliminación de combustible, motivo por el cual debe incorporarse en el análisis de vulnerabilidad, elementos como disponibilidad de agua y rendimientos en la construcción de líneas de defensa, entre otros.

Por último, en la aplicación de los resultados del presente estudio debe tenerse en cuenta las orientaciones de Cardona, en lo relativo a aspectos conceptuales involucrados en los análisis de riesgos, que incorpora:

“Alcance y resolución de los estudios (la consistencia entre los niveles de resolución posibles de obtener en cada etapa de la evaluación y la importancia económica y social de los elementos expuestos).

Riesgo aceptable (cuanto está dispuesto a perder la sociedad).

Protección e incertidumbre (es muy incierto evaluar pérdidas futuras)¹⁰⁸.

¹⁰⁸ CARDONA ARBOLEDA, OMAR DARÍO. PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES: CURSO DE REDUCCIÓN DE RIESGOS Y PREPARATIVOS PARA EMERGENCIAS. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. BOGOTÁ, 1996.



8. REVISIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y OPERATIVAS

La revisión de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá se realizará de conformidad con las líneas de acción identificadas en el Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias (PDPAE), así:

8.1 ORGANIZACIÓN PARA LA GESTIÓN

En la zonificación del 2002, no se incluyó la necesidad de fortalecer la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. Así mismo, el trabajo realizado desde 1996 ha permitido consolidar la organización, pero aún no logra desarrollar acciones públicas de forma continua en toda la zona rural distrital.

Teniendo en cuenta que la Comisión cuenta con el respaldo jurídico de un Decreto nacional y de otro local se considera que su diseño institucional es el mejor mecanismo para el mejoramiento del mandato asignado. Por ello, se debe trabajar en los siguientes aspectos:

8.1.1 SISTEMA ORGANIZACIONAL

Con la expedición del Decreto Distrital No. 146/05, se adicionó el Decreto Distrital No. 332/04, incluyendo la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales como parte del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE).

De otro lado, el artículo 33 del Acuerdo 257/06, estableció las instancias de coordinación de la administración del Distrito Capital, en el que si bien, no se derogó al Decreto 332/04, se hace necesario articular las Comisiones Interinstitucionales del SDAPE a la estructura allí propuesta.

Dicho Acuerdo, contempla unas instancias puntuales en las cuales el tema no puede entrar debido a la misión para lo cual fueron creados¹⁰⁹. En dicho marco, las posibilidades de manejo, están relacionadas con las Comisiones Intersectoriales y los Consejos Consultivos. Bajo esta lógica, se plantean dos (2) alternativas, así:

8.1.1.1 Opción 1

A la luz del Decreto Distrital 546/07, se puede crear una Comisión para la Gestión del Riesgo, como la decimoquinta Comisión Intersectorial, la cual agrupe a todo el SDPAE.

¹⁰⁹ Tales como el Consejo de Gobierno Distrital, el Consejo Distrital de Seguridad, los Consejos Superiores de la Administración Distrital, los Comités Sectoriales de Desarrollo Administrativo y los Consejos Locales de Gobierno.



En dicho marco, dentro de la Comisión, funcionarán como Comités asesores, las actuales comisiones interinstitucionales del SDPAE (aunque estos no hacen parte de la nueva propuesta – pero tampoco significa que no se puedan concebir de dicha forma).

En este sentido, el SDPAE mantendría un nivel jerárquico alto dentro de la estructura orgánica del Distrito y conservaría sus espacios técnicos y operativos, propios para el cumplimiento del objeto de su creación, y manteniéndose un poco alejado de las presiones políticas.

8.1.1.2 Opción 2

Que el Comité Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias, máxima instancia del SDPAE se convierta en una Comisión Intersectorial, apoyada por las seis (6) Comisiones Interinstitucionales del SDPAE, las cuales adoptarán la modalidad de Consejo Consultivo.

Bajo esta óptica, se vislumbra que el SDPAE elevaría su nivel jerárquico dentro de la estructura orgánica de Bogotá, pues todos sus espacios estarían respaldados dentro del marco organizacional del Distrito. Sin embargo, se tiene el inconveniente que en la formulación y ejecución de políticas públicas, cuando los temas tienen mayor visibilidad, entonces tienden a ser dirigidos desde la visión política, perdiendo la concepción técnica y operativa que se tiene hoy día, como producto de casi veinte (20) años de acción pública específica.

8.1.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN

El sistema de información vigente corresponde a las definiciones¹¹⁰ de Quema, Conato e Incendio Forestal, adoptadas por la Comisión en 1999¹¹¹. Para su registro, se implementó una Base de Datos que la Secretaría Distrital de Ambiente elaboró para tal fin, la cual empezó a ser diligenciada a partir de 1999, y cuya consolidación de la información efectuó hasta mediados de 2009, la Secretaría Distrital de Ambiente y cuya responsabilidad es hoy día de UAECOB.

Si bien es cierto, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), elaboró el Formato Unificado para el Reporte de Incendios Forestales (RUIF), el cual fue adoptado en el Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas (PNPCIFRA), el que posee el Distrito es más completo y está acompañado del Mapa, el cual es la variable más importante para realizar la zonificación de riesgo por incendio forestal.

¹¹⁰ Se asume que lo importante son las definiciones acordadas e implantadas durante una década y que la Base de Datos simplemente es el mecanismo para facilitar el almacenamiento de los datos.

¹¹¹ Ver la sección de incendios forestales descrita en el marco de referencia del presente estudio.



Al respecto, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Hoy día, existe disponibilidad de información cartográfica digital para las zonas rurales de Bogotá, lo cual no existía en 1999, cuando se elaboró el formulario que dio origen a la Base.
- ✓ La Base de Datos debe ser revisada, por cuanto sólo almacena información general, sin tener en cuenta los elementos operativos utilizados en cada incidente forestal.
- ✓ Lo importante no es la Base de Datos, sino las definiciones adoptadas, pues es lo que permite hacer comparaciones a través del tiempo, mientras que la Base es simplemente un mecanismo de almacenamiento de la información.
- ✓ Al producirse un cambio en los parámetros de las definiciones, se debe adoptar un mecanismo de captura de la información, pues la base actual no podría continuar en las condiciones en las cuales fue diseñada.

Sin embargo, al no seguir empleando esta herramienta, se debe buscar un mecanismo que permita recolectar toda la información producida por las diferentes entidades, tales como Bomberos, DPAE y Secretarías de Salud y Ambiente, entre otras, con miras al fortalecimiento de esta la labor.

Por último, es de recordar que en el Plan de Acción 2009 - 2011 de la Comisión, se estableció la actividad denominada “Establecer una metodología para el registro y sistematización de información operativa y técnica sobre la atención de eventos críticos”, a cargo de DPAE, la cual debe recoger estas necesidades de documentación.

8.1.3 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

El fortalecimiento institucional de la gestión del riesgo por incendios forestales es el principal mecanismo que se debe desarrollar para incorporar la acción pública en la zona rural de Bogotá D.C., tarea que puede orientarse así:

8.1.3.1 De la Comisión

En el artículo 2 del Decreto Distrital No. 146/05 se establece como está conformada la Comisión, la cual obedece a la estructura planteada en el artículo 11 del Decreto Nacional No. 2340/97 del ahora Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Sin embargo, esta estructura no facilita la descentralización de la gestión, ya que por la naturaleza de los incendios forestales, estos incidentes se presentan en la zona rural, pero en la Comisión, espacio en el que se discuten las alternativas de manejo, no se encuentran las Localidades, las cuales son parte de la estructura orgánica del Distrito Capital, con funciones en el área ambiental y en la prevención y atención de desastres.

Por lo anterior, se recomienda actualizar la conformación de la Comisión, permitiendo que las Localidades que poseen zona rural y/o espacios naturales de especial importancia, pertenezcan a la misma, tales como:



- ✓ Alcaldía Local de Usaquén.
- ✓ Alcaldía Local de Chapinero.
- ✓ Alcaldía Local de Santafé.
- ✓ Alcaldía Local de San Cristóbal.
- ✓ Alcaldía Local de Usme.
- ✓ Alcaldía Local de Ciudad Bolívar.
- ✓ Alcaldía Local de Sumapaz.

Aunque no poseen zona rural, eventualmente, podrían hacer parte de la Comisión:

- ✓ Alcaldía Local de Suba.
- ✓ Alcaldía Local de Rafael Uribe¹¹².

Esta situación se ampara en:

- ✓ Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá: TÍTULO IV - PARTICIPACIÓN DE LAS ALCALDÍAS LOCALES EN LA GESTIÓN, APLICACIÓN, EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y CONTROL SOCIAL DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ, y de forma específica en la implementación del artículo 59, que establece la necesidad de fortalecer a las Alcaldías Locales.
- ✓ Decreto 101 de 2010 "Por medio del cual se fortalece institucionalmente a las Alcaldías Locales, se fortalece el esquema de gestión territorial de las entidades distritales en las localidades se desarrollan instrumentos para una mejor gestión administrativa y se determinan otras disposiciones".

En la actualidad, entre las múltiples funciones que poseen las Alcaldías Locales están las relacionadas con medio ambiente y con desastres. En el primer caso, dictan los actos y ejecutan las operaciones necesarias para la protección, recuperación y conservación de los recursos naturales y el ambiente, con sujeción a la ley, a las normas nacionales aplicables y a los acuerdos distritales y locales. En segundo lugar, lideran los Comités Locales de Emergencia (CLE).

Sin embargo, resulta de mayor importancia que como las entidades vienen realizando procesos de desconcentración de su gestión, no se confunda el ejercicio de esta tarea en el nivel local con las funciones de la Alcaldía Local, para lo cual, en caso de adoptar la sugerencia de organización acá propuesta, la DPAE debe hacer una fuerte labor de divulgación del espíritu de la norma que desea invocar, tendiente a generar corresponsabilidad en la gestión del riesgo por incendio forestal en el nivel local.

8.1.3.2 De la gestión

La política pública de incendios forestales en Colombia se rige por el Plan Nacional para la Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas (PNCIFRA), el cual estableció que "las Corporaciones Autónomas Regionales y de

¹¹² Allí se localiza el Parque Ecológico Distrital de Alta Montaña Entrenubes.



Desarrollo Sostenible, en coordinación con las gobernaciones y alcaldías, estructurarán e implementarán los Planes de Contingencia Regionales y Municipales”¹¹³

Para que los municipios pudieran dar cumplimiento a este alcance, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), elaboró en 2008, la Guía para la Formulación de Planes de Contingencia en Incendios Forestales. Al analizar su contenido, este se confunde ya que lo plantea como si fuera como un Plan de Emergencia, pues con base en sus condiciones locales, busca diseñar programas para el manejo de la problemática a nivel territorial.

Por otro lado, desde 1998 el Distrito Capital viene elaborando el Plan de Emergencias por Incendios Forestales en Bogotá D.C., el cual se va actualizando cada vez que se considera necesario; en la actualidad está vigente el aprobado en el 2005.

Dentro del Plan de Emergencias, se cuenta con un Plan de Contingencia, que es el acuerdo previo que establecen las instituciones, para controlar la emergencia de forma inmediata y eficaz y para mitigar sus efectos. Como parte del Plan de Contingencia, en el 2007, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), elaboró el Protocolo Distrital de Respuesta a Emergencias por Incendios Forestales en Bogotá.

Para dar cumplimiento a la norma nacional, a comienzos de noviembre de 2008, la Secretaría Distrital de Ambiente inició la actualización del Plan de Emergencia, tomando como referencia el del 2005 y complementándolo, según la del Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (PDPAE) y con la estructura del Plan de Emergencias de Bogotá (PEB), documentos según los cuales Bogotá D.C. contará con un único Plan de Emergencias (el cual ya fue aprobado por la DPAE a través de la Resolución 137 del 10 de octubre de 2007 y cuyo contenido fue actualizado según la Resolución DPAE No. 004/09, todo ello según lo contemplado en el Decreto Distrital No. 332/04).

A finales de 2008, la Secretaría Distrital de Ambiente presentó a la Comisión, el documento titulado “Plan de Contingencia por Incendios Forestales en Bogotá, que consta de los capítulos de Escenarios de Riesgo, Preparativos, Respuesta, Revisión y Planos. Adicionalmente, se le incluyeron los capítulos correspondientes a Organización para la Gestión, Prevención, Mitigación y Restauración.

En la reunión No. 138 de la Comisión, llevada a cabo el Jueves 5 de marzo de 2009, la Comisión discutió la situación del Plan, llegando a la conclusión que para cumplir con el esquema nacional y distrital, se debe incluir un documento de incendios forestales como el Anexo 13 del Plan de Emergencias de Bogotá D.C., el cual toma como base el texto presentado a finales de 2008 por la Secretaría Distrital de Ambiente, al cual se le deben hacer algunos ajustes, para que cumpla con los lineamientos establecidos en los Anexos existentes hasta el momento.

¹¹³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, Diciembre de 2002, p.31.



De otra forma, en la actualidad, se viene ejecutando el Plan de Acción de la Comisión, el cual fue aprobado en la reunión No. 141, llevada a cabo el 2 de julio de 2009, en el que se incluyeron 56 subactividades, para ser desarrolladas en el período 2009 – 2011. En el Plan, se incluyeron 2 actividades relacionadas, la primera es el “Incorporar el componente de incendios forestales como el Anexo No. 13 del Plan de Emergencias de Bogotá D.C. (PEB)”, actividad a cargo de la DPAE, mientras que la segunda es la “Operativización del Plan de Contingencia para Incendios Forestales en sitios críticos, cuando se requiera (incluyendo Grupos de Respuesta Rápida)”, a cargo de Bomberos, quienes actualmente están desarrollando la misma.

Con respecto al Anexo 13, se tiene lo siguiente:

- ✓ En la reunión No. 143 de la Comisión, del 15 de octubre de 2009, se informa que la DPAE ya incluyó el tema de incendios forestales como el Anexo 13 del PEB.
- ✓ En la reunión No. 144 de la Comisión, del 5 de noviembre de 2009, en la sección de Acuerdos, Compromisos y Responsables, se manifiesta que DPAE se compromete a informar a las demás entidades, la ruta para ubicar el Anexo 13 en la página WEB del SIRE. Igual compromiso se adquirió en el Acta No. 145 del 9 de diciembre de 2009.

A manera de generalización de este componente, se puede establecer que hasta el momento, no se ha incorporado el tema de incendios forestales en el Plan de Emergencias de Bogotá, que permita responder ante el nivel nacional, de que cuenta con un plan de contingencia en incendios forestales.

En cuanto a los Planes de Contingencia para sitios críticos, la labor se consignó en el Plan de Acción de la Comisión, a cargo de Bomberos, se tiene que desde octubre a la fecha se han presentado dos propuestas, las cuales si bien no fueron rechazadas formalmente, las entidades presentaron unas observaciones que Bomberos aún no reporta como satisfacerlas, sino que dio inicio a un nuevo proceso participativo, que ya tiene acordado la tabla de contenido, pero que aún no arranca su elaboración.

Sobre el tema, hay que decir que sin importar lo largo del proceso y que aún no arroja resultados, estos planes son medidas puntuales para un sector del Distrito, pero no tiene cobertura distrital, lo que lleva a que estos documentos no puedan ser usados ante el nivel nacional.

La anterior condición lleva a que en la actualidad se pueda tener la siguiente doble interpretación sobre Bogotá:

- ✓ No tiene un Plan de Contingencia a nivel distrital, pues no hay ningún documento que posea ese título.
- ✓ El Plan de Emergencias vigente para el Distrito es el que se aprobó en 2005.

Finalmente, para articular las posiciones nacional y distrital, se tiene que con base en los lineamientos superiores, si se piensa bajo la lógica de los fines, el resultado es que el objetivo final promovido por el MAVDT, se encuentra que lo que se desea es fortalecer la gestión del riesgo por incendio forestal, y con ello, proteger de forma efectiva los recursos



naturales, para lo cual, ni el Plan de 2005 ni la Propuesta de 2008, contienen los suficientes elementos que permitan a las diferentes entidades, formular e implementar proyectos específicos en el Distrito, motivo por el que se debe ampliar su visión.

En este sentido hay que agregar de que a pesar que la Comisión viene gestionando proyectos desde octubre de 1996, aún la acción pública en incendios forestales no se ha descentralizado completamente, pues los programas no han llegado con toda su fuerza a las zonas rurales de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz, Localidades en las que se concentra la mayor cantidad de áreas naturales protegidas del orden distrital y de las nacionales localizadas en Bogotá, razón por la cual se hace necesario que entidades como Bomberos, Secretaría de Ambiente, Empresa de Acueducto y DPAE, realicen acciones puntuales en la zona, especialmente en lo relacionado con la prevención y respuesta a emergencias, para lo cual, desde el nivel distrital debe darse las bases que les permitan hacerlo.

Para tal efecto, se plantean dos posibilidades, así:

8.1.3.2.1 Opción 1

Tal como está planteado hoy día, se debe incluir el componente de incendios forestales como el Anexo No. 13 del Plan de Emergencias de Bogotá (PEB), del cual se pueden desprender dos (2) alternativas distintas. La primera es que el Anexo No. 13 tenga una fuerte relación con los demás capítulos del PEB, de tal forma que desde allí se plasme el Plan Distrital de Contingencia por Incendios Forestales y finalmente, los Planes de Contingencia para sitios críticos pasen a ser muy cortos y concretos para cada lugar en particular, o se desarrollen a nivel de procedimientos operativos normalizados (PON).

Una segunda interpretación está relacionada de forma casi contraria a la anterior, es decir que el Anexo No. 13 sea muy corto, de forma que los grandes desarrollos se plasmen en los planes de contingencia de los sitios críticos. Sin embargo, el consultor cree que este mecanismo no resultaría del todo operativo, pues conlleva a la especialización para la respuesta en cada sitio y considerando que son muchos los lugares y los niveles que se tendrían en cada zona, los planes resultarían complicados para su difusión y operación simultánea. Así mismo, las entidades tienden a planear según unidades administrativas, para lo cual la jurisdicción de cerro no pertenece a ninguna de ellas.

8.1.3.2.2 Opción 2

Desde la perspectiva individual, se considera que en la opción 1 citada anteriormente, el cumplimiento de los planes de contingencia pasa a ser de carácter voluntario por parte de cada una de las instituciones involucradas, lo cual no resulta beneficioso para la gestión, máxime cuando se está pensando en incorporar a las Localidades.

Por ello, se plantea que aprovechando que el Decreto Nacional No. 2340/97 genera responsabilidades a Bogotá, se elaborara un Plan Distrital para la Gestión del Riesgo por Incendio Forestal, que se derive de los Decretos 423/06, 146/05 y 332/04, el cual se expediría por Decreto Distrital y bajo el cual se buscaría llegar a las zonas rurales de las



Localidades de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz. Para su operativización, se necesitaría de un Plan de Acción (el cual ya existe) y de Presupuesto, el cual no necesariamente tiene que ser asignado, sino que puede corresponder al que actualmente cada entidad de la Comisión ejecuta de forma separada.

Esta situación se vería articulada con los alcances del TÍTULO III. - COMPONENTE RURAL, del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (POT) y con un verdadero esquema para la atención y prevención de desastres naturales y emergencias para el área rural, tal como se estableció en el Decreto 479/09.

8.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

En el momento, son varios los aspectos sobre el fenómeno de los incendios forestales que aún se desconocen, por lo que se sugiere trabajar en lo relacionado con:

- ✓ Evolución de la definición de incendio forestal y su política pública hacia incendios de la cobertura vegetal y análisis de su incidencia a nivel nacional, regional y local.
- ✓ Relación del aporte de los incendios forestales al cambio climático, máxime cuando Bogotá es una ciudad que cuenta con problemas en su calidad del aire.
- ✓ Interrelación de los efectos adversos de los incendios forestales en la flora, fauna, agua, aire, paisaje y hombre, con su respectiva distribución espacial.
- ✓ Determinación de la incidencia del humo producido en los incendios forestales con énfasis en la salud humana.
- ✓ Especificación de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá y su incidencia dentro del fenómeno.
- ✓ Distinción de las coberturas vegetales existentes en Bogotá, con sus respectivas características silviculturales.
- ✓ Fijación de las principales propiedades físicas y químicas del fuego y su comportamiento según la cobertura vegetal que se esté afectando.
- ✓ Establecimiento de un sistema de monitoreo meteorológico para la emisión de alertas.
- ✓ Designación de categorías de alerta y el nivel de organización para la respuesta asociado a cada una de las mismas.
- ✓ Identificación de los lugares de interés en los Cerros Orientales, con la respectiva cuantificación de frecuencias de visita y cantidad de personal, para apoyar los análisis de riesgos.



- ✓ Establecimiento de las causas de los incendios forestales.
- ✓ Disposición de los parámetros para la puesta en marcha de las medidas sancionatorias por la ocurrencia de incendios forestales.
- ✓ Fijación de los parámetros que en incendios forestales deben tenerse en cuenta para la exigencia de los estudios de análisis de riesgos, para su incorporación en los diferentes permisos que debe otorgar el Distrito Capital.
- ✓ Incorporación de conceptos de economía ambiental y/o economía de los recursos naturales ¹¹⁴, para la valoración de los daños ocasionados por los incendios forestales.

En otro sentido, se debe continuar con el análisis de los registros de la ocurrencia de quemas, conatos e incendios forestales, el cual se viene adelantando desde 2004. Para tal efecto, cada año, se deben estudiar los datos sobre el año de registro y luego, compararlos contra las evaluaciones de los años anteriores, a fin de poder generar los mecanismos de seguimiento a los impactos de la gestión. Teniendo en cuenta que la primera época del año es marcadamente seca, se debe propender por realizar una evaluación de la ocurrencia y de la organización establecida para ello.

Así mismo, se debe actualizar la zonificación, de conformidad con la nueva información cartográfica que se vaya colectando y extrapolarla hacia el resto de la Localidad de Usme y a la totalidad de las Localidades de Ciudad Bolívar y Sumapaz. Teniendo en cuenta la importancia de los elementos existentes en dichas áreas, la cartografía debe manejarse a nivel detallado (escalas desde 1:5.000 hasta 1:20.000). Sin embargo, la relevancia ambiental de los elementos allí existentes, amerita que se realice un ejercicio de zonificación con los datos disponibles (escalas menores), que permita tener un horizonte sobre la calidad de la información existente y por conseguir, que permita vislumbrar una fecha para la cual ya se cuente con este instrumento..

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) es un instrumento que incorpora las dimensiones urbanística, económica, social y ambiental de Bogotá D.C., que permite analizar los efectos de las actividades humanas con su entorno natural. Por ello, resulta de vital importancia la incorporación de la problemática de incendios forestales, fenómeno en el cual no se tiene conocimiento sobre su aparición por causas distintas a las antrópicas.

Dada su definición, los incendios forestales se presentan en la zona rural y destruyen una buena parte del componente ambiental, razón por la cual su concepción debe tenerse en cuenta en la determinación de los usos del suelo, como parte de las reglas del juego para su intervención.

¹¹⁴ Las bases conceptuales de estos ejercicios están incorporadas en la metodología de evaluación de daños generada por la Secretaría Distrital de Ambiente, en Convenio con la Universidad Distrital, pero se debe avanzar en el diseño y generalización de formatos, que permitan la rápida obtención del valor esperado.



Las Unidades de Planeamiento Rural (UPR), son los “instrumentos base de la planificación rural y, específicamente, de las piezas rurales. A través de ellas se abordan los temas que tienen que ver con el manejo ecológico, las actividades que se realizan en el perímetro urbano, las decisiones de ocupación y usos, las estrategias e instrumentos de gestión y las estrategias de asistencia técnica agropecuaria”¹¹⁵.

Teniendo en cuenta que los incendios forestales afectan los ecosistemas y por consiguiente, sus relaciones ecológicas y que sus causas son de tipo antrópico y especialmente ligadas a las actividades agropecuarias y/o de conversión de tierras para otros usos, se hace necesaria su incorporación dentro de los procesos de planificación y especialmente, en la reglamentación de las UPR.

En este sentido, los temas que se deben abarcar en las UPR pueden ser:

- ✓ Identificar áreas con mayor predisposición a la ocurrencia de incendios forestales.
- ✓ Inventariar y detectar los elementos de importancia económica, ecológica y social que puedan ser afectados por incendios forestales y por ende, de la necesidad de protegerlos frente al fuego.
- ✓ Mecanismos para no incentivar el uso del fuego como práctica de laboreo del suelo y de eliminación de residuos.
- ✓ Garantizar la presencia y la ejecución de la labor misional de las entidades de emergencia, con el empleo de tiempos de respuesta acordes a la importancia de los elementos expuestos.
- ✓ Adecuación de espacios e infraestructura específica para la campamentación, en los lugares en que se permita la recreación activa.
- ✓ Implementación de medidas de mitigación.
- ✓ Construcción de obras de infraestructura para la prevención y atención de incendios forestales.

Si bien, algunas de estas acciones se pueden abordar a través de la asistencia técnica, se debe dejar claro que por ser actividades que generan riesgo público, deben ser evaluadas por profesionales con experiencia específica en incendios forestales, para lo cual se debe dejar constancia del mismo, a través de cartografía y conceptos técnicos, los cuales son los instrumentos que la DPAE ha adoptado para su incorporación en el POT.

La zonificación de riesgo por incendio forestal debe ser un documento de puesta en conocimiento de detalle a nivel de cada una de las Alcaldías Locales, pues son las dependencias encargadas de hacer cumplir el uso del suelo, especialmente en aquellas

¹¹⁵ <http://www.sdp.gov.co/www/section-2052.jsp>



en las que en sus UPR de su jurisdicción, ya se haya incorporado el tema de los incendios forestales.

Es de precisar que a la luz del Decreto 101 de 2010, por medio del cual se fortalece institucionalmente a las Alcaldías Locales, se fortalece el esquema de gestión territorial de las entidades distritales en las localidades, se considera que en caso de estar planeando desconcentrar la acción de la DPAE, se recomienda que con relación a la zonificación, ésta se haga sólo como un mecanismo de control y vigilancia del uso del suelo, pero por ningún motivo se delegue en la Alcaldía Local la incorporación del tema a la planificación, por cuanto requiere de un nivel técnico especializado, el cual debe ser dirigido desde el sector central (DPAE, DAPD, Secretaría de Ambiente), tal como se viene haciendo misionalmente en otros temas, como los Planes Parciales.

Como los elementos expuestos ante un incendio forestal pueden ser la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, en cada caso particular se debe hacer un análisis de cual mapa utilizar para su estudio, debido a que las diferencias en los tamaños de los mismos varían enormemente. Como ejemplo, en términos generales se puede citar que una antena de comunicaciones no afecta mucho el ambiente, pero tiene un alto valor dentro de la economía privada y de la oferta pública del servicio, pero en un mapa de los actuales casi ni se observa, razón por la cual para la toma de decisiones sobre su montaje y puesta en marcha, se debe requerir el disponer de cartografía y conceptos técnicos detallados.

Con lo anterior, se observa que la utilidad de la presente zonificación depende en alto grado, de la vigencia de la información allí consignada, lo cual va más allá del alcance de este estudio, e incluso de la DPAE misma, pues como se dijo anteriormente, desde acá no se generó información sobre las variables, sino que se utilizó la disponible en otras entidades del Distrito Capital.

De otro lado, la propiedad tiene una función económica, ecológica y social. La primera se utiliza cotidianamente, a través del mercado, mientras que la tercera se emplea especialmente en proyectos de infraestructura (ya que son de interés común); sin embargo, el segundo caso no ha sido muy estudiado y menos desde la óptica de los incendios forestales.

Estos incidentes se presentan por diferentes causas, entre las que se encuentran la intencional (producidos por voluntad directa de una persona), por negligencia (descuidos en la utilización del fuego, al no tomar las precauciones adecuadas, éste puede pasarse a lo que no estaba previsto quemar – quemas agropecuarias), por descuido (cuando una persona utiliza el fuego sin medir las consecuencias que se pueden generar – cacerías y fogatas) y de manera accidental (sucesos que producen desprendimiento de energía que dan lugar a combustión, sin que haya voluntad deliberada de encender fuego en el bosque – pólvora y globos).

Como todos los incendios forestales generan efectos ecológicos adversos, se sugiere a DPAE efectuar un análisis jurídico que permita determinar si en casos distintos al



intencional, los agentes causantes incurrieron en la tipificación del delito de incendio, con miras a poderlo llevar hacia la aplicación del Código Penal Colombiano.

8.3 PREVENCIÓN

En la actualidad, el tema de incendios forestales viene siendo incluido en los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) y en los Planes de Manejo Ambiental (PMA) del Sistema Distrital de Áreas Protegidas (SIDAP). Sin embargo, esta inclusión resulta muy fragmentada para cada zona y las responsabilidades que se asignan recaen sobre instituciones que son parte de la Comisión. Teniendo en cuenta que las acciones de dichas entidades se ejecutan de forma distrital y no segmentada para cada zona, se hace necesario buscar un mecanismo que permite focalizar la atención hacia dichas regiones, como lo es el que exista un Plan de Incendios Forestales, respaldado por un Decreto.

En otro orden de ideas, se debe planificar sobre las acciones permitidas para la recreación al aire libre, tendiente a que en ciertas zonas (como en los caminos de acceso), se coloquen carteleras informativas sobre incendios forestales y en otros, se construyan lugares fijos, para que la población pueda cocinar, de forma que la actividad sea segura, pues no tiene sentido fomentar la protección de las zonas, pero alejadas de la ciudadanía (sólo se recomienda esta labor para sitios distintos a área naturales en las que la recreación activa este permitida – cosa que no sucede en los Cerros Orientales, pues está prohibida).

En cuanto a la educación, es necesario trabajar en tres (3) vías, la primera, en la identificación de las instituciones educativas de las Localidades de Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal, Usme, Sumapaz y Ciudad Bolívar, para que en ellas se desarrollen contenidos que faciliten el manejo del problema a largo plazo, mediante los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES), como mecanismo para que la población se identifique y actúe de manera directa en la protección de sus recursos naturales. Este proceso debe concertarse de manera interinstitucional entre las oficinas de Educación de las entidades con manejo ambiental y con la Secretaría de Educación Distrital (SED). En segundo lugar, no se ha desarrollado ningún evento de intercambio de conocimientos sobre incendios forestales entre los organismos encargados de la gestión ambiental, el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo. Por último, se debe garantizar la realización de campañas de persuasión en las épocas secas de enero – marzo, en la que su difusión inicie a finales de diciembre, una vez termina la publicidad navideña, pues esta lo más seguro es que opaque la propuesta.

Adicionalmente, es necesario continuar con la realización de programas de televisión, cuñas radiales y páginas web, con el fin de lograr una eficaz comunicación entre las diferentes entidades y difundir información hacia la población, para que asuma un compromiso en la prevención de incendios forestales.



En cuanto a las páginas web, sus contenidos se manejan según la libre voluntad de cada administración, razón por la cual, algunas entidades no lo incorporan, o, lo hacen y no lo vuelven a renovar, con lo que los temas se tornan muy antiguos. Por ello, algunas personas podrán sugerir la creación de un portal específico para la Comisión.

En consecuencia, resulta necesario mencionar que por legislación, la Comisión es un órgano asesor, pero que por su acción pública, se ha vuelto una ejecutora, pues posee un Plan de Acción que se materializa a través de los presupuestos individuales de cada integrante. Así, la opción de la web tendrá adeptos y detractores, lo cual es viable desde algún punto de vista, siempre y cuando se determine quien asume los costos de funcionamiento, su mecanismo de introducción de información y su articulación con las secciones existentes en cada institución.

8.4 MITIGACIÓN

La intervención de la cobertura vegetal con fines de mitigación de incendios forestales debe estar relacionada con las edificaciones, la infraestructura y la vegetación misma, pues hasta ahora sólo se ha aplicado en caminos y en líneas de tendido eléctrico, especialmente en predios públicos. En este sentido, se debe fortalecer la implementación de lo dispuesto en el Decreto Distrital No. 332/04, que señala:

“Artículo 15º. Análisis de riesgos y de medidas de prevención y mitigación.

En desarrollo de lo dispuesto en los artículos 8 y 9 del Decreto 919 de 1989, las entidades o personas públicas o privadas cuyas actividades puedan dar lugar a riesgos públicos deben hacer análisis de riesgos, de planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación. Para este efecto, la DPAE, en consulta con las Comisiones Interinstitucionales pertinentes del SDPAE, preparará para su adopción por Decreto del Alcalde Mayor las normas en virtud de las cuales se definan los casos específicos de exigibilidad, los términos técnicos, las instancias institucionales para su presentación y aprobación, y los mecanismos de seguimiento y control.

Los planes de contingencia y las medidas de prevención y mitigación necesarios según los análisis efectuados conforme a este artículo y a lo establecido en el artículo 16º, deben ser adoptados por las personas públicas o privadas en desarrollo de las actividades a su cargo que sean generadoras de riesgo público.

PARAGRAFO. En todos aquellos casos en que las personas privadas estén obligadas a realizar análisis de riesgos, planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación en los términos de los artículos 15 y 16 del presente Decreto, estas responderán por las consecuencias de no haber efectuado dichos análisis o de haberlos hecho de manera deficiente o derivadas de la no adopción de los planes de contingencia y de las medidas de prevención y mitigación”¹¹⁶.

¹¹⁶ DECRETO DISTRITAL No. 332: Por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.



En este caso, en lo relacionado con la infraestructura, las edificaciones y la vegetación, y su relación con los incendios forestales, es evidente que se genera riesgo público, tal como lo exige este artículo, bien sea por inicio de un fuego que vaya desde la flora hacia ellas o viceversa. Por ello, se considera que se debe utilizar este artículo en cada una de estas situaciones, lo cual se puede realizar mediante la incorporación de la exigencia en los Planes de Manejo Ambiental (PMA) de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y en la reglamentación de las Unidades de Planeamiento Rural (UPR – ver sección de análisis de riesgos).

En primer lugar, se debe prever la separación entre las edificaciones y la zona forestal, así como el acondicionamiento de las instalaciones para evitar igniciones en ella y facilitar la intervención de los medios de extinción en casos de necesitarlos, mediante la disminución de la continuidad horizontal y vertical del combustible, máxime cuando el artículo 396 del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (POT), establece los usos rurales, definiciones e infraestructura asociada, en la que se reporta que existe la posibilidad de contar con este tipo de construcciones en la zona rural.

Es de señalar que esta misma posibilidad de generación – afectación por incendios forestales ya fue evidenciada en el numeral de localización de la zona de estudio (marco de referencia), en la que se señaló que dentro de la parte estudiada se encuentra territorio urbano, área construida y construcciones, razón por la cual se considera muy importante la implementación de medidas para evitar la materialización de unas consecuencias adversas sobre estos elementos, como producto de la ocurrencia de incendios forestales.

En segundo lugar, hasta la fecha, la administración distrital ha intervenido la cobertura vegetal con fines de mitigación y restauración únicamente en los Cerros Orientales. Para ello, se contaba con un permiso otorgado por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), el cual venció en octubre de 2008 y no se renovó debido a la medida cautelar existente sobre esta zona. Para su continuidad, la CAR solicita la presentación de proyectos de intervención, según un borrador de términos de referencia existentes en su interior.

En este sentido, se debe manifestar que esta situación debe continuar de igual forma, precisando que para cada lugar (por lo menos a nivel de cerro), resulta conveniente tal exigencia, ya que aunque los tratamientos a implementar siempre son los mismos, el estado actual de evolución natural de cada formación vegetal es distinto. Así mismo, es de señalar que no existe otra alternativa, pues de lo contrario, se estaría actuando bajo el concepto de que para evitar los daños que generaría la ocurrencia de un posible incendio forestal, entonces se toma la decisión de intervenir una zona, sin los estudios específicos. Esta situación podría llevar a que los daños de la intervención sean mayores a los que generaría el fuego, máxime cuando nadie está seguro de que se materializará el incendio.

Otro mecanismo de intervención de la flora son las líneas de control, proyecto que viene siendo concebido por la administración distrital y en la actualidad viene siendo objeto de

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.. 2004. 32 p.



diseño por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, para los cerros de El Cable, Monserrate y Guadalupe. En consecuencia, en su evaluación se deben incorporar los conceptos de alcance y resolución de estudios, riesgo aceptable y protección e incertidumbre, en el sentido en que se pueda otorgar igual importancia económica, social y ambiental de los elementos expuestos, el equilibrio entre los beneficios anticipados de la protección y el costo económico de la implementación de la medida y por último, la incertidumbre existentes para poder evaluar pérdidas futuras.

Aunque la Ley 1377 de 2010, por medio de la cual se reglamenta la actividad de reforestación comercial, es de mencionar que no aplica para los Cerros Orientales por ser de carácter protector, pero que requiere de un análisis pormenorizado para su aplicación por fuera de la zona, pues como no incluyó un componente especial para incendios forestales, se denota que la responsabilidad sigue estando en manos de los municipios, máxime cuando el artículo 5º les otorga libertad de aprovechamiento y movilización, con lo que la acción de las corporaciones autónomas quedan limitadas.

Por ello, se recomienda trabajar en dos vías, en la primera, en entablar relaciones interinstitucionales con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para que el tema sea tenido en cuenta en la reglamentación del citado artículo, mientras que en segundo lugar, a nivel local, se debe incorporar el tema en la planificación y uso del suelo, a través de las UPR (ver sección de análisis de riesgos)

A pesar de que los caminos son un factor de amenaza, se observa que el área afectada es mayor cuando estos no se conocen o están abandonados e invadidos por vegetación, llevando a que no se disponga de un límite físico para hacer el cortafuego y a su vez, se dificulte el ingreso del personal de combate. Por tal motivo se debe generar los lineamientos técnicos sobre sitios, distancias, trazados y dimensiones de los caminos que permitan la adecuación y construcción de los mismos, orientados al cumplimiento de estas dos funciones.

Adicionalmente, se debe efectuar la gestión con los propietarios y/o administradores de las líneas eléctricas, para que garanticen el funcionamiento de la zona de servidumbre, tal como lo exige el RETIE.

Hasta ahora, la intervención de la cobertura vegetal se ha realizado en predios públicos, pero aún no se han terminado de concertar los procedimientos para la participación del sector privado, ya que por un lado, estos no manifiestan su intención de realizar las labores, mientras que por otro, cuando lo desean, se encuentran con un montón de requerimientos difíciles de cumplir. Adicionalmente, en caso de identificar sectores de interés hallan que el Estado no puede intervenir en este tipo de propiedades, razón por la cual se debe continuar con la identificación del mecanismo que facilite concretar una alianza público - privada.

En dicho marco, la autoridad ambiental debe jugar un papel importante en la relación con esta intención del Distrito Capital, la cual se puede materializar a través de los Planes de Manejo Ambiental con que cuentan las Áreas Naturales Protegidas, pero se debe precisar



que a pesar de ser relación Estado – Estado, no se debe dejar a un lado la realización de los respectivos estudios de riesgos, que permitan identificar todos los peligros asociados.

Para aumentar el conocimiento de la zona forestal, se debe caracterizar cada una de las unidades de cobertura vegetal, según las principales características que favorecen la propagación del fuego como estado, tamaño, densidad, peso específico, compactación, contenido de humedad, poder calorífico, continuidad horizontal y vertical y altura, entre otros, que permita dimensionar la magnitud de las operaciones de extinción del fuego.

Así mismo, se deben desarrollar actividades de carácter científico que puedan ser encaminadas a la caracterización de las propiedades de Ignición, Combustibilidad, Velocidad de propagación y Resistencia de las coberturas vegetales ante el fuego.

Desde la óptica de las condiciones biofísicas de los cerros, la eliminación de los residuos vegetales mediante quemas sigue siendo una opción válida. Sin embargo, en esta actividad se generan emisiones que disminuyen la calidad del aire de la ciudad. Por ello, se debe buscar una alternativa para la eliminación de los grandes volúmenes de residuos vegetales generados en cada una de las intervenciones, que pueda ser aplicado directamente en los lugares donde se realiza la actuación.

En términos generales, para la difusión y ejecución por parte de los propietarios de las medidas de mitigación, se deben elaborar los diseños respectivos, con la inclusión de los estudios de riesgos y la implementación de las medidas allí propuestas. Como mecanismo de facilitar su abordaje, el Distrito, en conjunto con la autoridad ambiental, pueden elaborar cartillas para enseñar los lineamientos técnicos de los tratamientos a realizar, orientadas puntualmente hacia el evitar la ocurrencia y a la disminución de los daños ocasionados por los incendios forestales.

En dicho proceso, la DPAE, por ser la coordinadora del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE), es la llamada a detectar y coordinar con las entidades respectivas, aquellas situaciones que requieran de la aplicación del artículo 15 del Decreto 332/04, con miras a que estas logren apropiarse del tema y desarrollar de una manera integral su labor misional.

Dicha acción está relacionada con la incorporación de unas exigencias en temas de infraestructura, edificaciones, construcciones y de intervención de la flora, las cuales serán más restrictivas según la calificación asignada en la zonificación (mayores en alto y menores en bajo) y apoyadas con conceptos técnicos y cartografía, en las fases de formulación e implementación, para lo cual la DPAE, en asocio con las entidades afines, debe:

- ✓ Determinar los detalles de los requisitos a exigir dentro de los estudios que se deben realizar para el cumplimiento del Decreto 332/04 sobre la obligatoriedad de los análisis de riesgos.
- ✓ Determinar la entidad responsable de la implementación de las exigencias.
- ✓ Articular la exigencia a los procesos de planificación del Distrito.



8.5 TRANSFERENCIA DEL RIESGO

Hasta ahora, no existe un seguro de riesgo contra incendio forestal en Colombia, razón por la cual se debe efectuar los acercamientos respectivos con las empresas aseguradoras, para que los propietarios públicos y privados puedan adquirir este tipo de pólizas.

En este aparte, resulta muy importante analizar la situación en la que se encuentran los propietarios privados, pues por un lado, en los Cerros no pueden realizar ningún tipo de intervención que les genere ingresos, en segundo lugar, deben pagar los impuestos que la propiedad genera, en tercer lugar, reciben presiones por parte del Estado para mantener los predios en aceptables fases de conservación, debido a su importante aporte para el ambiente y la salud de los Bogotanos y por último, se busca que intervengan la cobertura vegetal con fines de mitigación y de restauración.

Aunque en Suramérica el único país que posee este instrumento es Uruguay, donde se aplica a plantaciones forestales, por ser una materia nueva en el país y teniendo en cuenta que es una medida concreta que apunta hacia el desarrollo sostenible, se considera que es una medida que debe ser analizada por las entidades pertenecientes al Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el Sistema Nacional de Bomberos (SNB), con miras a la posibilidad de crear este mecanismo, tanto para especies exóticas como nativas, en bosque natural o plantado.

En el caso Uruguayo, tanto en el valor de la póliza como en el porcentaje de pago, se tiene en cuenta la existencia de medidas de preparativos para respuesta a emergencias, lo cual conlleva a que la cobertura vegetal asegurada tenga menos riesgo y por tanto, menos valor de pago por parte del industrial y mayor porcentaje de cubrimiento por parte de la aseguradora

Por ello, se considera que la transferencia del riesgo pueda ser una alternativa de solución en la que se desarrolle una póliza contra incendio forestal en Colombia, máxime con la entrada en vigencia de la Ley 1377 de 2010, por medio de la cual se reglamenta la actividad de reforestación comercial. Resulta importante precisar que la existencia de los preparativos para emergencia no significa que la flora no se vaya a quemar, sino que los efectos adversos serán menores, lo cual no se debe confundir al momento de ofrecer una plantación como garantía bancaria, pues estos temas son distintos y se desarrollan como parte de materias como la economía de los recursos naturales y la economía ambiental y van mucho más allá de los presentes alcances contractuales.

Finalmente y únicamente en este contexto, hay que sugerir que le corresponde a DPAE entrar en contacto con las aseguradoras, a fin de poner en marcha este instrumento, como ejemplo para el desarrollo del sector forestal Colombiano.



8.6 PREPARATIVOS PARA EMERGENCIA

Teniendo en cuenta que las actividades de prevención y mitigación de riesgo no son suficientes por sí solas, también es necesario conseguir un nivel de respuesta eficiente de las instituciones para que actúen en forma efectiva en el caso de que se presenten incendios forestales. Muchas de las actividades desarrolladas en los últimos años han estado enmarcadas dentro de este grupo, por lo que se tiene un nivel eficiente de respuesta, pero aún se puede mejorar, por lo que se debe seguir contando con personal, herramientas, equipos, capacitación, procedimientos operativos, entre otros.

Con el objeto de realizar actividades preventivas y de atención, se requiere del funcionamiento de personal de carácter permanente durante todo el año, ya que como se observó en el gráfico No. 7, en todos los meses se presentan incendios forestales. Teniendo en cuenta la cantidad de incidentes, se debe contar con personal de apoyo para la respuesta a emergencias, durante los meses de Enero – Abril y eventualmente de Julio - Septiembre de cada año. Es de resaltar que la parte sur del Distrito cuenta con un régimen unimodal del clima, mientras que los cerros tienen uno bimodal, motivo por el cual estos análisis deben realizarse por separado.

También se considera necesario continuar con un programa para la adquisición y reposición de herramientas manuales, motobombas, motosierras, vehículos de doble tracción y mantenimiento de equipos, para todas las entidades que participan en la respuesta a emergencias, bien sea de forma individual o de soporte para todo el SDPAE.

De otro lado, la escasez de agua en los Cerros en épocas secas, unido a las fuertes pendientes, hacen que la alternativa de refrigeración sea mediante la elevación de agua. No obstante, existe otras opciones como la de utilizar agua por gravedad, para lo cual se requiere de la construcción de un sistema de suministro de agua que facilite su abastecimiento para la extinción de incendios forestales. Estos sistemas también pueden ser empleados para el riego en los distintos proyectos de restauración de áreas quemadas. Así mismo, se requiere de la evaluación operativa sobre caudal disponible y distancias específicas para incendios forestales, de pozos subterráneos.

Teniendo en cuenta que los ecosistemas prioritarios de protección frente a incendios forestales se encuentran bastante alejados del casco urbano, genera que la velocidad de respuesta sea más lenta, por lo que se recomienda la construcción de estaciones forestales ubicadas dentro de la zona rural y que será diseñará como centro de respuesta inmediata. Al igual como sucede en otras latitudes, esta instalación se usaría durante las temporadas secas y se desaloja en la época lluviosa.

Se debe preparar de manera específica al personal para la reacción inmediata, mediante un “Programa de Capacitación de Incendios Forestales en Bogotá D.C.”. Este debe ser formulado de manera interinstitucional y los contenidos deben ser escogidos de acuerdo con el ámbito de competencia del público oyente, en el que la lección de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales no sea teórica sino aplicada, con base en todos los conocimientos desarrollados en este estudio.



Por último, se debe continuar con la actualización del Protocolo Distrital de Respuesta a Emergencias por Incendios Forestales, especialmente para la inclusión de las relaciones con la región y la nación y desarrollar su aplicación a través de simulacros y simulaciones.

Como mecanismo que facilite la toma de decisiones, en el Anexo B se muestra el desarrollo de un modelo SIG, que permite contar con un modelo piloto para realizar análisis de recursos para el control del fuego, ocurrencia histórica de incendios forestales y evaluaciones de daños ambientales, de conformidad con la información cartográfica disponible en la actualidad.

8.7 ALERTA

La vigilancia de las zonas forestales, el monitoreo del clima y el establecimiento de unas categorías de alerta, son otras de las medidas puntuales que se analizaron y se presentan en el Anexo C denominado “Formular las bases técnicas que permitan concebir los tipos de alerta por incendio forestal para las zonas rurales de Bogotá D.C.”.

8.8 RESPUESTA

Para el mejoramiento de las operaciones de emergencia, se debe buscar mayor destreza en la aplicación de la metodología Sistema Comando de Incidentes (SCI), establecida en el Plan de Emergencias de Bogotá (PEB), en cuyo contexto, se pueden adelantar acciones para el establecimiento de daños, recolección de información técnica y operativa de la respuesta, la gestión interinstitucional y el diseño y aplicación de la normatividad.

8.9 RECUPERACIÓN

La restauración de las áreas afectadas es otro de los aspectos que implica una serie de actividades interinstitucionales de especial importancia, mediante las cuales se intenta recuperar en el menor tiempo posible, la funcionalidad de los ecosistemas allí alterados y/o degradados.

En este sentido se debe fortalecer la realización de tareas como la evaluación de daños para su incorporación a la metodología Sistema Comando de Incidentes, la valoración de pérdidas, incorporando conceptos de economía de los recursos naturales, continuando con la intervención de las zonas (con previo permiso por parte de la autoridad ambiental) y con apoyo de los propietarios privados – con su respectivo mantenimiento, generando publicaciones sobre el tema y haciendo un seguimiento sobre las áreas intervenidas en el pasado.



9. MEDIDAS PUNTUALES PARA FORTALECER LA GESTIÓN DEL RIESGO POR INCENDIO FORESTAL

En el Contrato de Prestación de Servicios No. PS 543/09, se estableció la elaboración de tres (3) documentos puntuales para el mejoramiento de algunas líneas para la gestión del riesgo por incendio forestal en Bogotá D.C., las cuales fueron citadas pero no desarrolladas en el capítulo de revisión de las medidas preventivas y operativas del presente estudio.

Sin embargo, como estas disposiciones se comportan y ejecutan de forma distinta y teniendo en cuenta que en su desarrollo no hay relación entre las mismas, se decidió que como para facilitar su consulta, cada una se estructurara en textos separados, los cuales se adjuntan de la siguiente forma:

- ✓ Anexo A: Formular las bases técnicas para orientar la gestión de los incendios forestales en las zonas rurales de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz y su articulación con el nivel distrital, regional y nacional.
- ✓ Anexo B: Desarrollar un modelo SIG, que permita contar con un modelo piloto para realizar análisis de recursos para el control del fuego, ocurrencia histórica de incendios forestales y evaluaciones de daños ambientales, de conformidad con la información cartográfica disponible en la actualidad.
- ✓ Anexo C: Formular las bases técnicas que permitan concebir los tipos de alerta por incendio forestal para las zonas rurales de Bogotá.

Para tal efecto, en caso de desear examinarlos, por favor diríjase a la respectiva sección.



10. CONCLUSIONES

En el cuadro No. 30 se muestra el resultado final de la zonificación en los factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, en lo concerniente a la superficie catalogada como Alta, Media o Baja, así:

Cuadro No. 30 Resultados de la zonificación

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
ALTO	SUPERFICIE (ha)	3.996	4.802	3.393
MEDIO		3.619	3.417	6.314
BAJO		5.645	5.040	3.553
SUBTOTAL		13.260	13.260	13.260

El modelo tiene una amplia base en información meteorológica¹¹⁷, aunque es relativamente claro que la mayor incidencia se presenta por causas antrópicas, pero no hay casi disponibilidad en el tema.

Son casi nulas las referencias bibliográficas sobre la definición del concepto de riesgo (según las definiciones de Naciones Unidas), aplicadas a los incendios forestales. En este orden de ideas, a excepción de la zonificación DPAE 2002, tampoco existen documentos concebidos para Bogotá D.C..

Es escasa la información cartográfica detallada de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá, especialmente la relacionada con población y lugares de interés, que permitan diseñar un experimento más integral o incluso, utilizar alguna de las metodologías diseñadas en otros países (aunque estas no utilizan los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo).

El actual modelo es mucho más completo que el realizado en el 2002, en términos de nivel de detalle de las variables incluidas y en los mecanismos para la combinación de las mismas, que finalmente es lo que determina los distintos factores de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Así mismo, se considera que es más preciso debido a que para la calibración del modelo, la cantidad de incidentes aumentó en aproximadamente 50% (se pasó de 95 a 152).

¹¹⁷ En el Anexo C "Formular las bases técnicas que permitan concebir los tipos de alerta por incendio forestal para las zonas rurales de Bogotá" se muestra una amplia descripción y análisis sobre la parte meteorológica.



Resulta complejo sintetizar en un esquema, un conjunto de variables tan distintas entre sí. Sin embargo, se dispone de un modelo propio, con mayores elementos de análisis, en los que los mapas de ocurrencia histórica juegan un papel fundamental para la calibración del modelo. Si estos fueran de tipo polígono, se tendría mayor precisión sobre el comportamiento local del fenómeno.

Resulta necesario continuar el presente ejercicio incorporando conceptos operativos para el análisis de la vulnerabilidad.

Para efectos del ordenamiento del territorio, se debe utilizar el mapa de amenaza, considerándolo como aquellos lugares donde existe el conjunto de condiciones biofísicas donde se podría presentar un incendio forestal. Sin embargo, en primer lugar, según el modelo, se requiere de la presencia humana que active el proceso, mientras que por otro, resulta necesario avanzar en el conocimiento de la incidencia de factores naturales en la generación de incendios forestales.

La calificación de las variables es completamente subjetiva, según la experiencia del consultor, razón por la cual otros profesionales pueden realizar sus propias interpretaciones.

Las medidas diseñadas son una indicación de las actividades que se deben realizar en las zonas catalogadas como alta. Sin embargo, su éxito está determinado por la forma como se orienten las mismas.

A pesar de que la unidad mínima de mapeo es de 2.500 m², como la zonificación es de tipo vectorial, cuando se combinaron las variables se generaron múltiples áreas (más de diez mil (10.000)) menores a ese tamaño, que a la hora de interpretar los resultados no resultan útiles pues no se enmarcan dentro de la rigurosidad conceptual cartográfica. La situación se corregiría utilizando un modelo raster para la zonificación.

Muchas de las medidas operativas y preventivas se han venido ejecutando entre 2002 y 2009. Sin embargo, aquellas relacionadas con el conocimiento del riesgo, tales como el conocimiento de las causas, de la composición florística y el monitoreo hidrometeorológico son las que han tenido el más bajo avance.



11. RECOMENDACIONES

Dar a conocer el presente estudio a las entidades operativas, de forma que estos avancen en el conocimiento de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá y a su vez, se facilite la divulgación del estudio.

Ampliar la información de los factores que favorecen la ocurrencia de incendios forestales en Bogotá D.C., bien sea mejorando su nivel de detalle o generando nueva información, para poderlos incluir en la zonificación de riesgo por incendio forestal, especialmente en el componente de las actividades antrópicas.

Propender por aumentar la zona de cobertura de la zonificación, que permita incluir las Localidades de Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz, como instrumento para la toma de decisiones en la reglamentación de las Unidades de Planeamiento Rural (UPR).

Realizar estudios conceptuales sobre el riesgo por incendio forestal, ya que este fenómeno difiere de los restantes en que el elemento que sufre mayor exposición es la cobertura vegetal, mientras que en los otros, es la vida humana.

Continuar con la mapificación de los lugares afectados por incendios forestales, especialmente como un polígono.

Ejecutar las medidas sugeridas en los componentes de edificaciones, suelo, emisiones, y protocolos para coordinación con municipios vecinos, especialmente para las zonas de amenaza alta.

La Guía de Restauración de Áreas Afectadas por Incendios Forestales señala escenarios críticos sobre las incidencias del fuego en el suelo, razón por la cual se sugiere continuar con estos estudios, para llevarlos a niveles de escala 1:25.000.

Las emisiones producidas en los incendios forestales afectan notoriamente la calidad del aire, pero se requiere de la validación de la misma, mediante la realización de estudios específicos de la relación humo – aire – salud humana, utilizando para ello, los datos que poseen las Secretarías Distritales de Ambiente y de Salud.

Exigir a los propietarios de edificaciones e infraestructura, la implementación de las medidas de intervención de la cobertura vegetal en lugares adyacentes a las mismas, según la descripción realizada en dicho numeral, tendiente a mitigar los efectos del fuego.



Teniendo en cuenta que los incendios forestales se comportan de forma distinta a los demás fenómenos, a la hora de planificar también se encuentra la necesidad de tomar medidas particulares. Por ello, a pesar de que para el resto de fenómenos exista información de tipo vectorial, se debe actualizar la zonificación según un modelo ráster, que permita identificar áreas mínimas de intervención por parte del Estado, máxime cuando a nivel mundial, la información cartográfica de este tipo de ejercicios se maneja bajo unidades homogéneas comparables entre sí.



BIBLIOGRAFÍA

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM: Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo, 2007.

GAONA VILLATE, María Teresa. Diagnóstico de actualización de la Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2008, 43 p.

JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS (JBB). Guía técnica para la Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Incendios Forestales, Jardín Botánico, 2005, 118 p.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Atlas Ambiental de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente, 2007.

TORRES BECERRA, Carlos Edgar. Zonificación de Riesgo por Incendio Forestal y Diseño de las Medidas Preventiva y Operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C.. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), 2002, 146 p.



LISTADO DE MAPAS

MAPA No.	NOMBRE
1	Base
2	Temperatura
3	Calificación Temperatura
4	Precipitación
5	Calificación precipitación.
6.	Brillo Solar
7	Calificación brillo solar
8	Evaporación
9	Calificación evaporación
10	Velocidad del viento
11	Calificación velocidad del viento
12	Orientación del viento
13	Calificación orientación del viento
14	Pendiente
15	Calificación pendiente
16	Geomorfología
17	Calificación geomorfología
18	Eléctrico
19	Vías
20	Uso del suelo en el que se posibilita el uso del fuego
21	Calificación actividades antrópicas
22	Ocurrencia histórica
23	Amenaza
24	Calificación vulnerabilidad de flora, fauna y agua.
25	Accesibilidad
26	Intervención de la cobertura vegetal
27	Infraestructura
28	Vulnerabilidad
29	Riesgo
30	Comparación área de estudio 2002 y 2009
31	Riesgo por emisiones
32	Edificaciones

