

**PLAN DE CONTINGENCIA PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA
JURISDICCIÓN DE CORPOURABA**



**CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABÁ
CORPOURABA**

**APARTADÓ
Febrero 17 de 2014**

LUZ HELENA SARMIENTO

Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

GABRIEL CEBALLOS ECHEVERRI

Director General

ARBEBY MOLINA

Subdirector de Planeación y Ordenamiento Territorial

JHON JAIRO PARRA BONOLIS

Subdirector Administrativo y financiero

VANESSA PAREDES ZÚÑIGA

Subdirectora de Gestión y Administración Ambiental

JUAN FERNANDO GÓMEZ CATAÑO

Coordinador Aguas y Licencias Ambientales

ANA LUCÍA VÉLEZ MONTOYA

Coordinadora suelos, flora y fauna

TEXTOS**ALBERTO VIVAS NARVÁEZ**

Ingeniero Forestal
Profesional Especializado

FOTOGRAFÍA

Darío Alexander Puerta Tejada, Liliana Marcela Muñoz Avendaño, Denis Idaly Seguro, Ana Lucía Pérez Calle, Andrés Felipe Restrepo Coupe, Alberto Vivas Narváez, William Brand Castrillón.

CARTOGRAFÍA

CORPOURABA, 2012. Sistema de Información Ambiental (S.I.A)

Se recomienda citar así:

CORPOURABA. 2014. Plan de contingencia para incendios forestales en la jurisdicción de CORPOURABA. Segunda versión. Apartadó. 61 p

1. INTRODUCCIÓN

En cualquier instante y lugar la ocurrencia de emergencias y desastres acarrea la pérdida de recursos económicos y de vidas humanas, la modificación de las condiciones de vida del habitante y la generación de afectaciones en el ambiente y en la comunidad.

Tanto en las emergencias que el hombre puede prevenir y las que suceden de manera inesperada la mejor herramienta es la planificación y como contribución a ella **CORPOURABA**, en el año 2007 puso a disposición de la Comisión Departamental de Incendios Forestales¹ y de los 19 Consejos Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD) de igual número de municipios el mapa de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales a nivel de vereda y hoy presenta el Plan de Contingencia para Incendios Forestales.

Un plan de contingencias es un manual de procedimientos estratégicos, operativos y de información que permiten poner en marcha las estrategias de respuesta a un Incendio Forestal, un programa de entrenamiento para todo el personal según las responsabilidades y actividades asignadas y un inventario de equipos y otros recursos.

2. AREA DE ESTUDIO

El departamento de Antioquia se localiza al noroeste del país, limita al norte con el mar Caribe y los departamentos de Córdoba y Bolívar; al este con Bolívar, Santander y Boyacá; al sur con Caldas y Risaralda y al Oeste con Chocó. Administrativamente se divide en nueve subregiones las cuales a su vez, se dividen en 27 zonas. Las subregiones son: Valle de Aburrá, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Nordeste, Norte, Occidente, Oriente, Suroeste y Urabá.

La subregión Urabá reúne 11 municipios, fue el último de los territorios en integrarse al actual departamento de Antioquia, al ser separado del Cauca en 1905. Ha sido un territorio históricamente ligado a actividades extractivas y que permaneció como zona periférica hasta que a mediados del siglo XX, con la instauración de los cultivos comerciales de banano, se convirtió en polo de atracción para inversionistas y poblaciones tanto del interior como fuera del departamento. Posee además dentro de su jurisdicción dos municipios, Mutatá

¹ Ente gubernamental creado mediante el Decreto 727 de junio de 2004.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

Las características de cada regional se presentan a continuación:

Tabla 1. Características de las regionales

Regional	Municipio	Altura (msnm)	Área (Km ²)	Corregimientos	Veredas
Atrato	Murindó	25	1.365	1	20
	Vigía del Fuerte	18	1.801	7	29
Caribe	Arboletes	4	718	8	64
	Necoclí	8	1.377	8	105
	San Juan de Urabá	2	241	6	35
	San Pedro de Urabá	200	482	5	59
Centro	Apartadó	25	607	3	55
	Carepa	28	384	3	32
	Chigorodó	34	615	2	30
	Mutatá	75	1.119	4	38
	Turbo	2	3.090	18	215
Nutibara	Abriaquí	1.920	293	1	12
	Cañasgordas	1.300	396	3	61
	Dabeiba	450	1.905	3	96
	Frontino	1.350	1.278	8	52
	Giraldo	1.925	97	2	15
	Peque	1.200	397	6	36
	Uramita	650	239	2	42
Urrao	Urrao	1800	2.585	1	54
TOTAL			18.989	91	1050

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Gobernación de Antioquía, Instituto para el Desarrollo de Antioquia. 2007. Antioquia características geográficas. Bogotá, 318p.

En general de la Tabla 1 se concluye por una parte que el municipio más alto con respecto al nivel del mar es Giraldo y el más bajo es Turbo y de otra parte, que en 18.989 Km² que es la jurisdicción de **CORPOURABA** se distribuyen 19 municipios, 91 corregimientos y 1050 veredas.

2.1 CLIMA

El clima involucra una serie de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, cuyo análisis se realiza en función de sus elementos básicos: temperatura, viento, humedad, precipitación y otras, considerándolos aisladamente o combinados, los cuales conducen a parámetros tan importantes como la evapotranspiración y a los índices climáticos relativamente complejos, cuyos valores son utilizados como base para establecer tipos climáticos, siendo un componente importante en la zonificación climática.

2.1.1 Factores que condicionan el clima

Los factores que condicionan el clima en Colombia son la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), caracterizada por el frente intertropical, el efecto de la interacción Océano Pacífico Atmósfera (corriente del Niño y Corriente Fría de Humboldt), los vientos alisios, la orografía y la posición geográfica en la zona ecuatorial ligada estrechamente con la radiación solar. Por ejemplo, de enero a mayo, la corriente de El Niño introduce al continente aire húmedo y caliente que produce lluvia convectiva.

2.1.1.1 Zona de Convergencia intertropical

Es una banda de baja presión que se forma sobre las regiones de masas de aguas más cálidas en los trópicos, donde las masas de aire están forzadas a ascender por el calentamiento, esto origina una abundante formación de nubes y fuertes lluvias. En una imagen satelital se identifica como una franja de nubes localizadas al norte del ecuador.



Figura 2. Ubicación de la zona de convergencia intertropical. Fuente: <http://geography.about.com>

La ZCIT ó ITCZ (Inter Tropical Convergency Zone) es una franja de bajas presiones ubicada en la zona ecuatorial, en ella confluyen los vientos alisios del sureste y del noreste. Debido a las altas temperaturas las masas de aire son

forzadas a ascender originando abundante nubosidad y fuertes precipitaciones algunas acompañadas de descargas eléctricas.

La ZCIT no es uniforme ni continua, se puede interrumpir y su grosor variar de un sitio a otro, también su comportamiento en zonas marítimas y continentales. La ZCIT tiene la particularidad de desplazarse detrás del ecuador real, es decir sigue la zona donde los rayos solares caen perpendicularmente, esto nos indica que se mueve hacia el hemisferio de verano tal como se muestra en la figura 2.

2.1.1.2 Vientos alisios

Los vientos más importantes para Colombia son los alisios. La zona por donde pasa la línea imaginaria del Ecuador, es la más cálida de la tierra y por consiguiente de bajas presiones y los vientos alisios son los que soplan desde las regiones de altas presiones hacia la zona ecuatorial, de la siguiente forma:

- ♣ Los vientos alisios del noroeste llevan humedad hacia la región colombiana situada al sur del Ecuador
- ♣ Los vientos alisios del sureste llevan humedad y calor hacia el área de Colombia situada en el hemisferio norte.
- ♣ Los vientos alisios del noroeste soplan en todo el territorio y llevan abundantes lluvias
- ♣ Los vientos del oeste modifican el clima de la llanura del Pacífico. Soplan desde el océano y al tropezar con la serranía y la ladera oeste de la cordillera Occidental, se producen abundantes lluvias en toda la región costera, durante el año entero (IGAC, IDEA, 2007).

2.1.1.3 Precipitación

Las cordilleras Central y Occidental presentan valores de precipitación que van de los 1000 a los 4500 milímetros anuales; en el valle del río Atrato que comprende los municipios de Murindó, Vigía del Fuerte y Turbo en la desembocadura del río, la pluviosidad presenta valores entre 2500 y 6000 milímetros anuales.

En la región de Urabá que comprende los municipios de Mutatá, Chigorodó, Carepa, Apartadó, Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá, Arboletes, San Pedro de Urabá, Murindó y Vigía del Fuerte las lluvias tienen un régimen bimodal; existe un periodo seco de diciembre a marzo, refrescado por los vientos del noreste y una estación de lluvias de abril a noviembre, con máximos en mayo y noviembre (IGAC, IDEA, 2007).

En el norte de Turbo se tienen meses de menos de 100 mm en verano. La distribución de la lluvia en el día también es un aspecto extraordinario. Varios reportes indican que en la noche (entre las 19:00 h y las 7:00 h) cae del orden

del 70% de la lluvia. Cerca de la costa son comunes aguaceros nocturnos de 7 a 10 horas de duración, con intensidades suaves (3mm/h) y formados por gotas pequeñas que no van acompañadas de viento. Cerca y en la cordillera, los aguaceros son más intensos, de gotas mayores y ventarrones fríos. Durante el día predomina el cielo parcialmente nublado con brillante sol (Mesa, Poveda, Carvajal, 1997³)

La región Pacífica de Colombia que comprende los municipios de Vigía del Fuerte y Murindó es probablemente la región más lluviosa del globo. Cerca de Quibdó, los valores medios de lluvia anual son del orden de 14.000 mm, con años particulares de 18.449 mm en Lloró (Chocó) en 1953, ó 19.839 mm en 1936 en Quibdó (Mesa, Poveda, Carvajal, 1997).

Eslava (1993⁴) reporta valores máximos anuales en Vigía de Curvaradó de 26.871 mm durante 1974, en Beté de 15.455 mm durante 1981 y en la estación del Instituto del Chocó de 21.813 mm durante 1947. Así como valores mensuales como en Vigía de Curvaradó (3.484 mm durante noviembre de 1974) en el Instituto del Chocó (3.569 mm en julio de 1947).

La especialización de datos de precipitación (IDEAM, 2005⁵) muestra para la jurisdicción de **CORPOURABA** los siguientes resultados:

- ⊕ Rango de precipitación anual de 1000-1500 mm. Se localiza en el valle del río Cauca donde se asienta entre otros el municipio de Peque. En éstos sectores se presentan dos meses de máximas lluvias, mayo y octubre y dos épocas secas correspondientes a los meses de enero-febrero y junio-julio.
- ⊕ Rango de precipitación anual de 1550-2000 mm. Esta unidad tiene como límites aproximados entre otras las cabeceras municipales de Giraldo y Arboletes. Se presentan dos épocas lluviosas, con valores máximos de precipitación en los meses de mayo y octubre y dos épocas secas de diciembre-marzo y junio-julio.
- ⊕ Rango de precipitación anual de 2000-2500 mm. Paralelo a la unidad anterior se encuentra un anillo, el cual tiene como límites aproximados entre otras las cabeceras municipales de Urrao, Uramita, Necoclí, San Pedro de Urabá y San Juan de Urabá. Se presenta dos épocas de máximas lluvias correspondientes a los meses de mayo y octubre y dos secas de diciembre-marzo y junio-julio.

³ Mesa, O; Poveda, G; Carvajal, L.F. 1997. Introducción al clima de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 390p.

⁴ Eslava, J. 1993. Algunas particularidades climáticas de la región del Pacífico Colombiano. **EN: Atmosfera**, N° 17. p45-63.

⁵ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. 2005. Atlas climatológico de Colombia. Bogotá. 157p.

- ⊕ Rangos de precipitación anual de 2500-3000 mm. Esta precipitación se registra entre otros en las cabeceras municipales de Turbo, Apartadó, Dabeiba. Se presentan dos épocas de máximas lluvias correspondientes a los meses de mayo y octubre y dos secas de diciembre-marzo y junio-julio.
- ⊕ Rango de precipitación anual de 3000-3500 mm. Estos valores se localizan entre otros en el valle del río Atrato y en sector rural del municipio de Chigorodó y Carepa. Se presentan dos épocas de máximas lluvias, correspondientes a los meses de abril y octubre y dos secas de diciembre-marzo y junio-julio.
- ⊕ Rango de precipitación anual de 4000-4500 mm. Este rango se registra en el valle del río Atrato en los municipios de Mutatá, Vigía del Fuerte, Murindó. Se presentan dos épocas de máximas lluvias, correspondientes a los meses de mayo y octubre y dos secas de noviembre-marzo y junio-julio.
- ⊕ Precipitación mayor a 4500 mm se registra en el valle del río Atrato. Se presenta dos épocas de máximas lluvias, correspondiente a los meses de mayo y octubre y dos secas de diciembre-marzo y junio-agosto.

2.1.1.4 Temperatura

La variación altitudinal de la temperatura sirve de base para definir los diferentes climas que existen en una región determinada. Con base en datos suministrados por el IDEAM de 45 estaciones se tiene los siguientes datos para

- ⊕ Clima cálido. Comprende alturas que van de 0-1000 msnm con una variación altitudinal de la temperatura, la cual oscila entre los 28,1-22,5°C. se presenta un incremento de la temperatura en los meses de marzo-abril, así mismo hay una disminución de la temperatura media mensual en los meses de septiembre a noviembre. Comprende los municipios de Murindó, Vigía del Fuerte, Arboletes, Necoclí, San Juan de Urabá, San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa, Chigorodó, Turbo, Dabeiba y Uramita.
- ⊕ Clima templado. Comprende alturas que van de los 1000-2000 msnm donde se presenta una variación altitudinal de la temperatura que va de 22,7-17,5°C. Se registra un incremento de la temperatura en los meses de marzo y abril y hay una disminución de la temperatura media mensual en los meses de octubre y noviembre. Comprende los municipios de Abriaquí, Cañasgordas, Frontino, Giraldo, Peque y Urrao (IGAC, IDEA, 2007).

2.1.1.5 Evapotranspiración potencial

El cálculo de la evapotranspiración potencial, definida como la cantidad de agua que se podría evaporar de la superficie del suelo y la que transpiran las

plantas si el suelo estuviera a capacidad de campo, se emplea el método de Thornthwaite (IGAC, IDEA, 2007).

Como resultado del cálculo de la ETP, se observa que en las partes altas de las cordilleras Central y Occidental se registran valores inferiores a los 1.000 mm; en los flancos de las cordilleras Central y Occidental se registran valores que varían entre 1000-1500 mm; y en los valles de los ríos Cauca, Magdalena y Atrato se encuentran valores superiores a 1.500 milímetros. En la siguiente tabla se muestra los valores aproximados de ETP para los municipios de la jurisdicción de **CORPOURABA**.

Tabla 2. Rangos de ETP por regional y municipio

Regional	Municipio	ETP (mm)
Atrato	Murindó	1.000-1.200
	Vigía del Fuerte	1.000-1.200
Caribe	Arboletes	1.400-1.600
	Necoclí	1.200-1.400
	San Juan de Urabá	1.400-1.600
	San Pedro de Urabá	1.400-1.600
Centro	Apartadó	1.000-1.200
	Carepa	1.200-1.400
	Chigorodó	1.200-1.400
	Mutatá	1.000-1.200
	Turbo	1.200-1.400
Nutibara	Abriaquí	1.000-1.200
	Cañasgordas	1.000-1.200
	Dabeiba	1.000-1.200
	Frontino	1.000-1.200
	Girardo	1.000-1.200
	Peque	1.000-1.200
	Uramita	1.000-1.200
Urrao	Urrao	800-1.000

De la tabla se concluye que los municipios de la regional Atrato tienen un rango de ETP que varía entre 1000-1200 mm. En los municipios de la regional Caribe la ETP varía entre 1000-1600 mm. En los municipios de la regional Centro la ETP varía entre 1000-1400 mm. En los municipios de la regional Nutibara la ETP va desde 1000-1200 milímetros y en la regional Urrao de 800-1000 milímetros.

2.1.1.6 Zonificación climática

La zonificación climática establece conjuntos homogéneos de condiciones climáticas para poder definir las regiones según el clima y contempla aspectos básicos como temperatura, precipitación y evapotranspiración considerándolas en forma integral.

⊕ Clima cálido seco (Cs): Esta localizado en las cabeceras municipales de San Juan de Urabá y Arboletes paralelo a la línea litoral y presenta las siguientes características:

- El índice ETP/P varía entre 1,65-1,03
- Presenta un rango altitudinal que va desde 4-985 msnm
- La precipitación promedio multianual fluctúa entre 980-2068 mm.
- La temperatura media multianual escala entre los 22,8-28,1°C.
- La ETP registra valores entre 1116-201 mm.
- Se presenta unos excesos de humedad total anual que varían entre 0-484 mm
- El déficit de humedad total anual varía entre 220-860 mm

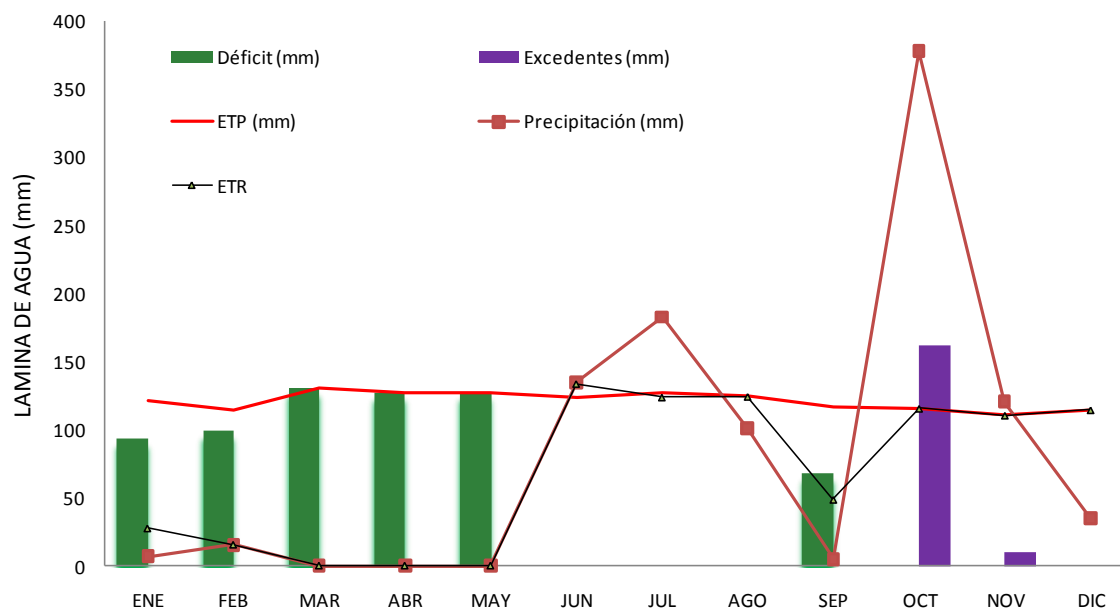


Figura 3. Balance hídrico climático para el clima cálido seco

⊕ Clima cálido húmedo (Ch): Esta unidad climática comprende las cabeceras municipales de Chigorodó, Carepa, Apartadó, Turbo, San Pedro de Urabá, Necoclí, San Juan de Urabá, Dabeiba y Uramita. Esta unidad presenta las siguientes características:

- El índice ETP/P varía entre 0,97-0,52

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

- Presenta un rango altitudinal que va desde 1-1000 msnm
- La precipitación promedio multianual fluctúa entre 1600-3600 mm.
- La temperatura media multianual oscila entre los 22,8-28,5°C.
- La ETP registra valores entre 1100-2150 mm.
- Se presenta unos excesos de humedad total anual que varían entre 160-1800 mm
- El déficit de humedad total anual varía entre 0-500 mm

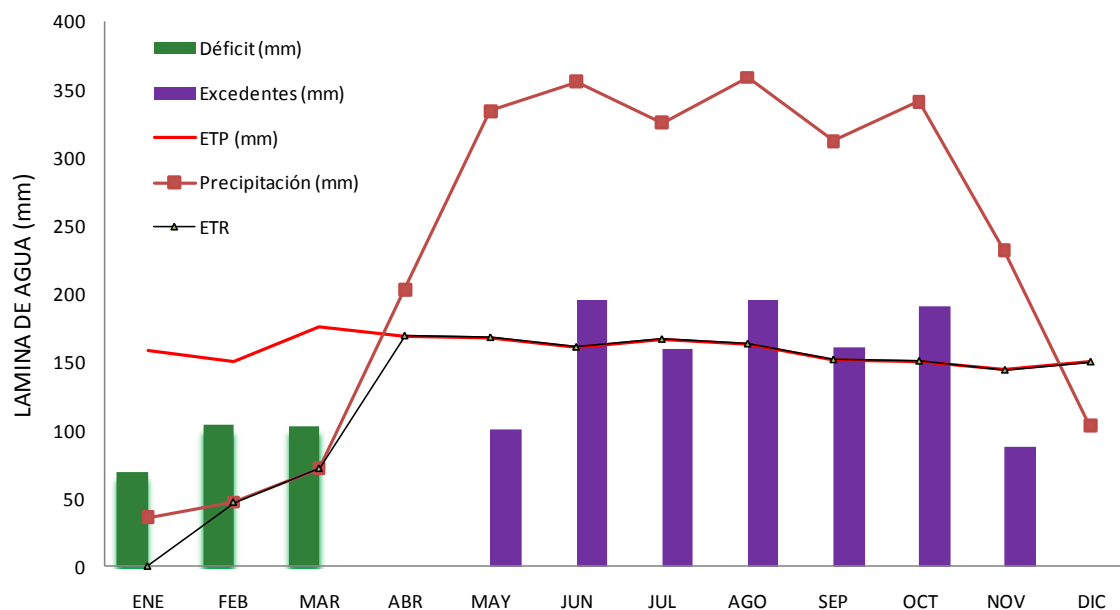


Figura 4. Balance hídrico climático para el clima cálido húmedo.

⊕ Clima cálido muy húmedo (Cmh): Esta unidad climática comprende las cabeceras municipales de Mutatá, Murindó y Vigía del Fuerte. Esta unidad presenta las siguientes características:

- El índice ETP/P varía entre 0,50-0,27
- Presenta un rango altitudinal que va desde 23-1000 msnm
- La precipitación promedio multianual fluctúa entre 2370-5475 mm.
- La temperatura media multianual oscila entre los 22,7-27,9°C.
- La ETP registra valores entre 1100-1980 mm.
- Se presenta unos excesos de humedad total anual que varían entre 1200-3670 mm
- El déficit de humedad total anual varía entre 0-2600 mm

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

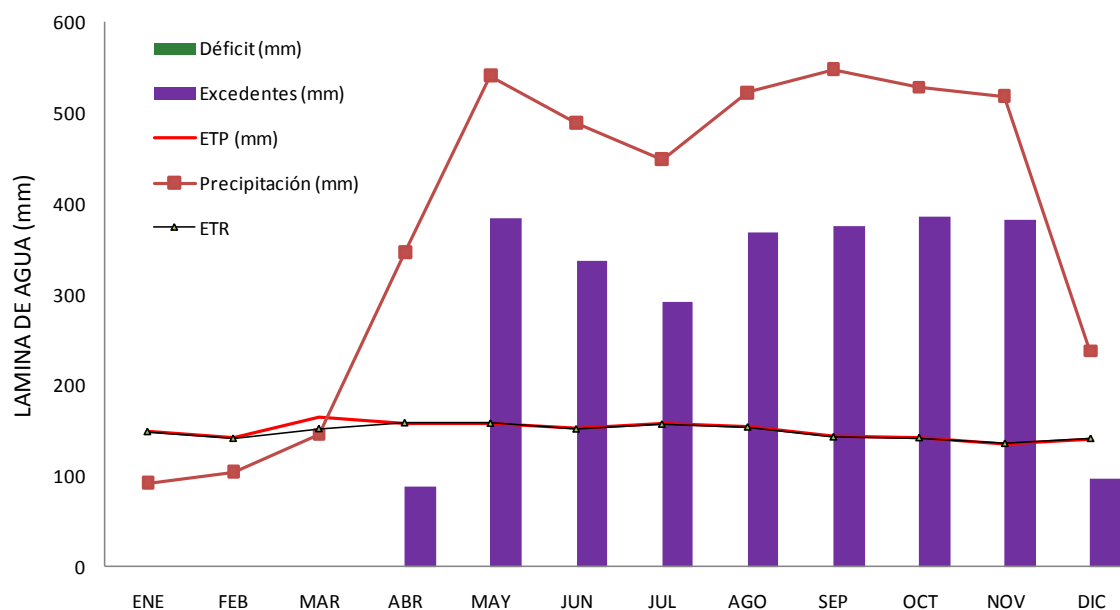


Figura 5. Balance hídrico climático para el clima cálido muy húmedo.

3. MARCO CONCEPTUAL

En el marco conceptual se aborda el análisis de los componentes: político, ambiental, académico y operativo de la siguiente manera:

3.1 COMPONENTE POLÍTICO

La constitución política de Colombia considera los siguientes artículos

- Artículo 2 Protección de la vida y los bienes ciudadanos
- Artículo 4 Constitución como norma de normas
- Artículo 6 Responsabilidad de los servidores públicos
- Artículo 11 Derecho a la vida y calidad de vida
- Artículo 49 Derecho a la salud
- Artículo 79 Derecho a un medio ambiente sano
- Artículo 95 Respeto a los derechos ajenos
- Artículo 313 Usos del suelo (Numeral 7)
- Artículo 339 Planes de desarrollo – Componente ambiental
- Artículo 366 Bienestar social y mejoramiento de la calidad de vida

3.2 COMPONENTE AMBIENTAL

Dentro de los principios generales ambientales el Sistema Nacional Ambiental (SINA) considera que la prevención de desastres es materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento¹

En este sentido la acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

3.2.1 Funciones del MAVDT

Le corresponde, entre otras, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural.

3.2.2 Funciones de CORPOURABA

Según el Artículo 31 de la Ley 1523 de 2012 las corporaciones autónomas regionales o de desarrollo sostenible entre las que se encuentra la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – **CORPOURABA** además de las funciones establecidas por Ley 99 de 1993 y Ley 388 de 1997 o las leyes que las modifiquen apoyará a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrará a los de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo.

En el párrafo N° 1 de la citada Ley se menciona que el papel de las CARs es complementario y subsidiario respecto a la labor de las alcaldías y estará enfocado al apoyo de las labores de gestión del riesgo que corresponden a la sostenibilidad ambiental del territorio y por tanto no exime a los alcaldes de su responsabilidad primaria en la implementación de los procesos de gestión del riesgo de desastres. En el párrafo N° 2 se menciona que las CARs deberán propender por la articulación de las acciones de adaptación al cambio climático y la de gestión del riesgo de desastres en su territorio en virtud que ambos procesos contribuyen explícitamente a mejorar la gestión ambiental territorial sostenible. Y en el párrafo 3 se menciona que las CARs como integrantes de los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD) en desarrollo de los principios de solidaridad, coordinación, concurrencia y subsidiaridad positiva, deben apoyar a las entidades territoriales que existan en sus respectivas jurisdicciones en la

implementación de los procesos de gestión del riesgo de acuerdo con el ámbito de su competencia y serán corresponsables en la implementación.

3.2.3 **Decreto 2811 de 1974**

En la parte VIII, de la flora terrestre, título IV, de la Protección Forestal se menciona que se organizarán medidas de prevención y control de incendios forestales y quemas en todo el territorio nacional, con la colaboración de todos los cuerpos y entidades públicas, las cuales darán especial prioridad a las labores de extinción de incendios forestales.

En este sentido toda persona está obligada a comunicar inmediatamente la existencia de un incendio forestal a la autoridad más próxima. Los medios de comunicación, oficiales y privados, deberán transmitir, gratuitamente y en forma inmediata, a las autoridades civiles y militares los informes sobre incendios forestales.

Los propietarios, poseedores, tenedores, ocupantes a cualquier título y mayordomos o administradores de inmuebles rurales están obligados a permitir el tránsito y la permanencia dentro de las fincas a los funcionarios y a todas las demás personas que colaboren en la prevención o extinción del incendio, les suministrarán la ayuda necesaria y ejecutarán las obras apropiadas.

De igual manera, los propietarios, poseedores, tenedores y ocupantes de predios rurales están obligados a adoptar las medidas que se determinen para prevenir y controlar los incendios en esos predios.

Con respecto a los funcionarios se menciona que les corresponde velar por el cumplimiento de estas disposiciones e impartir las órdenes necesarias para la vigilancia y defensa de los recursos naturales renovables y del ambiente.

De otra parte los miembros de la Policía Nacional cooperarán permanentemente en las medidas destinadas a contener, prevenir o reprimir cualquier atentado contra la defensa, conservación, preservación y utilización de los recursos naturales renovables y del ambiente, y en coordinar las labores de las diversas organizaciones existentes en la comunidad, encaminadas a dicha protección y defensa

El Decreto 948 de 1995 menciona que una Fuente fija dispersa o difusa es aquella en la cual los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.

Con base en ello se considera como actividades, sujetas a prioritaria atención y control por parte de las autoridades ambientales, las siguientes:

- a) Las quemas de bosque natural y de vegetación protectora y demás quemas abiertas prohibidas;
- b) Las quemas abiertas controladas en zonas rurales;

En el Artículo 28 hace referencia a la prohibición de quema de bosque natural y de vegetación natural protectora en todo el territorio nacional y el Artículo 29 menciona que queda prohibido dentro del perímetro urbano de ciudades, poblados y asentamientos humanos, y en las zonas aledañas que fije la autoridad competente, la práctica de quemas abiertas.

Ningún responsable de establecimientos comerciales, industriales y hospitalarios, podrá efectuar quemas abiertas para tratar sus desechos sólidos. No podrán los responsables del manejo y disposición final de desechos sólidos, efectuar quemas abiertas para su tratamiento. Las fogatas domésticas o con fines recreativos estarán permitidas siempre que no causen molestia a los vecinos.

Con respecto a las quemas abiertas en áreas rurales el Artículo 30 menciona que queda prohibida la práctica de quemas abiertas en áreas rurales, salvo las quemas controladas en actividades agrícolas y mineras a que se refiere el inciso siguiente.

Las quemas abiertas en áreas rurales que se hagan para la preparación del suelo en actividades agrícolas, el descapote del terreno en actividades mineras, la recolección de cosechas o disposición de rastrojos, el control de plagas o heladas, la prevención o control de incendios y la reproducción forestal, estarán controladas y sujetas a las reglas que al efecto establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

En lo que respecta a las técnicas de las quemas abiertas controladas se menciona en el Artículo 31 que los responsables de las quemas abiertas controladas en zonas rurales deberán contar con las técnicas, el equipo y el personal debidamente entrenado para controlarlas. Las características y especificaciones técnicas relacionadas con estas quemas se señalarán en la resolución que otorgue el respectivo permiso.

3.2.4 **Resolución 532 de 2005**

Establece los requisitos, términos, condiciones y obligaciones, para la ejecución de quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras

Las quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras, son aquellas que se realizan mediante la utilización de técnicas, protocolos, registros meteorológicos, áreas de restricción y franjas de protección, de conformidad con lo consagrado en el artículo 30 del Decreto 948 del 5 de junio de 1995.

Según la resolución 532 de 2005 la realización de quemas abiertas controladas en áreas rurales para la preparación del suelo en actividades agrícolas, se regirá por lo siguiente:

Campo de aplicación: Rige para las quemas abiertas controladas en áreas rurales, del material vegetal residual producto de las cosechas, para la incorporación y preparación del suelo que requieren dichas actividades agrícolas.

Distancias mínimas: Para la realización de quemas abiertas controladas en áreas rurales para la preparación del suelo en actividades agrícolas, se establecen las distancias mínimas de protección que se especifican en la resolución

Horario de quemas. La programación de quemas abiertas controladas en áreas rurales, para la preparación del suelo en actividades agrícolas, respetando las restricciones establecidas para las zonas donde hay actividades aeroportuarias, se podrán realizar entre las 8:00 a. m. y 5:00 p. m., siempre y cuando las condiciones climatológicas y meteorológicas predominantes al momento de la quema lo permitan, y de acuerdo con la ubicación de los centros a proteger.

Procedimientos para la práctica de quemas y manejo del fuego: Teniendo en cuenta las restricciones fijadas, las Autoridades Ambientales Competentes, establecerán dentro de los dos meses siguientes a la entrada en vigencia de esta resolución, los protocolos y técnicas a seguir para la realización de las quemas abiertas controladas en áreas rurales para la preparación del suelo en actividades agrícolas, que deberán contener como mínimo los siguientes requerimientos: equipos, programación de quemas, personal y plan de contingencia. Si la quema se ejecuta en áreas superiores a 25 hectáreas el usuario debe tramitar ante la autoridad competente el permiso de emisiones atmosféricas.

3.3 COMPONENTE ACADÉMICO

3.3.1 Adaptaciones ecológicas al fuego

El comportamiento de un incendio forestal es función de las condiciones en las cuales ocurre el fenómeno. Las adaptaciones ecológicas de la vegetación y de

los ecosistemas al fuego, las características del material combustible, el clima, las condiciones meteorológicas y la topografía son los principales factores que influyen y determinan su comportamiento.

Al analizar el fuego y los incendios de la cobertura vegetal, es importante reconocer y comprender el papel que el fuego cumple en los distintos ecosistemas. De esta manera existen cuatro categorías de respuestas de la vegetación al fuego así:

3.3.1.1 Ecosistemas independientes del fuego

Los ecosistemas independientes del fuego son aquéllos en los cuales el fuego juega un papel pequeño o nulo. Son demasiado fríos, húmedos o secos para quemarse. El fuego se convierte en una amenaza solamente si hay cambios significativos en estos ecosistemas, provocados por actividades del uso del suelo, especies invasoras o cambio climático.

Dentro de este grupo de ecosistemas, se clasifican aquellas coberturas correspondientes a diferentes biomas en los cuales no se presentan incendios debido a la falta de vegetación o de fuentes de combustión. De tal manera, las áreas en las cuales existe una predominancia de alta humedad ya sea ambiental o edáfica durante todo el año (biomas hidrofiticos), las áreas muy alteradas y desprovistas de vegetación (ecosistemas acuáticos y glaciares), corresponden a esta categoría.



Figura 6. Vegetación independiente del fuego. Foto Alberto Vivas Narváez

3.3.1.2 Ecosistemas dependientes del fuego

Los ecosistemas dependientes del fuego son aquéllos donde el fuego es esencial y las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego y para facilitar su propagación, es decir, la vegetación es inflamable y propensa al fuego. A menudo se los denomina ecosistemas adaptados al fuego o mantenidos por el fuego.

En estas áreas, el fuego es un proceso absolutamente esencial. Si se quita el fuego, o si se altera el régimen de fuego más allá de su rango normal de variabilidad, el ecosistema se transforma en algo diferente, y se pierden hábitats y especies.

En este tipo de ecosistemas, la generación de fuego está generalmente relacionada por factores de índole antrópico o por efecto de anomalías climáticas extremas. Generalmente, estos son también bastante fríos y húmedos o demasiado secos, con vegetación con adaptaciones xeromorfas, (xerofitia, vegetación de páramo y altoandina).

Dentro de esta categoría, se consideran también, las áreas urbanas, las cuales aunque pueden poseer vegetación con otro tipo de influencia al fuego, por razones obvias de estar presente en áreas de alta densidad poblacional es de alta peligrosidad la presencia de fuego en ella.

Adicionalmente, es necesario aclarar, que por la escala de trabajo utilizada, esta vegetación no se disgrega de los polígonos de las áreas habitadas y se presentan como el área urbana total

3.3.1.3 Ecosistemas sensibles al fuego

Los ecosistemas sensibles al fuego no se han desarrollado con el fuego como un proceso importante y recurrente. Las especies de estas áreas carecen de las adaptaciones para responder a los incendios y la mortalidad es alta incluso cuando la intensidad del fuego es muy baja. La estructura y la composición de la vegetación tienden a inhibir la ignición y la propagación del fuego. En otras palabras, no son muy inflamables. Bajo condiciones naturales y sin perturbaciones, el fuego puede ser un evento, tan raro, que estos ecosistemas pueden ser considerados independientes del fuego.

Los incendios se convierten en un problema sólo cuando las actividades humanas fragmentan estos ecosistemas, los combustibles se alteran y las igniciones aumentan. A medida que los incendios se vuelven frecuentes y extendidos, el ecosistema se desplaza hacia una vegetación más propensa al fuego.

En Colombia, corresponden a esta categoría los ecosistemas de bosque, matorral, herbazal y pastizal, de tipo natural o secundario, presentes en los pisos, ecuatorial, subandino y andino.



Figura 7. Vegetación sensible al fuego. Foto Alberto Vivas Narváez

3.3.1.4 Ecosistemas influidos por el fuego

Esta categoría incluye vegetación que frecuentemente se encuentran en la zona de transición entre los ecosistemas dependientes del fuego y los ecosistemas sensibles al fuego o independientes del fuego pero en última instancia puede incluir tipos de vegetación más amplios en los cuales las respuestas de las especies al fuego todavía no han sido documentadas y el papel del fuego en el mantenimiento de la biodiversidad no se reconoce.



Figura 8. Vegetación influida por el fuego. Foto Alberto Vivas Narváez

En general, éstos son ecosistemas sensibles al fuego, pero que contienen algunas especies que pueden responder positivamente a las perturbaciones del fuego, o ecosistemas que podrían subsistir sin la presencia del fuego, pero en los cuales las perturbaciones del fuego juegan un papel en la creación de ciertos hábitats, favoreciendo la abundancia relativa de ciertas especies y manteniendo la biodiversidad.

Para el caso colombiano, se clasificaron los agroecosistemas, dentro de esta categoría, teniendo en cuenta la fuente principal de los incendios par estos ecosistemas, determinada principalmente, por el arraigo a las prácticas culturales de tala y quema o roza y quema, ampliamente difundidas en nuestro medio

3.3.2 Factores que generan incendios

3.3.2.1 Características del combustible

Según el tipo de vegetación y grado de humedad, es más o menos fácil que se encienda, además, la cantidad y la continuidad (tanto vertical como horizontal) favorecen el crecimiento del incendio. El combustible es uno de los factores más importantes y muchas veces el factor decisivo para el comportamiento de un incendio. Las propiedades extrínsecas más importantes que afectan la intensidad y velocidad de propagación, relacionadas con el combustible son:

3.3.2.2 Carga de combustible

La carga de combustible se define como la cantidad de combustible (en base seca) por unidad de área, es decir en el caso de la cobertura vegetal, la cantidad de biomasa tanto viva (vegetación en pie) como muerta (ramas, hojas muertas, material vegetal en descomposición, hojarasca, mantillo y humus), que se encuentra en una superficie determinada. Se expresa generalmente en toneladas por hectárea (T/ha) o kilogramos por metro cuadrado (Kg/m²).

3.3.2.3 Forma y tamaño del combustible

Las características geométricas de forma y tamaño del combustible (cilíndrica, esférica, irregular, grueso, ancho, largo), son importantes en la definición del tipo de combustible ya que de manera general se observa que el tiempo de ignición decrece conforme el tamaño del combustible quemado y que la velocidad de propagación de un incendio varía directamente con la relación superficie volumen del combustible.



Figura 9. Tipo de combustible

3.3.2.4 Composición química del combustible

Además del agua, la composición química de los vegetales determina su contenido energético e inflamabilidad. Las sustancias extractivas en éter (aceites esenciales, resinas, etc.) favorecen la inflamabilidad. Las especies forestales sufren variaciones estacionales acusadas en su contenido químico, haciendo que su inflamabilidad cambie también a lo largo del año.

3.3.2.5 Disposición del combustible

Uno de los factores de mayor importancia y que más influye en la generación de un incendio de la cobertura vegetal, está representado en la disposición del combustible, considerada ésta, como la distribución de la vegetación sobre el terreno, tanto en el plano horizontal como vertical.

Esta disposición hace referencia directamente a la estructura de la vegetación, en el plano vertical, a la cantidad de estratos, altura y continuidad entre ellos; y en el plano horizontal a la cobertura (Porcentaje de la proyección de las copas o del follaje sobre el suelo), y a la presencia de mantillo, hojarasca o material en descomposición que cubre el suelo. Otro factor que está también directamente relacionado con la disposición del combustible, son los atributos y las características fisionómicas de la vegetación (biotipo o forma de vida, tamaño, consistencia y textura de las de las hojas), y el grado de humedad de la vegetación, el cual, está directamente relacionado con la fenología de las especies.

3.3.3 **Meteorología y clima**

El clima y la meteorología, son factores de importancia en la generación y la propagación de incendios de la cobertura vegetal. El clima afecta de dos formas: en primer lugar, determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada y en segundo lugar, los periodos climáticos y el comportamiento general del clima influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente. En cuanto a la humedad dependiendo del grado de sequía se hace más o menos resistente la vegetación a la afectación del fuego, y en lo que respecta a la cantidad de combustible, la severidad de las épocas secas hacen variar fenológicamente la vegetación generándose pérdida de hojas, muerte por déficit hídrico de algunos individuos vegetales, etc., lo que conlleva a que exista una mayor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego.

Los factores climáticos de mayor influencia en la generación y propagación de incendios de la cobertura vegetal son:

3.3.3.1 Radiación solar

Teniendo en cuenta que el 99.97% de la energía requerida para los procesos naturales proviene del sol, la radiación es la responsable del aumento en la temperatura y humedad relativa del aire, así como de la temperatura y la humedad de los combustibles.

La intensidad de la radiación solar es mayor cuando los rayos solares caen de manera perpendicular a la superficie terrestre, esta perpendicularidad varía de acuerdo a la época del año, en gran cantidad en zonas templadas y con menor

variación en las zonas ecuatoriales, en las cuales casi durante todo el año se recibe radiación directa sobre la superficie. La hora del día y las características topográficas también hacen variar la radiación sobre una zona determinada. Estos aspectos son determinantes en relación a la hora en la cual pueden aparecer los incendios así como el comportamiento y la propagación de los mismos. (Albini, 1982. citado por Zárate, 2004).

3.3.3.2 Humedad relativa

La humedad relativa del aire influye en el comportamiento y la generación de los incendios en la medida en que determina la humedad del combustible, por consiguiente, cuanto menor sea esta, el contenido hídrico de los combustibles es menor y su capacidad de ignición es mayor.

La humedad de los combustibles vivos se mantiene debido al transporte de agua desde el suelo, de ahí que las hojas vivas y ramas tengan contenidos de humedad relativamente altos incluso en épocas secas. Sin embargo, el contenido de los combustibles muertos fluctúa ampliamente en respuesta a las variaciones en la humedad relativa del aire, junto con la lluvia, o la radiación solar, entre los tres factores más importantes. La propagación del fuego es muy sensible al combustible ligero muerto, pues es el que más rápidamente se inflama al estar expuesto a un foco calorífico.

3.3.3.3 Viento

Para Rothermel (1972) los efectos del viento sobre la generación y propagación de un incendio son complejos, debido a la fluctuación de su velocidad y dirección. De forma general, cuanto mayor es la velocidad del viento mayor serán la intensidad y la velocidad de propagación. La inclinación y el alargamiento de la llama generada por el viento favorecen la transmisión de calor debido a la disminución de la distancia entre la llama y el combustible o a la generación de contacto directo llama-combustible.

Otro aspecto que hace que el viento sea uno de los factores de mayor importancia, se basa en la aportación de mayores cantidades de oxígeno a la reacción haciéndola más eficiente, desecando la vegetación y sirviendo como mecanismo de transporte de chispas hacia áreas no afectadas.

3.3.3.4 Fenómeno El Niño

La variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante periodos relativamente cortos. Durante un año en particular, se registran valores por encima o por debajo de lo normal. La normal climatológica o valor normal se utiliza para comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie de mediciones. A la diferencia entre

el valor registrado de una variable y su promedio se le conoce como anomalía. (IDEAM, 2006)

Dentro de las anomalías que mayor efecto tienen en la generación de amenazas de incendios de la cobertura vegetal en nuestro país, está el denominado fenómeno del Niño, que causa grandes y a veces extremas perturbaciones climáticas. El Niño es la resultante de la interacción de dos fenómenos, el oceánico, la corriente del Niño (originada por ciertas variaciones de la temperatura superficial del mar), y el atmosférico, la llamada Oscilación Sur (debida a cambios en la presión atmosférica), que explican la denominación actual del fenómeno: El Niño, Oscilación Sur (ENOS).

Los cambios relacionados con ENOS producen grandes variaciones en las condiciones del tiempo y del clima en todo el planeta, en algunas ocasiones estas repercuten profundamente al causar sequías, inundaciones, olas de calor y otros fenómenos que pueden desorganizar gravemente la agricultura, la pesca, las condiciones ambientales en general y, por ende, la salud, el suministro de energía y la calidad del aire. (OPS, 2000)

3.3.3.5 Topografía

La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie al frente de llamas. Por ello, la propagación a favor de pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en ciertas posiciones topográficas. Aunque la topografía no cambia, sí cambia la vegetación, sobre todo tras el fuego. Esto hace que la peligrosidad de un sitio dado varíe con el tiempo en la medida que cambie la vegetación y según las condiciones topográficas del lugar donde ésta se asiente.

Las características topográficas que afectan de manera importante el comportamiento del fuego son:

3.3.3.6 Pendiente

Los efectos de la pendiente, y el viento son similares. La diferencia principal radica en la influencia sobre la velocidad de propagación; mientras que un incendio con fuertes corrientes de viento puede extenderse cien veces más rápido que en ausencia de él, la influencia de la pendiente no excede un factor de 20. (Zárate, 2004)

Normalmente, las corrientes de viento fluyen cuesta arriba impulsando las llamas en esta misma dirección, es decir que la columna de convección se desplaza paralela a la pendiente hasta que encuentra discontinuidad en el terreno, lo cual favorece la presencia de llamas de gran altura que generan situaciones propicias para el incendio de las copas de los árboles.

3.3.3.7 Configuración del relieve

La configuración o forma del terreno tiene importancia por la gran influencia en los regímenes de viento local que pueden presentarse, los cuales a su vez, influyen de manera determinante en la dirección y velocidad de propagación del fuego y condicionan la formación de microclimas.

3.3.3.8 Factores Antrópicos

Los incendios de la cobertura vegetal en Colombia, en gran medida son provocados por el hombre con fines de deforestación. La tumba, roza y quema del bosque se realiza para instalar pastos, cultivos agrícolas de subsistencia e industriales, incluso para instalar cultivos forestales, con miras a la exportación. Así mismo, la explotación maderera indiscriminada contribuye a la quema de los ecosistemas para satisfacer la voracidad de los mercados mundiales.

Este uso del fuego produce el mayor número de incendios (60%) y el mayor porcentaje de superficie incendiada en la región debido a:

3.3.3.9 Fines ganaderos

Extendida utilización del fuego como técnica para la renovación del rebrote de pastos para el ganado vacuno de engorde principalmente. Además, la frecuencia del uso del fuego con este fin ha pasado a ser anual en vez de cada 2 a 3 años.

3.3.3.10 Razones económicas

El control de parásitos y plagas del ganado es más barato cuando se usa el fuego como medio. El fuego usado para este fin se inicia como una quema pecuaria en potreros que crecen en tierras de vocación pastoril o en tierras que fueron bosques, como no es controlada, el fuego se escapa hacia los bosques circundantes aprovechados o naturales, así como a otras tierras forestales o de protección.

Antiguamente, estas quemas descontroladas se apagaban con las primeras lluvias, pero ahora con la variabilidad climática, estas quemas difícilmente se apagan y se convierten en grandes incendios.

Los motivos más comunes de uso del fuego con fin agrícola son:

- La ampliación la frontera agrícola para instalar pequeñas parcelas agrícolas, a través de la Tumba, roza y quema.

- La reiterada y extendida costumbre de quemar el matorral, o bosque secundario que se regenera naturalmente.
- La eliminación de restos agrícolas, linderos y terrenos abandonados a través del fuego
- Para espantar a los animales silvestres

Las quemas agrícolas se llevan a cabo por los indígenas, los emigrantes, agricultores y las empresas agroindustriales. Todos ellos aumentan la frontera agrícola e incorporan tierras forestales a la agricultura intensiva. Las quemas agrícolas de colonos se llevan a cabo en los meses de julio a septiembre (secos), transformándose en incendios forestales generalmente. Mientras, los agricultores nómades, es decir los indígenas, realizan las quemas generalmente después de las primeras lluvias (Martínez, et. al., 2003); por lo tanto el riesgo de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal es menor. Sin embargo, la transculturización hace que los nativos olviden las prácticas tradicionales y adquieran nuevas costumbres.

El uso del fuego con fines de caza es menos frecuente, pero origina incendios de la cobertura vegetal en muchas áreas de bosques. En Colombia, en la Costa Atlántica y el Chocó se utiliza para la caza de la hicoitea (*Trachemys scripta calurostris*) y en los Llanos Orientales para la caza del Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). El uso del fuego en celebraciones y festejos con los tradicionales juegos pirotécnicos como el que se usa en día de la Virgen del Carmen.

Otras causas humanas que producen indirectamente IF Las políticas que favorece la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal, 2009 en forma indirecta, lo constituyen la promoción de cultivos y productos animales para exportación, la construcción de autopistas, así como la construcción de gasoductos (gas) y oleoductos (petróleo) y las colonizaciones mal dirigidas.

El cultivo y el programa de la erradicación de la "coca" el área de cultivo han aumentado en los últimos años, deforestando e incendiando grandes áreas boscosas primarias. Se calcula que por cada hectárea de coca sembrada se destruyen 2 ha de bosque, y por cada hectárea de amapola se destruyen 2,5 ha de bosque. Según estimaciones de Silva (2003), durante 1992 se talaron 11 mil ha de bosques primarios alto andinos para cultivar amapola, en Colombia. La erradicación de los cultivos de coca, ha inducido a los cultivadores a buscar lugares más inaccesibles para desarrollar esta actividad en Colombia, Perú y Bolivia. En Colombia por ejemplo, entre 1994 y 1999 se fumigaron 240.000 hectáreas de coca y amapola (30.000 ha/año) con más de 2 millones de litros de glifosato, aumentando así el riesgo de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal.

3.3.4 Efecto de los incendios

Los incendios de la cobertura vegetal dejaron de ser un problema sólo para los bosques y se han constituido en un problema social, ya que a su paso dejan importantes secuelas de destrucción en propiedades y bienes de uso del hombre y pueden llegar a generar hasta la pérdida de vidas humanas.

La seguridad de los Estados y la valoración de los recursos naturales estratégicos variarán substancialmente en el corto plazo. El recurso agua cobrará fundamental importancia, ya sea por su escasez (sequías) o abundancia (inundaciones), y las fuentes productoras y reguladoras del ciclo del agua –el bosque- o de almacenamiento de este elemento se constituirán, en el mediano plazo, en elementos estratégicos condicionantes de la subsistencia de las naciones.

Aunque la oferta de agua en términos absolutos es abundante, Colombia presenta escasez relativa que se manifiesta en la incapacidad de abastecer la demanda de agua potable en varias cuencas abastecedoras, en especial durante los meses secos del año. Esta escasez relativa viene generando conflictos crecientes entre los diferentes usuarios.

Teniendo en cuenta la importancia del recurso en el bienestar de la población y en el desarrollo económico, el agua ha sido destacada como el eje articulador de la política ambiental y, donde el agua, bosques y biodiversidad son los programas prioritarios (Minambiente 1998).

Los incendios de la cobertura vegetal en general son causados por el hombre, las fuerzas de la naturaleza o por la interacción de factores mixtos. En Colombia se estima que el 95% de los incendios de la cobertura vegetal son de origen antrópico: bien sea generados intencionalmente, por negligencia al no tomar las precauciones adecuadas sobre todo en las quemas, por descuido (fumadores, fogatas, pólvora y cacería de animales, por los rayos solares reflejados en vidrios, entre otros), accidentales (caída de líneas eléctricas sobre la vegetación o roce de las mismas con los árboles, accidentes) y por atentados terroristas.

3.3.4.1 Sobre la flora

La mayor parte de los vegetales sucumben a temperaturas entre 45 y 50°C, en un incendio forestal se producen temperaturas hasta de 1.000°C. Los incendios de la cobertura vegetal producen la disminución de la diversidad florística del bosque al mínimo, reducción de la tasa de crecimiento y calidad de la madera, debilitamiento de la vegetación predisponiéndola al ataque de plagas y enfermedades, además de perderse el valor de comercialización de los bosques afectados. Un efecto colateral es la pérdida de la flora, especialmente localizada en las cuencas hidrográficas, y su relación con la alteración y daño del ciclo de producción de agua. (Pinto 1997)

3.3.4.2 Sobre la fauna

Los efectos del fuego sobre la fauna pueden ser directos, por mortalidad y pérdida de biodiversidad, e indirectos, por modificaciones del hábitat. La fauna que habita en una hectárea de bosque logra recuperarse 6 a 10 años después, sin llegar al estado de clímax ecológico que tenía antes de ser afectada. (Pinto 1997)

3.3.4.3 Sobre los suelos

Los efectos del fuego varían dependiendo de la naturaleza del suelo y de la frecuencia, duración e intensidad del mismo, producen la disminución de la cantidad de materia orgánica y cambios perjudiciales en las estructuras de las arcillas, afectando las propiedades de porosidad, absorción e infiltración. Esto incrementa la escorrentía por precipitaciones y el potencial de erosión, este punto adquiere especial relevancia en Colombia, ya que gran parte del país tiene una topografía especialmente abrupta, lo que significa un factor que incrementa potencialmente el efecto de las precipitaciones sobre el suelo deforestado.

3.3.4.4 Sobre el agua

El efecto de los incendios de la cobertura vegetal sobre el agua es inmediato y visible. Las cenizas y carbones producto de la combustión van a parar a las corrientes y cuerpos de agua, tornándose turbias y disminuyendo considerablemente su calidad; además de acuerdo con la magnitud del incendio pueden llegarse a producir efectos graves de sedimentación, contaminación e impacto negativo sobre la fauna y flora acuática. En forma indirecta por pérdida de la vegetación se altera el ciclo hidrobiológico, presentándose situaciones extremas de sequías, avalanchas e inundaciones. (Pinto 1997)

3.3.4.5 Sobre el aire

Este efecto es inmediato y visible por la disminución de la visibilidad dificultando el transporte terrestre y aéreo. El humo y las partículas incandescentes producto de los incendios de la cobertura vegetal generan sobrecalentamiento del aire, contribuyendo a la contaminación por aporte de CO₂. Una vez retirado el grueso manto de hojas, el repentino calentamiento del suelo boscoso provoca una especie de "quemado" bioquímica, la liberación de grandes cantidades de metano y CO₂. El aumento masivo de troncos y ramas muertas generan un crecimiento fulminante en la población de termites, a su vez productores de enormes cantidades de metano.

3.3.4.6 Sobre el hombre, sus bienes y servicios

Los incendios de la cobertura vegetal y las quemadas, afectan la salud del personal que realiza las labores de control y extinción del fuego y de las personas que habitan en los lugares próximos a su ocurrencia, por contaminación del agua, aire y/o por lesiones, produciendo incluso la muerte. La presencia de incendios de la cobertura vegetal en áreas próximas a asentamientos humanos puede causar la pérdida o afectación de viviendas, maquinaria, infraestructura y equipos, así como de los suelos, cultivos, animales domésticos, etc. En concreto se puede presentar deterioro de la calidad de vida, por destrucción o variación del paisaje, acrecentando el abismo de la extrema pobreza.

3.4 COMPONENTE OPERATIVO

3.4.1 La Gestión del riesgo

La gestión del riesgo constituye un eje transversal e integrador en los diferentes procesos que intervienen en la prevención y mitigación de desastres, la respuesta a la emergencia, así como la rehabilitación y la reconstrucción posterior a la ocurrencia del evento. Esta gestión requiere así, de la participación de los diferentes sectores y la sociedad en general y es en este sentido, donde la definición, claridad y difusión de una serie de conceptos básicos en la temática del riesgo, resultan indispensables para un común entendimiento.

La gestión de riesgo, se entiende como un instrumento para la reducción del riesgo de desastres, sobre todo a través de la disminución de la vulnerabilidad incluyendo el fortalecimiento de las capacidades de autoprotección, con base a acuerdos sociales que surgen como resultado del análisis de riesgo; dichos acuerdos son el producto de un proceso social altamente complejo, en el que participan todas las capas sociales y todos los grupos de interés y se constituyen en uno de los fundamentos necesarios para poder hacer frente a las consecuencias de fenómenos naturales extremos futuros (prevención y preparación para atender emergencias).

La gestión de riesgo combina así, aspectos técnicos, sociales, políticos, socio-económicos, ecológicos y culturales, vinculando diferentes componentes preventivos con los aspectos mencionados, para conformar así un sistema integrado, en forma de red, que permita a la gestión de riesgo aminorar el riesgo a un nivel tolerable para una determinada sociedad. Los componentes de la gestión de riesgo son: análisis de riesgo, prevención/mitigación, preparación para la atención de emergencias y rehabilitación de las condiciones, como mínimo al nivel pre-evento.

En los años recientes el término Riesgo por Incendios de la cobertura vegetal se ha convertido en un concepto cuyo uso es frecuente y generalizado y tiene que ver directamente con la intersección entre los componentes, social y natural, que lo conforman. Es por lo tanto necesario que exista claridad sobre lo que este concepto implica y que se manejen los mismos códigos, por todos aquellos involucrados en la temática, dado que se está tratando un tema cuyos efectos pueden generar graves pérdidas humanas y ambientales, siendo necesario homogeneizar conceptos que permitan, en primera instancia, un flujo claro de información entre los profesionales encargados de su prevención y mitigación.

Dado que el riesgo se maneja como un término eminentemente cuantitativo, considera la magnitud del daño (pérdida del patrimonio forestal y cultural, biodiversidad y estabilidad de medio ambiente) que puede ser causado a los elementos bajo riesgo, y puede obtenerse una escala relativa que tenga como extremos: riesgos de alta probabilidad (elevado número de incendios de la cobertura vegetal) pero de baja magnitud (mínima destrucción del recurso forestal) y riesgos de baja probabilidad (mínima cantidad de siniestros) pero de gran magnitud (elevada pérdida de recursos sociales, económicos, culturales y ambientales).

El riesgo se puede anticipar, conociendo su grado de probabilidad (comportamiento de la población) y en ciertas condiciones predecir su ocurrencia (pronósticos climáticos); también se puede evitar, o al menos aminorar sus efectos, mediante acciones previas de mitigación (educación sistemática y silvicultura preventiva).

Para superar esta situación la herramienta básica de predicción de su comportamiento se establece mediante probabilidades y correlaciones, en otras palabras, el comportamiento histórico del problema está dando las pautas para efectuar las proyecciones a futuro y determinar las prioridades de protección.

En la búsqueda de alternativas de supresión o mitigación de un problema cualquiera debe haber en su base un soporte teórico que ampare los modelos de gestión y solución. Consecuente con lo anterior y atendiendo la particular situación que se da en el país, donde más del 95% de los incendios de la cobertura vegetal son de generación antrópica, la base conceptual y teórica en que se debe sustentar un Sistema de Prevención y Mitigación de Incendios de la cobertura vegetal, se centra en la concepción de un modelo sistémico estructurado por las siguientes actividades:

- Prevención (acciones centradas en la erradicación de los incendios de la cobertura vegetal mediante la modificación conductual de la población y a través del manejo preventivo de la vegetación);
- Detección (conocimiento oportuno de la ocurrencia de los siniestros);
- Control (extinción de los incendios con un mínimo daño y el menor tiempo) y
- Restauración (recuperación de los terrenos afectados por los incendios).

3.4.2 El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

El objetivo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) es "llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible", del cual son responsables "todas las autoridades y habitantes del territorio colombiano" y para lo cual la Ley 1523 del 24 de abril de 2012 definió como objetivos específicos garantizar los tres procesos:

3.4.2.1 Conocimiento del riesgo

Mediante el cual se identifican, evalúan y analizan las condiciones de riesgo a través de sus principales factores (amenaza, elementos expuestos y vulnerabilidad), sus causas y sus actores causales. Incluye el monitoreo de estos factores, así como la comunicación del riesgo.

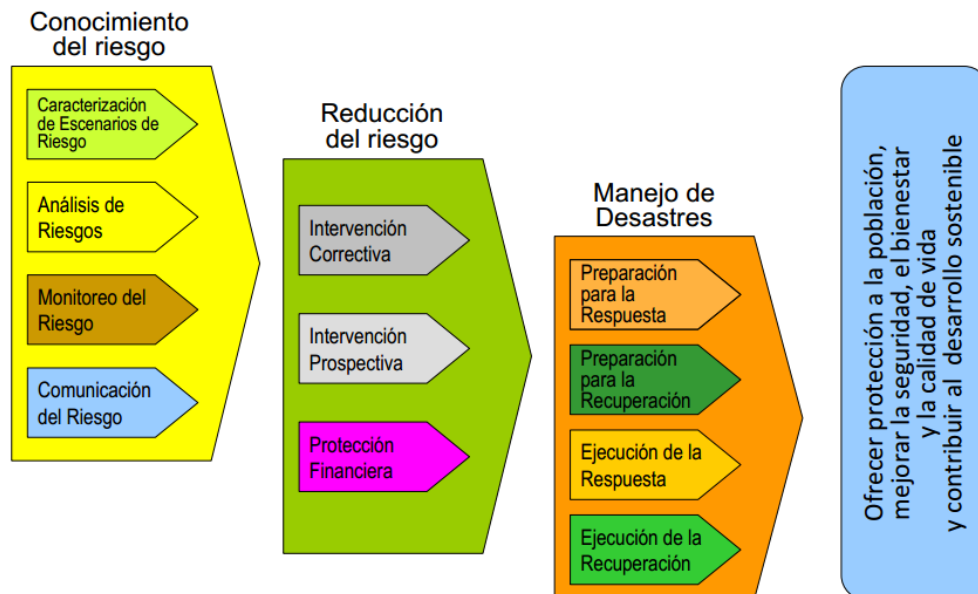


Figura 10. Procesos y subprocesos de la gestión del riesgo

3.4.2.2 Reducción del riesgo

Consiste en la aplicación de las medidas a intervenir las condiciones actuales de riesgo (intervención correctiva) y futuras (intervención prospectiva). Estas son las medidas que en la realidad hacen la prevención de desastres. Además, este proceso incluye la protección financiera para reponer el valor económico de las pérdidas.

3.4.2.3 Manejo de desastres

Consiste en la aplicación de medidas orientadas a la preparación y ejecución de la respuesta a emergencias y posterior recuperación.

Los procesos son un marco para la gestión del riesgo, indican el quehacer general para adelantar el desarrollo sostenible teniendo presente las condiciones de riesgo actuales y futuras, y así contribuir a mejorar la calidad de vida (UNGRD, Banco Mundial, 2012⁶).

3.4.3 **Dirección Nacional de Bomberos de Colombia**

La Ley 1575 del 21 de agosto de 2012 estableció la ley general de bomberos de Colombia y establece que la gestión integral del riesgo contra incendio, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano, en especial, los Municipios. Esto sin perjuicio de las atribuciones de las demás entidades que conforman el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

En cumplimiento de esta responsabilidad los organismos públicos y privados deberán contemplar la contingencia de este riesgo en los bienes muebles e inmuebles tales como parques naturales, construcciones, programas de desarrollo urbanístico e instalaciones y adelantar planes, programas y proyectos tendientes a disminuir su vulnerabilidad

La gestión integral del riesgo contra incendio, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos, estarán a cargo de las instituciones Bomberiles y para todos sus efectos, constituyen un servicio público esencial a cargo del Estado.

Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional, en forma directa a través de Cuerpos de Bomberos Oficiales, Voluntarios y Aeronáuticos

⁶ UNGRD, BANCO MUNDIAL. 2012. Guía para la formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo. Versión 1. Bogotá, 45p.

Los cuerpos de bomberos tendrán las siguientes funciones:

1. Llevar a cabo la gestión integral del riesgo en incendios que comprende:
 - a) Análisis de la amenaza de incendios.
 - b) Desarrollar todos los programas de prevención.
 - c) Atención de incidentes relacionados con incendios.
 - d) Definir, desarrollar e implementar programas de mitigación.
 - e) Llevar a cabo los preparativos tanto en los cuerpos de bomberos, como en la comunidad y todas las instalaciones de personas de derecho público y privado para garantizar la respuesta oportuna, eficiente y eficaz.
2. Adelantar los preparativos, coordinación y la atención en casos de rescates, tanto en los cuerpos de bomberos, como en la comunidad y en todas las instalaciones de las personas de derecho público y privado, de acuerdo con sus escenarios de riesgo.
3. Adelantar los preparativos, coordinación y la atención de casos de incidentes con materiales peligrosos, tanto en los cuerpos de bomberos, como en la comunidad y en todas las instalaciones de las personas de derecho público y privado, de acuerdo con sus escenarios de riesgo.
4. Adelantar los preparativos, coordinación y la atención de casos de incidentes con materiales peligrosos, tanto en los cuerpos de bomberos, como en la comunidad y en todas las instalaciones de las personas de derecho público y privado, de acuerdo con sus escenarios de riesgo.
5. Investigar las causas de las emergencias que atienden y presentar su informe oficial a las autoridades correspondientes.
6. Servir de organismo asesor de las entidades territoriales en temas relacionados con incendios, rescates e incidentes con materiales peligrosos y seguridad humana.
7. Ejecutar los planes y programas que sean adoptados por las instituciones de los bomberos de Colombia.

3.4.4 Organización para la prevención y atención de incendios forestales

Está relacionado con el Decreto 2340 de 1997 y contempla medidas para la organización en materia de prevención y mitigación de incendios forestales. Crea la comisión nacional asesora para la prevención y mitigación de incendios

forestales adscrita al Ministerio del Medio Ambiente y cuyo objeto será el de servir de órgano asesor en materia de incendios forestales al sistema nacional para la prevención y atención de desastres y al sistema nacional ambiental, SINA.

La comisión tendrá entre otras las siguientes funciones:

1. Asesorar al sistema nacional para la prevención y atención de desastres y al sistema nacional ambiental, SINA, en la formulación y desarrollo de políticas, planes, programas y proyectos en materia de prevención y mitigación de incendios forestales.
2. Formular recomendaciones para analizar y evaluar la problemática de incendios forestales del país.
3. Recomendar la ejecución de proyectos específicos de investigación científica en materia de incendios forestales.
4. Asesorar sobre la realización de programas educativos y de divulgación a la comunidad en todos los aspectos relacionados con incendios forestales.
5. Formular recomendaciones acerca de la evaluación del cumplimiento de políticas, planes, programas y proyectos en materia de prevención y mitigación de incendios forestales, proponer nuevas iniciativas y sugerir correctivos.
6. Sugerir las metodologías para la elaboración de mapas de amenaza y riesgo de incendios forestales y demás instrumentos requeridos en el marco del programa nacional para la prevención y mitigación de incendios forestales.
7. Recomendar la reglamentación y modificación de la normatividad existente en materia de incendios forestales.
8. Dictarse su propio reglamento.
9. Cumplir las demás funciones que, no estando expresamente señaladas en este decreto, sean consideradas como complementarias o indispensables para el desarrollo de su objeto

3.4.5 **Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres**

Se encuentra ligado al Decreto 93 de 1998 donde se menciona que las estrategias generales del plan nacional para la prevención y atención de desastres son:

1. El conocimiento sobre riesgos de origen natural y antrópico. La investigación y el conocimiento sobre riesgos de origen natural y antrópico constituyen la base tanto para la toma de decisiones como para la incorporación del criterio de prevención y mitigación en los procesos de planificación. Su desarrollo debe ser una de las prioridades

del Sistema Nacional para la Prevención de Desastres en todos sus niveles.

2. La incorporación de la prevención y reducción de riesgos en la planificación. La prevención y mitigación de riesgos como criterio de planificación debe estar presente en los procesos de toma de decisiones sobre el futuro económico y social de los municipios, los departamentos y la Nación. Los instrumentos de planificación existentes, sean regionales, urbanos o sectoriales, son fundamentales para garantizar inversiones más seguras y más benéficas desde el punto de vista social y económico.
3. El fortalecimiento del desarrollo institucional Se deben promover acciones de fortalecimiento del desarrollo institucional a nivel de las entidades nacionales y de las entidades que conforman los comités regionales y locales a través de procesos de concertación a nivel nacional y de procesos descentralizados y participativos con las entidades territoriales. Estas acciones deben estar dirigidas a impulsar y coordinar la elaboración y aplicación de instrumentos organizativos, de gestión institucional y de trabajo que garanticen el funcionamiento y el cumplimiento de los objetivos del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

3.4.6 Diagnóstico de los cuerpos de bomberos

La presencia de los Cuerpos de Bomberos y su capacidad de respuesta requiere un análisis para cualquier tipo de emergencia a nivel municipal y no es la excepción para el caso de los Incendios Forestales.

Para recopilar información sobre este fin, se realizó una encuesta en cada uno de los cuerpos de bomberos reportados en la zona, orientada a recoger aspectos relevantes para la caracterización de un Cuerpo de Bomberos como son:

1. Situación administrativa
2. Capacitación
3. Sistemas de Comunicación
4. Dotación general
5. Dotación específica para el control de incendios forestales

3.4.7 Presencia de Cuerpo de Bomberos

Aunque la Ley 322⁷ de 1996 establece en su Artículo 21, que la atención de emergencias es un servicio público esencial y que además es responsabilidad

⁷ Ley 322, artículo 2. La prevención y control de incendios y demás calamidades conexas a cargo de las instituciones bomberiles, es un servicio público esencial a cargo del Estado. Es deber del

de los municipio o entes territoriales la prestación de este servicio bien sea a través de un Cuerpo de Bomberos Oficial o por contratación del servicio con un Cuerpo de Bomberos Voluntario, no todos los municipios cuentan con una institución. Además ésta debe estar aprobada por la Gobernación de Antioquia y el Inspector Departamental de Bomberos, quien otorga la personería jurídica.

En la figura se presenta el mapa de la Jurisdicción de **CORPOURABA** con los municipios con reporte de presencia de Cuerpos de Bomberos. La fuente es a partir de la documentación legal y de las entrevistas realizadas. Sin embargo con base en la encuesta realizada a los comandantes, se obtiene una información que es mucho más representativa de la realidad de las condiciones de los Cuerpos de Bomberos

Corresponde a la Nación la adopción de políticas, la planeación y las regulaciones generales. Los Departamentos ejercen funciones de coordinación; de complementariedad de la acción de los distritos y municipios; de intermediación de éstos ante la Nación para la prestación de servicio y de contribución a la cofinanciación de proyectos tendientes al fortalecimiento de los Cuerpos de Bomberos.

Es obligación de los distritos, municipios y entidades territoriales indígenas la prestación del servicio a través de los Cuerpos de Bomberos Oficiales o mediante la celebración de contratos para tal fin, con los Cuerpos de Bomberos Voluntarios.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

recursos tienden a ser bajo (Tabla 3). Por tal motivo, las instituciones tienden a recurrir a otras fuentes de autofinanciación relacionadas con la prevención y atención de emergencias.

Tabla 3. Valor de los contratos por municipio

MUNICIPIO	CONTRATO	VALOR
Arboletes	NO	
Necoclí	SI	19.000.000
San Juan de Urabá	NO	
San Pedro de Urabá	NO	-
Apartadó	SI	125.000.000
Carepa	NO	-
Chigorodó	SI	86.000.000
Mutatá	NO	-
Turbo	SI	95.000.000
Abriaquí	NO	-
Cañasgordas	SI	35.000.000
Dabeiba	NO	
Frontino	NO	
Giraldo	NO	-
Peque	NO	
Uramita	NO	
Urrao	SI	50.000.000
Murindó	NO	
Vigía del Fuerte	NO	

Sólo uno de los Cuerpos de Bomberos cuenta con el servicio de ambulancia establecido para el traslado de pacientes entre clínicas o la atención de heridos de accidentes de tránsito y posterior reconocimiento por parte de SOAT. La venta y recarga de extintores en 8 instituciones corresponde a la actividad más empleada para la financiación.

Las otras formas de financiación consisten en inspecciones de seguridad a empresas y comercio en general, que se aplican al menos una vez por año a cada lugar y transporte de agua para consumo humano, llenado de piscinas y lavado de áreas.

3.4.9 Sede Operativa y sistema de comunicación

En los 19 municipios de la Jurisdicción de **CORPOURABA**, sólo se presenta cuerpo de bomberos en 14 municipios. Sin embargo sólo 10 de estos municipios cuentan con sede administrativa y operativa que les permita desarrollar adecuadamente su trabajo. En general, en las instituciones con sede, se presenta bajo la figura legal de comodato con el Municipio.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA



Figura 12. Sede y vehículo del cuerpo de bomberos de Carepa



Figura 13. Sede y vehículo del cuerpo de bomberos de Chigorodó

Contar con la sede de la institución, permite almacenar las herramientas y los equipos, y asegurar una estabilidad que permite establecer un sistema de comunicación eficaz que garantice una rápida comunicación de la emergencia y por ende de la respuesta y control.



Figura 14. Sede y vehículo del cuerpo de bomberos de Turbo

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA



Figura 15. Sedes de los cuerpos de bomberos de Necoclí y San Pedro de Urabá

En la región norte de Urabá, predomina el número 119 como número de emergencia para bomberos. Sin embargo, también se cuenta con otras líneas con números de 6 dígitos específicos para cada municipio: 9 de las instituciones cuentan con este servicio. En cuanto a los radios de comunicación, se emplean sistemas de onda VHF, entre los cuales sólo 3 instituciones cuentan con un sistema de radio base o central de comunicaciones, con una permanencia para establecer la comunicación. Como complemento, 10 instituciones cuentan con al menos 2 radios portátiles para las labores de coordinación de emergencias.

3.4.10 Personal y dotación de equipos y herramientas

El personal de Bomberos Voluntarios en la región varía entre municipios, en aspectos como número de bomberos y capacitación. En general, predominan instituciones en formación y consolidación, donde todavía no se cuenta con personal debidamente capacitado para el control de incendios estructurales y forestales. Estas instituciones están compuestas por pequeño número de bomberos entre 5 a 10 personas.

Tabla 4. Disponibilidad de equipos por municipio

Herramienta - Equipo	Urrao	Necoclí	Turbo	Apartadó	Dabeiba	Vigía del Fuerte	Total
Rozón arbustos mango madera.	2	2	3	3	2	-----	12
Pulasky nacional.	8	8	8	8	8	-----	40
McLeod nacional	8	8	8	8	8	-----	40
Azadón (rastrillo segador)	6	6	7	7	6	-----	32
Batefuego nacional	16	16	16	16	16	-----	80
Pala mango de madera	8	8	8	8	8	-----	40
Bomba de espalda	6	6	7	7	6	-----	32
Motobomba MARK-3.	1	1	1	1	1	1	6

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

Cebador de mano de 1,5"	1	1	1	-----	1	-----	4
Válvula de pie y filtro de 2"	1	1	1	-----	1	-----	4
Manguera de succión Draflex de 2"x10"	1	2	2	1	1	1	8
Manguera STAFLO de 1,5"x100"	3	3	4	4	3	3	20
Siamesa con válvula de bola.	1	1	1	-----	1	-----	4
Válvula de retención de bola	1	1	1	-----	1	-----	4
Pitón para I. F. de 1,5"	1	1	2	2	1	1	8
Llave universal para mangueras	1	1	2	2	1	1	8
Kit herramientas para motobomba MARK-3	1	1	-----	-----	1	1	4
Manguera SPEC 187 de 1,5" x 100"	8	8	8	8	8	8	48
TOTAL	74	75	80	75	74	16	394

De acuerdo a la encuesta, se presenta un déficit constante de capacitación, tanto para el tema de incendios estructurales, como el tema específico de incendios forestales. En la actualidad, la Gobernación de Antioquia, con la coordinación de la Inspección Departamental de Bomberos, realiza un programa de capacitación en Bomberos Nivel I. Sin embargo, el alcance de este proyecto queda corto para las necesidades de la región. En algunos casos, el transporte y el costo de los procesos de capacitación son bajos.

La capacitación en el tema de incendios forestales es muy incipiente en la región, y en todas las instituciones de la jurisdicción de CORPOURABA, se encontró 5 personas con cursos básicos de bomberos forestales.

Para la operatividad del Cuerpo de Bomberos, es imperante contar con los vehículos adecuados para el control de los incendios forestales como para el traslado de heridos. De acuerdo al diagnóstico formulado, de los 19 municipios de la jurisdicción de **CORPOURABA** sólo 5 cuentan con vehículos extintores y 3 cuentan con ambulancia.

La ausencia de vehículos extintores restringe considerablemente la capacidad operativa para el control de los eventos. Para el control de incendios estructurales, no puede suministrar agua con presión que facilite la acción. En la actualidad, se ha subsanado la deficiencia transportando el personal en motos y controlando los eventos con extintores de mano. Para el control de los incendios forestales, esta deficiencia restringe el suministro de agua cuando es posible y el transporte de herramientas y personal a la zona del evento.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA



Figura 16. Pulasky y rozón utilizados en la extinción de incendios forestales

Para el control de los incendios forestales, se cuenta con una herramienta manual específicamente diseñada para esta actividad. Esta se puede complementar además con herramienta agrícola (azadones, picos y palas), sin embargo su funcionalidad y eficacia no es la adecuada. En el gráfico se resume la dotación con que cuenta cada una de las instituciones de la jurisdicción. La falencia y déficit de dotación son generalizados con instituciones que por ejemplo no cuentan con machetes y palas.



Figura 17. Equipos para el control de incendios en la reforestadora La Gironda.

Las motobombas disponibles son equipos de caudal, empleados para el manejo de inundaciones y acarreo de agua, pero no cumplen con los requerimientos de presión que permitan actuar sobre cualquier tipo de incendio (estructural y forestal).



Figura 18. Hacha y palín utilizados en la extinción de incendios forestales



Figura 19. Batefuego y quemador utilizados en la extinción de incendios forestales.

4. PLAN DE CONTINGENCIA

Los elementos que se tratan a continuación constituyen el Plan de Contingencia de Incendios Forestales en la jurisdicción de **CORPOURABA**; es decir es una herramienta que busca responder, ante la ocurrencia de un incendio forestal y en tal sentido, define las líneas de autoridad que responden a la contingencia y los sistemas de comunicación.

Un Plan de Contingencia es un manual de procedimientos estratégicos, operativos y de información que permiten poner en marcha las estrategias de respuesta, define un programa de entrenamiento para todo el personal según las responsabilidades y actividades asignadas y plantea un inventario de equipos y recursos. El Plan de Contingencia contiene tres partes: el plan estratégico, el plan operativo y el plan informativo.

4.1 PLAN ESTRATÉGICO

Define políticas y lineamientos, asignación de recursos y responsabilidades para la operación, mantenimiento y revisión del plan y mecanismos de coordinación y control. Debe incluir además, las acciones a seguir en caso de una emergencia de acuerdo con los escenarios de riesgo y adicionalmente, debe contemplar los procedimientos para la toma de decisiones en caso de una emergencia, las acciones operativas y procedimientos administrativos y la forma como se debe declarar la terminación de la emergencia



Figura 20. Estructura del plan operativo dentro del plan de contingencias

Una vez se conozca la ocurrencia de un incendio forestal el señor alcalde de cada municipio convocará a reunión extraordinaria al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres en la cual de ser posible se suministrará información sobre el régimen del fuego es decir:

1. **Frecuencia:** hace referencia al periodo de recuperación de la biomasa después de ocurrido un fuego.
2. **Intensidad:** Información relacionada con clima, topografía, cantidad, tipo, características físico-químicas y distribución horizontal y vertical del combustible.
3. **Estacionalidad:** Cantidad de precipitación y su distribución
4. **Extensión:** Barreras naturales, heterogeneidad de la vegetación,
5. **Tipo de fuego:** De copas, superficie, subterráneo.

Se **establece el Puesto de Mando Unificado** en la oficina del señor Alcalde a través del cual se coordinara la ayuda con las instituciones externas y se apoyaran las actividades de acuerdo con la urgencia y magnitud del evento.

Entre las **estrategias de control** se incluye:

- Alarma, alerta
- Evacuación de áreas pobladas.
- Extinción y control de incendios.
- Protección de viviendas, cultivos y animales
- Búsqueda y rescate
- Atención de víctimas en el sitio
- Movilización y traslado de víctimas
- Instalación de albergues temporales
- Censos de afectados y evaluación de daños.
- Bienestar del personal que intervienen en las operaciones
- Enlace con los servicios de salud para remisión de pacientes
- Asistencia humanitaria a damnificados.
- Coordinación de ayuda externa

La coordinación del CMGRD establecerá los parámetros de recuperación y estabilización de las zonas afectadas además de la rehabilitación de las comunidades

El desplazamiento y organización de las brigadas de combate del incendio estará a cargo del Cuerpo de Bomberos del municipio con apoyo de la Defensa Civil Colombiana. El apoyo logístico estará a cargo de la Cruz Roja Colombiana y el soporte administrativo y Financiero a cargo del coordinador del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de cada municipio.

La **Estrategia de Respuesta Municipal** (ERM) comprende el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de respuesta entre otros

En la **comunicación** del evento se utilizará la sirena del Cuerpo de Bomberos Voluntarios, la cual se accionara y dejara sonar por tres veces seguidas, indicando una situación de emergencias en proceso.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

El coordinador del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres informará vía celular o telefonía convencional a la comunidad en general sobre la ocurrencia de un evento

Para las comunicaciones en el área operativa se utilizará el sistema de comunicaciones del Cuerpo de Bomberos Voluntarios y la Cruz Roja Colombiana, la cual será la central de comunicaciones.

En el marco legal existente a nivel nacional y departamental sobre el manejo de prevención y del control de incendios forestales, se presenta una tabla resumen de las **funciones y responsabilidades** de los diferentes grupos operativos e instituciones directamente relacionados con el tema

Tabla 5. Funciones y responsabilidades por institución dentro de la emergencia

INSTITUCIÓN	FUNCIONES
CUERPO DE BOMBEROS	Control y extinción del incendio
	Búsqueda y rescate
	Comunicaciones
	Apoyo logístico
DEFENSA CIVIL	Control y extinción
	Búsqueda y rescate
	Comunicaciones
	Apoyo logístico
CRUZ ROJA	Asesoría ambiental
	Apoyo logístico
	Evaluación y recuperación del área afectada
	Orden público y seguridad
	Personal
FUERZAS ARMADAS	Orden público y seguridad
	Personal
	Apoyo logístico
	Comunicaciones
FUERZA AEREA DE COLOMBIA	Apoyo aéreo
CMGRD	Apoyo logístico
	Declaratoria de emergencia
	Comunicaciones
	Personal
CORPOURABA	Personal técnico
	Apoyo logístico
	Comunicaciones
	Evaluación y recuperación del área afectada

Para coordinar adecuadamente las labores de extinción de un incendio forestal, es necesario establecer una **organización funcional en el terreno** que contempla dos aspectos (Restrepo, 2007):

1. La prioridad que busca fijar un orden en las actividades con el fin de garantizar la seguridad de los socorristas y de la comunidad en general y de buscar la reducción de los efectos del evento.
2. La responsabilidad de las acciones de cada una de las instituciones, con el fin de agilizar la atención del evento y garantizar una adecuada coordinación de las instituciones participantes y una racionalización de los recursos.

Actividades complementarias

Se refiere a las actividades que se deben adelantar para disminuir algunos riesgos y hacer que la atención de la emergencia sea integral. Corresponde a la evaluación del evento, a la atención de la población afectada por el evento (vivienda, trabajo, cultivos, etc.) y a la rehabilitación del área.

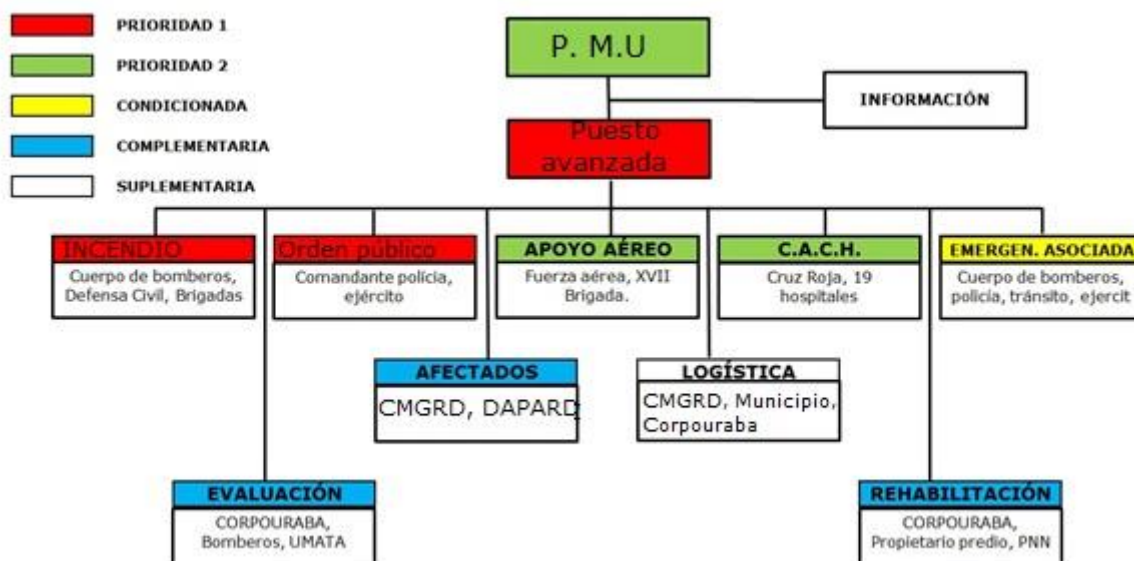


Figura 21. Organización funcional en el terreno. Adaptado de Plan Departamental de contingencia (Restrepo, 2006⁸).

Actividades suplementarias

Son las actividades que darán el soporte ideal para superar la emergencia, e igualmente conducirán al restablecimiento de la normalidad dentro del sistema y tener un censo de las afectaciones externas que pueden generar

⁸ RESTREPO-COUBE, Andrés Felipe (q.e.p.d). 2007. Plan departamental de contingencia contra incendios forestales. Gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo de Medio Ambiente. **EN**: Informe final contrato N° 2005-CC-34-0002. Medellín, 88p.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

responsabilidades al sistema. Incluyen el apoyo logístico a la operación, como alimentación e hidratación para el personal, construcción de campamentos, suministro de insumos, etc.

4.2 PLAN OPERATIVO

Contiene los procedimientos operativos o fichas para la atención de Incendios Forestales entre los cuales se propone:

The image shows a web interface for reporting forest fires. At the top, there is a blue header with the following text: 'Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial _MAVDT', 'Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM', 'Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental - Grupo de Bosques', and 'PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE BOSQUES FORMULARIO'. On the left is the national coat of arms with 'Libertad y Orden' below it. On the right is the IDEAM logo. The main area has a light blue background with a repeating pattern of the IDEAM logo. In the center, there is a grey button with the text 'INCENDIOS RIF-01'. Below it is another grey button with the text 'CERRAR'.

Figura 22. Formato para la captura de información de incendios forestales a nivel nacional.

4.3 PLAN INFORMATIVO

Contendrá los datos, mapas y listas de información pertinente para actuar en caso de emergencia.

4.3.1 Amenaza

La jurisdicción de **CORPOURABA** presenta una amenaza de incendios forestales media, distribuida a lo largo del territorio. La zona de amenaza baja corresponde a los municipios de la regional Atrato donde, por las condiciones ambientales de alta precipitación y humedad, es difícil que se presenten los incendios forestales. La amenaza alta se presenta principalmente en la Subregión de Urao y en las inmediaciones de los municipios de Turbo y Apartado, donde se concentra gran número de habitantes y por ende un mayor interacción con el ecosistema. No se presenta amenaza extrema.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

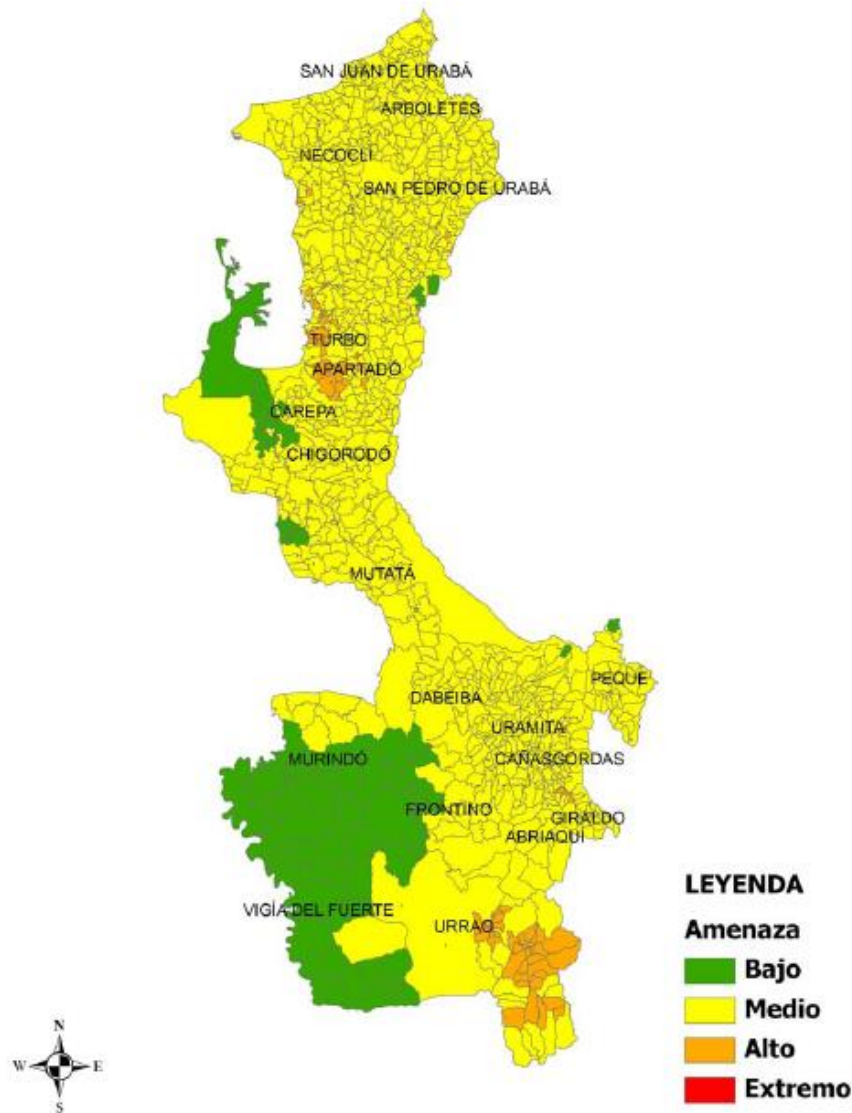


Figura 23. Categoría de amenaza por incendios forestales

4.3.2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad que predomina en todo el territorio, es una vulnerabilidad media en un 73% del área. El 27% restante corresponde a una vulnerabilidad baja y se ubica principalmente en las Subregiones Centro y Norte, en razón de las coberturas vegetales que dominan, especialmente caracterizadas por pastos y cultivos, ecosistemas menos susceptibles a los eventos de incendios forestales.

La única vereda que presenta una vulnerabilidad alta, se encuentra en el Municipio de Urrao en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas que por su

importancia como ecosistema y por la presencia de grandes áreas afectadas por incendios forestales, aumenta su vulnerabilidad.

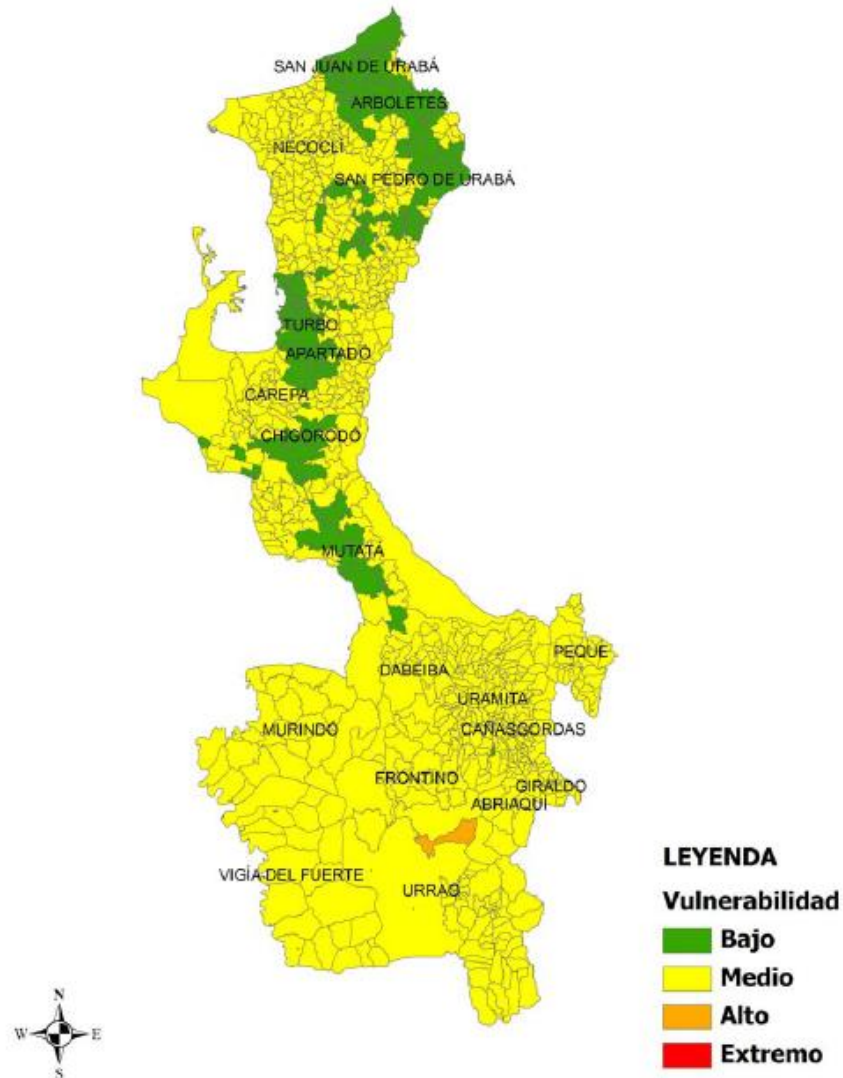


Figura 24. Categoría de vulnerabilidad por incendios forestales

4.3.3 Riesgo

La unión de la Amenaza y la Vulnerabilidad se plantea como el Riesgo, representando la probabilidad de ocurrencia del evento y la susceptibilidad o afectación que puede tener el ecosistema. Para el caso del área de estudio, el riesgo de incendio forestal es bajo en un 49% de las veredas de los municipios ubicados en las Subregiones de Atrato y Centro. Las Subregiones Occidente, Urrao y Norte presentan un riesgo medio en 48% de sus veredas. Sólo el 2.3% de las veredas se encuentra en riesgo alto, y están ubicadas en el municipio de

Urrao, por la presencia del Parque Natural Nacional Las Orquídeas y por la alta ocurrencia de incendios que se reporta en la zona.

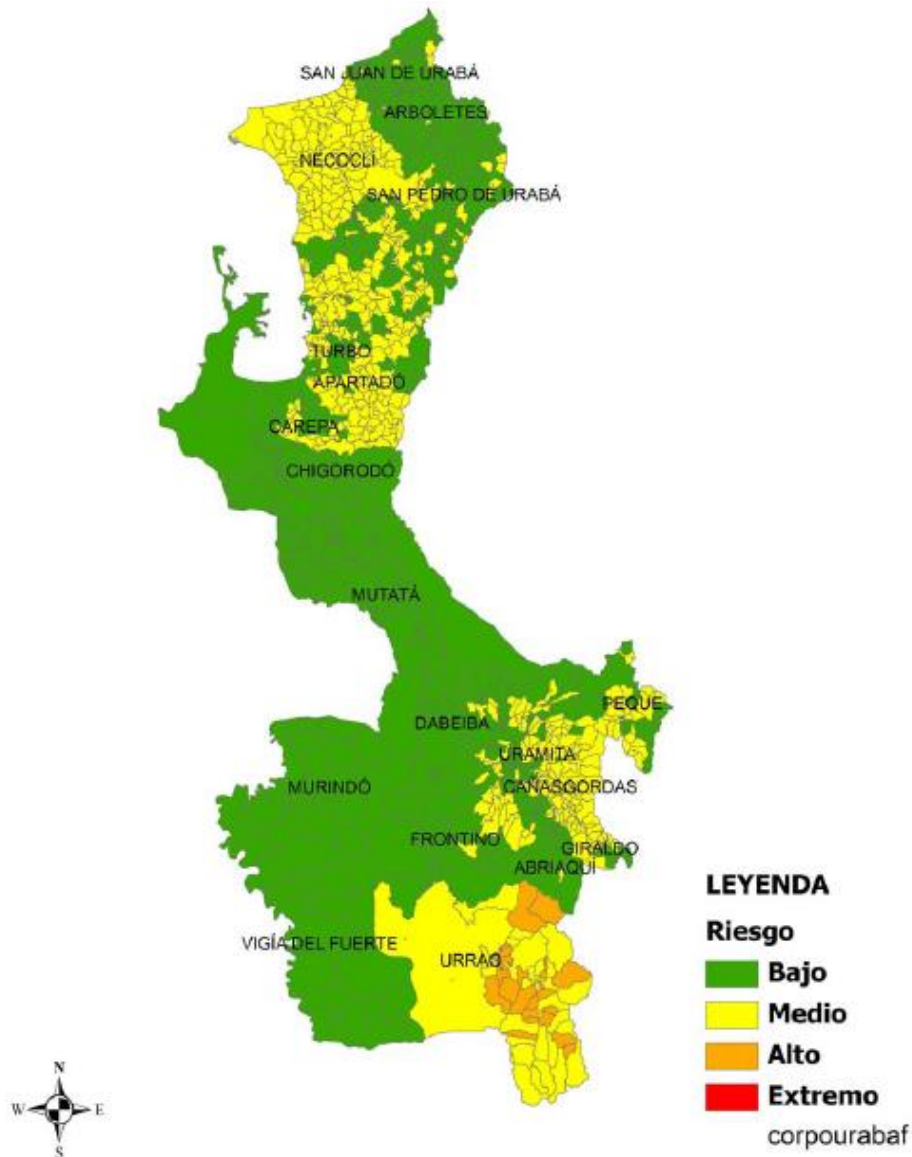


Figura 25. Categoría de riesgo por incendios forestales

4.3.4 Daño Potencial

El daño potencial medio predomina en el 80% de las veredas del territorio de estudio, pero los valores opuestos están directamente relacionados con la conservación de los ecosistemas que predominan en el espacio de la vereda. De tal forma, el 14% de las veredas con un daño potencial está asociado a zonas con cobertura vegetal dominada por pastos y cultivos, relacionados directamente con las actividades agropecuarias del hombre. Esta situación se

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

presenta principalmente en la regional Caribe (Arboletes, San Juan de Urabá y San Pedro de Urabá). Por el contrario, las zonas con valores altos y extremos de protección, se ubican en las áreas de Parques Naturales y Reservas, correspondientes principalmente al Parque de las Orquídeas, Páramo del Sol (Reserva Protectora Urrao- Abriaquí), Parque Natural Katíos y la Serranía de Abibe.

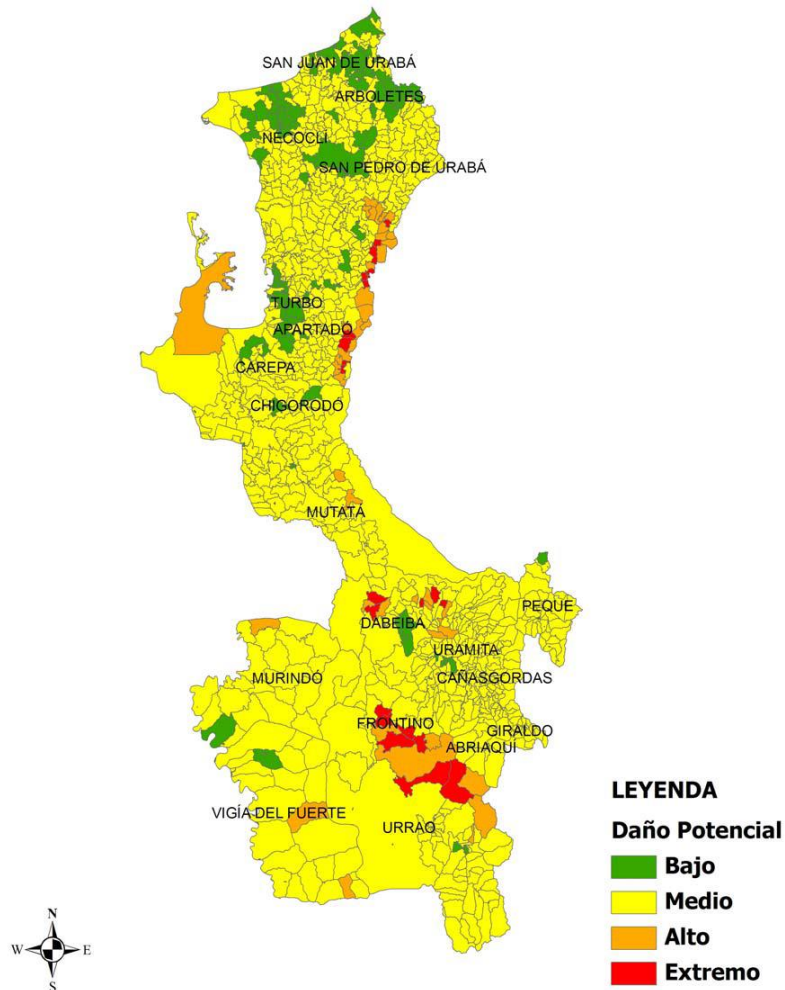


Figura 26. Daño Potencial por vereda

4.3.5 Prioridad de protección

La prioridad de Protección reúne los conceptos de riesgo y de daño potencial por incendios forestales, e indica así las áreas donde se presentan valores críticos y donde el Estado debe encaminar sus acciones para hacer un manejo integrado

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

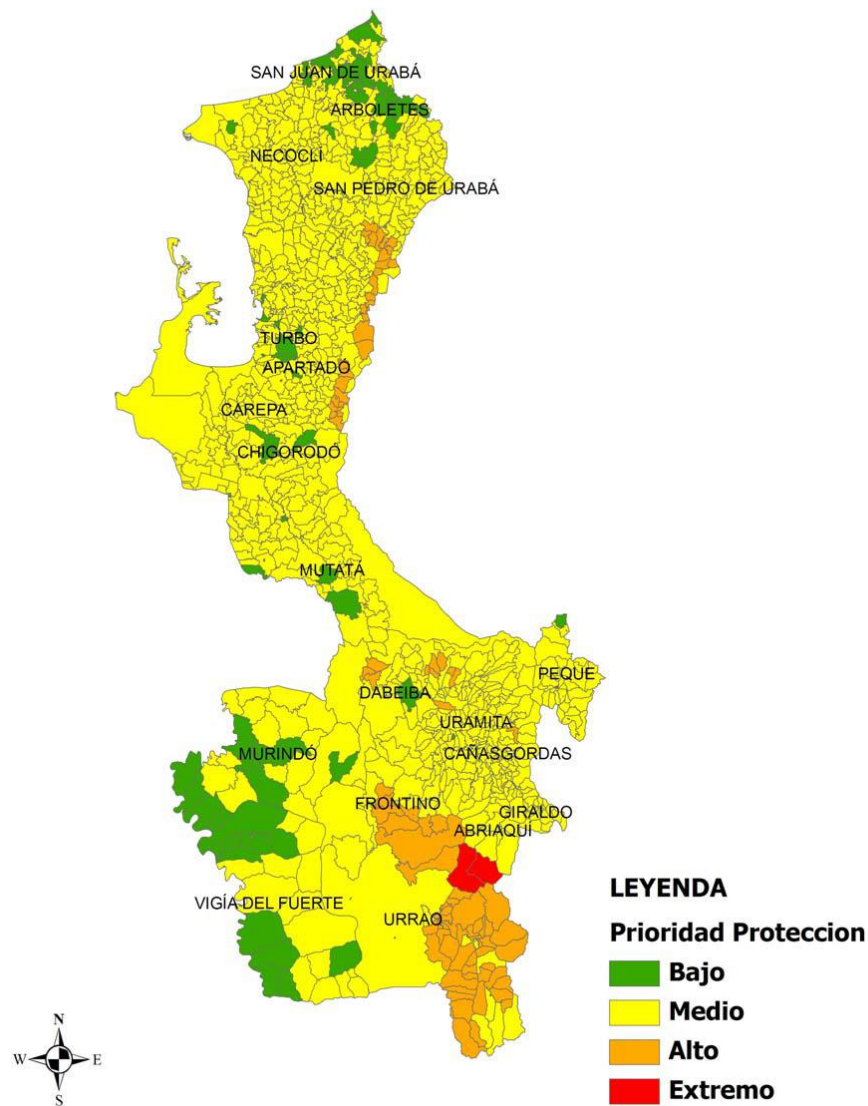


Figura 27. Prioridad de protección.

En la Jurisdicción de **CORPOURABA**, el 83% del territorio presenta una prioridad media, distribuida uniformemente en todo el territorio. Sólo se encuentran algunas áreas de baja prioridad en la Subregión Norte por los escasos ecosistemas boscosos de la región, y en la Subregión Atrato por las condiciones ambientales que reducen considerablemente la posibilidad de ocurrencia de incendios forestales.

En consistencia con los valores encontrados en el Daño Potencial, los valores altos y extremos se encuentran en las zonas del Parque de las Orquídeas, del

Páramo del Sol (Reserva Protectora Urrao- Abriaquí), del Parque Natural Katio y de la Serranía de Abibe.

Lo anterior se debe a la importancia estratégica nacional de estos ecosistemas. Además en el Municipio de Urrao, se presenta el mayor número de eventos y de áreas afectadas.

4.3.6 Estadística de incendios

El ítem que a continuación se presenta resume la ocurrencia de eventos en el periodo comprendido entre 2007 y 2012 en algunos municipios de la jurisdicción de **CORPOURABA**.

Año 2007

El 22 de noviembre de 2007 tal como consta en el Informe Técnico N° 410-08-18-01-0025 del 11 de octubre de 2007 la administración municipal y varios líderes comunitarios reportaron un incendio forestal en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Ensenada de Rionegro el cual, tenía dimensiones desproporcionadas. La atención se hizo de manera oportuna y coordinada con los miembros del Comité Local de Atención y Prevención de Desastres (CLOPAD) junto a los Cuerpos de Bomberos Voluntarios de Turbo y Apartadó, DAPARD y CAISSA como Empresa de fumigación quienes aportaron la aspersión aérea



Figura 28. Panorámica del área afectada en el DRMI- Ensenada de Rionegro.
Foto: William Brand Castrillón

En este evento se detectó la presencia de dos tipos de incendios uno superficial y otro subterráneo que afectaron aproximadamente 1.050 hectáreas distribuidas de la siguiente manera: 500 hectáreas (47,6%) de bosque denso natural (BDN), 200 hectáreas (19%) de bosque intervenido, 120 hectáreas (11,4%) de bosque plantado (mangle), 120 hectáreas (11,4%) de rastrojos y

110 hectáreas (10,5%) de otro tipo de vegetación. Las causas siempre fueron materia de investigación aunque se atribuyó al conflicto armado.

Año 2010

Se presenta datos estadísticos en 2010 no porque en los años 2008, 2009 no hayan ocurrido sino porque se carece de datos y los que existen corresponden a reportes de 8 municipios tal como se muestra en la figura 28.

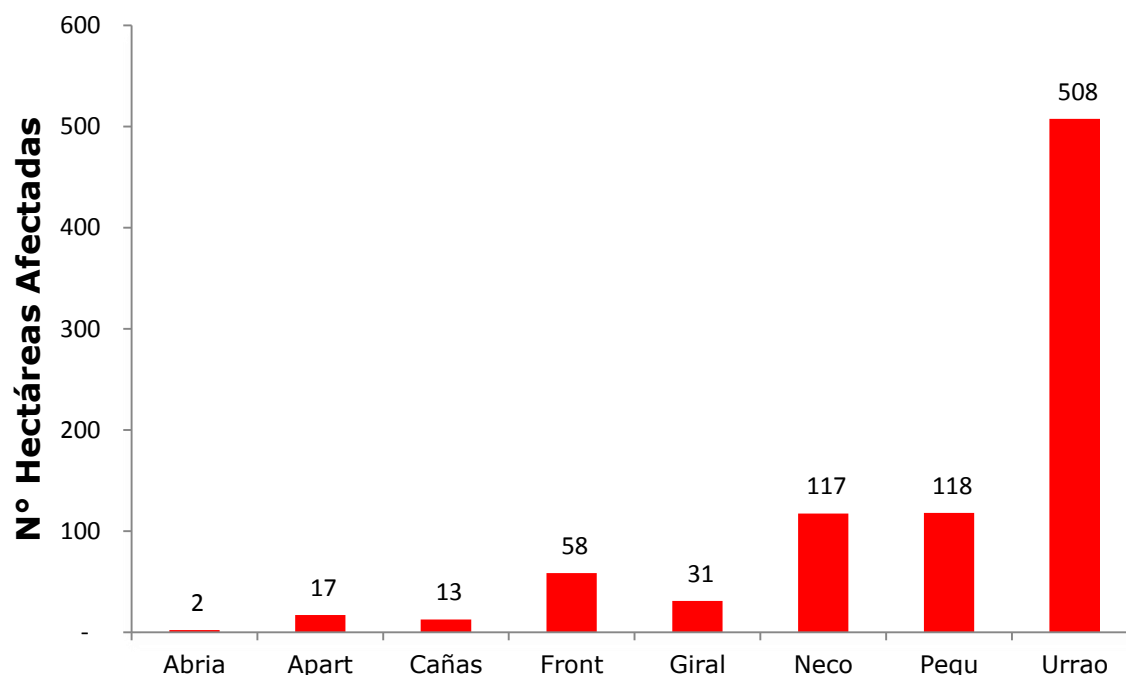


Figura 29. Número de hectáreas afectadas por municipio en el año 2010

Según los datos (Figura 28) en 2010 se vieron afectadas 864 hectáreas de las cuales 2 hectáreas (0,2%) se reportaron en el municipio de Abriaquí, 17 hectáreas (2%) en el municipio de Apartadó, 13 hectáreas (1%) en el municipio de Cañasgordas, 58 hectáreas (7%) en el municipio de Frontino, 31 hectáreas (4%) en el municipio de Giraldo, 117 hectáreas (14%) en el municipio de Necoclí, 118 hectáreas (14%) en el municipio de Peque y 508 hectáreas (59%) en el municipio de Urrao.

Tal como lo muestran las estadísticas (Figura 28) el evento más representativo (508 Has) se presentó el 21 de enero del 2010 en el Páramo del Sol municipio de Urrao; inicialmente fue reportado por personal de la Reserva Natural de las Aves Colibrí del Sol por lo que se procedió a informar al Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Municipio, quienes se encargaron en conjunto con el municipio, el CLOPAD y **CORPOURABA** de organizar la logística necesaria para atender el evento. El informe técnico N° 170-08-18-01-0017 del 8/02/2010 menciona que

el incendio se inició en el sitio conocido como Puente Largo, recorrió todo el sistema de ciénagas hasta llegar a la divisoria de aguas, en el sector conocido como La Gruta. Es de resaltar que el incendio afectó el sistema de ciénagas que surte los nacimientos del río Urrao, que a su vez surte el acueducto municipal y tres sistemas de riego del municipio.



Figura 30. Detalle del área afectada por el incendio en el Páramo del Sol. Foto: Denis Seguro, Wilmar Bermúdez, Liliana Muñoz)

El incendio afectó poblaciones vegetales representadas en manchones de arbustos, paja de sabana (*Calamagrostis sp.*), Piñuela (*Puya antioquiensis*) y Frailejón (*Espeletia frofinoensis*) del cual se quemó gran parte de la regeneración natural y a pesar de la temperatura del fuego se observa individuos adultos que aún presentan humedad en el tallo.

Año 2011

Coincide con la denominada ola invernal la cual fue marcada por la ocurrencia de otro tipo de eventos que de igual manera afectaron a varias personas en los municipios de la jurisdicción de **CORPOURABA**.

El inicio del año 2011 mostró un periodo corto de ausencia de lluvias en el cual, se reportó la afectación en 41 hectáreas de las cuales 8 hectáreas (19%) se reportaron en el municipio de Carepa, 24 hectáreas (59%) en el municipio de San Pedro de Urabá y 9 hectáreas (22%) en el municipio de Turbo (Figura 30)

Se reportó el mayor número de hectáreas (24) en el municipio de San Pedro de Urabá donde se afectó vegetación asociada a un humedal en el sector de Parcelas de Macondo. La actividad fue realizada por personal de la región y tuvo como objetivo eliminar entre otras las especies buchón de agua (*Eichornia crassipes*), matatigre (*Acrostichum aureum*), palma nolí (*Elaeis oleífera*) para el establecimiento de cultivos agrícolas que constituyen la base de la seguridad alimentaria de las personas asociadas al humedal. La vegetación se eliminó en

parches de hasta un cuarto de hectárea (2500 m²) se hizo como una quemas agrícolas de manera controlada, lo que significa que la mayor parte de la gente conoce quien lo hizo pero a la hora de indagar fue imposible conocer la persona o personas que ocasionaron la quema.

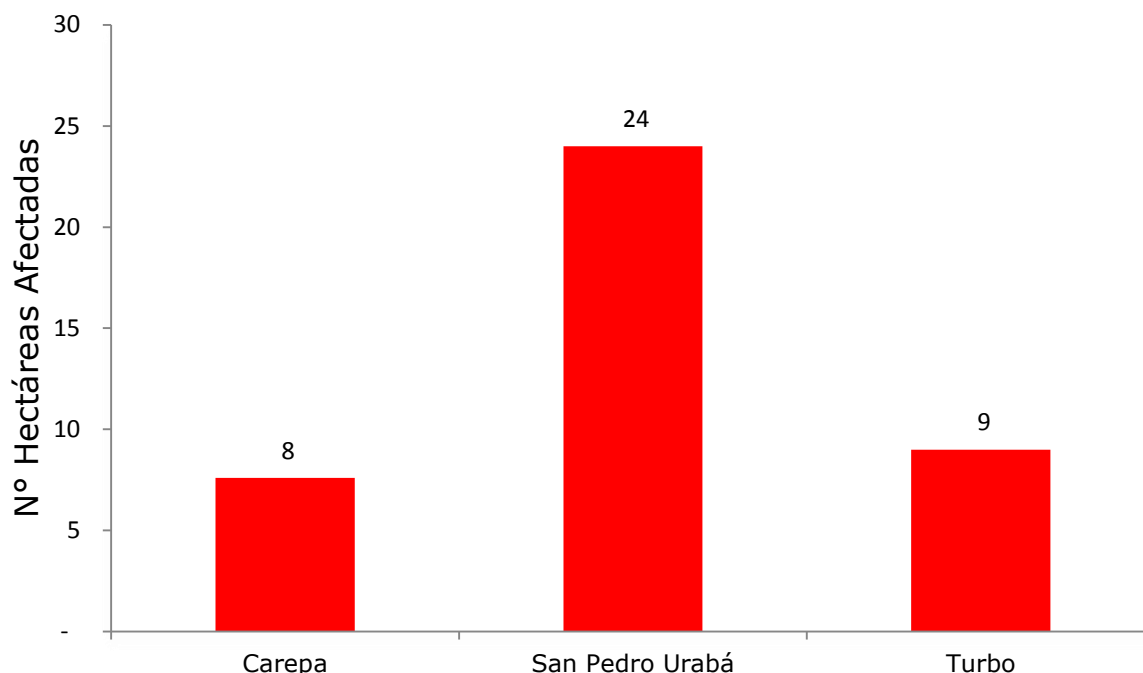


Figura 31. Número de hectáreas afectadas por municipio en el año 2011.

Las quemas agrícolas buscan adecuar sitios para el establecimiento de cultivos de pan coger principalmente maíz, arroz y yuca. Las quemas agrícolas son actividades que hacen parte de tradición de la comunidad con el concepto errado de evitar plagas, disminuir la presencia de roedores pero que a su vez, disminuyen la capacidad agrícola del suelo ya que las altas temperaturas queman la materia orgánica del suelo, constituyen la fuente para la ocurrencia de procesos erosivos y adicionan a la atmósfera elementos contaminantes que en términos académicos contribuyen al cambio climático.

Año 2012

En el año 2012 se reportó la afectación en 461 hectáreas de las cuales 9 hectáreas (2%) fueron reportadas en el municipio de Apartadó, 164 hectáreas (35,6%) se reportaron en el municipio de Carepa y 288 hectáreas (62,5%) se reportaron en el municipio de Turbo (Figura 31)

El mayor número de hectáreas afectadas (100) se presentó en la vereda Puya Arriba, corregimiento San José de Mulatos del municipio de Turbo. El informe técnico N° 400-08-02-01-1484 del 4 de septiembre de 2012 evidenció que la quema afectó palmas, rastrojo bajo y cultivos agrícolas de pan coger

principalmente maíz y arroz que estaban en época de cosecha. Del diálogo con las personas afectadas pudo concluirse que la quema fue promovida por personas ajenas a la comunidad que pretenden que las personas que en la actualidad ocupan la finca Compañía La 35 abandonen ese sitio.

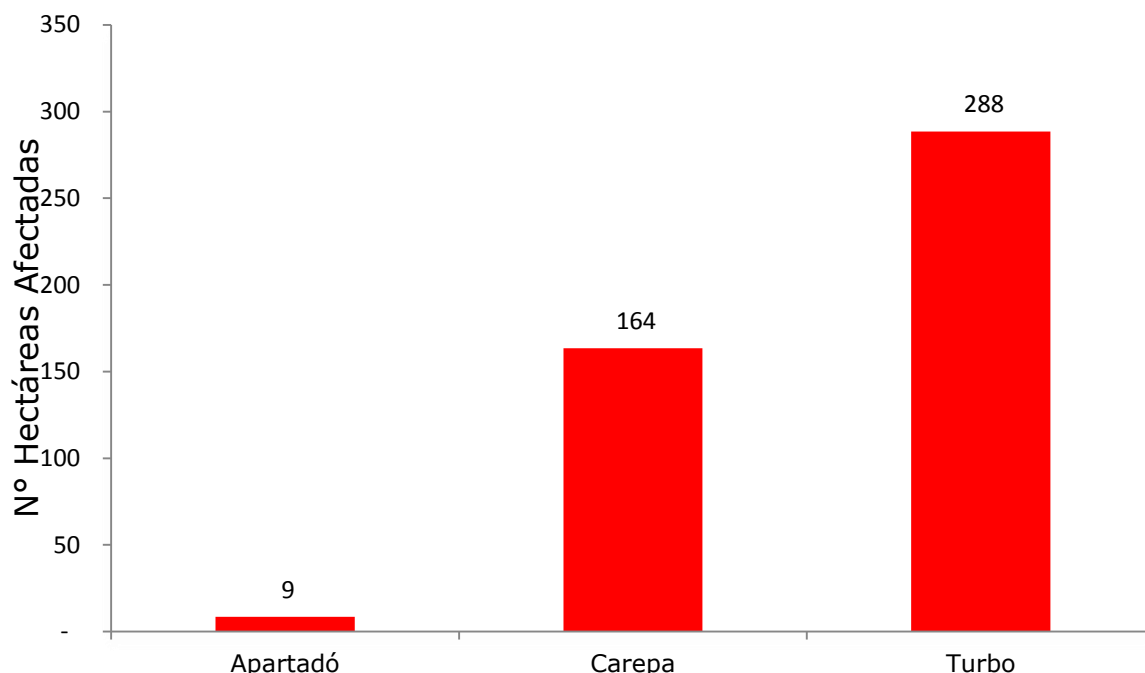


Figura 32. Número de hectáreas afectadas por municipio en 2012.

5. PROGRAMAS DEL PLAN DE CONTINGENCIA

A nivel de **CORPOURABA** y los municipios de su jurisdicción se contempla la ejecución del siguiente programa con sus actividades así:

Título del programa	Programa de Prevención y atención de incendios forestales.
Objetivo:	Ejecutar el plan regional de prevención y mitigación de incendios forestales en la jurisdicción de CORPOURABA
Entidad responsable:	CORPOURABA
Fuente de financiación:	Recursos propios
Actividades a desarrollar:	Elaborar el Plan de Contingencia de prevención, atención y recuperación de ecosistemas dañados por los incendios forestales.

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

Fortalecimiento operativo de los 5 puestos de respuesta inmediata de control de Incendios Forestales.

Cinco capacitaciones sobre la realización de quemas controladas, en las comunidades con mayor amenaza de incendios forestales, protegiendo plantaciones forestales establecidas.

Reglamentación de quemas agrícolas

Capacitación a cuerpos de bomberos en incendios forestales

Capacitación a cuerpos de bomberos en la metodología de comando incidente.

Duración: El programa se viene ejecutando desde 2006

A nivel del departamento de Antioquia y como **CORPOURABA** hace parte de la Comisión Departamental de Prevención y Atención de Incendios Forestales se contempla las líneas, programas y proyectos que se describen a continuación

Tabla 6. Líneas, programas y proyectos contemplados dentro del plan de contingencia por la Comisión Departamental

LÍNEAS	PROGRAMAS	PROYECTOS	RESPONSABLE
Fortalecimiento de las actividades de prevención	Capacitación	Capacitación de grupos operativos y autoridades ambientales (cursos OFDA, CBF)	Comisión departamental
	Actualización planes de contingencia	Elaboración plan de contingencia UAESPNN	Autoridades Ambientales
		Actualización Plan de CORPOURABA	
		Elaboración Plan de contingencia municipales	
	Campaña de medios	Afiches y folletos	Comisión departamental, MAVDT, SAMA
		Cuñas radiales	
Vallas institucionales			
Manejo adecuado de quemas		Calendario de quemas en la jurisdicción de CORPOURABA	CORPOURABA, SAMA

PLAN DE CONTINGENCIA
PARA INCENDIOS FORESTALES EN LA JURISDICCIÓN DE CORPOURABA

LINEAS	PROGRAMAS	PROYECTOS	RESPONSABLE
		Folletos de capacitación	
Mejoramiento de equipos y actividades operativas	Dotación centros regionales de reserva	Establecimiento de nuevos centros de reserva, Arboletes, San Pedro	Gobernación de Antioquia
		Suministro de espuma retardante	Gobernación de Antioquia
Seguimiento y evaluación de incendios forestales	Consolidación de sistema de información	Adecuación de ficha del IDEAM al Desinventar	Comisión departamental
		Capacitación a Comandantes de Cuerpos de Bomberos	

6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Gobernación de Antioquia, Instituto para el Desarrollo de Antioquia. 2007. Antioquia características geográficas. Bogotá, 318p.

Mesa, O; Poveda, G; Carvajal, L.F. 1997. Introducción al clima de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 390p.

Eslava, J. 1993. Algunas particularidades climáticas de la región del Pacífico Colombiano. **EN:** Atmosfera, N° 17. pp45-63.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. 2005. Atlas climatológico de Colombia. Bogotá. 157p.

Ley 322, artículo 2. La prevención y control de incendios y demás calamidades conexas a cargo de las instituciones bomberiles, es un servicio público esencial a cargo del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional, en forma directa o por medio de los Cuerpos de Bomberos Voluntarios.

Rothermel, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 40 pp. Publication of U.S. Governmet.

ZÁRATE, L.G. 2004. Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0503104-095443/>