



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES (MOPC).

**Gabinete del Viceministro de
Obras Públicas y Comunicaciones**

Unidad Ambiental (U.A.)

Consortio: Louis Berger – ICASA (LB-I).

**Implementación Plan de Gestión Ambiental (PGA). Programa de
Corredores de Integración de Occidente, Paquete I: Gerenciamiento
del Plan de Gestión Ambiental.**

Contrato de Préstamo No. 1278/OC-PR (BID)



METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE DAÑOS POR INCENDIOS FORESTALES EN EL CHACO.

**Región Occidental,
Paraguay, Abril de 2011.**

POR¹:

Saúl Campos Roca,
Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables,
Magíster en Administración de Recursos Naturales.

COLABORADORES:

Néstor Raúl Cardozo Aguilera,
Ingeniero Agrónomo,
Especialista en Evaluación de Impacto Ambiental,
Especialista en Sistemas de Información Geográfica.

Genaro Díaz de Vivar,
Economista.

Anastacio Páez,
Ingeniero Civil.

¹ El autor realizó una compilación y adaptación de las *Metodologías para la Evaluación de Áreas Afectadas por Incendios Forestales. Proyecto FAO/TCP/GUA/2903. Departamento de Petén, Guatemala, 2005.*

CONTENIDO.

1.	PRESENTACIÓN.....	5
2.	ANTECEDENTES.....	7
a.	Descripción del área de estudio.....	10
b.	Descripción climática.....	10
c.	Descripción del tipo de vegetación	10
d.	Utilización de los datos de satélite para la determinación de la distribución espacio temporal de los incendios.....	11
e.	Área quemada por año.	13
f.	Causas de los incendios en la región.....	15
3.	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....	19
4.	METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE PÉRDIDAS POR INCENDIOS FORESTALES EN EL CHACO.....	26
a.	Introducción	26
b.	Objetivos.....	27
	objetivo general	27
	objetivos específicos.....	27
c.	Valoración de las pérdidas.....	27
i.	Madera comerciable y pérdidas de otros subproductos.....	27
1.	Plantaciones forestales jóvenes	27
2.	Arbolado adulto.....	28
a.	Productos maderables.....	28
b.	Productos no maderables.....	31
ii.	Matorrales	31
iii.	Praderas naturales (o artificiales)	32
iv.	Agricultura	33
v.	Daño y/o destrucción de propiedades.....	34
vi.	Efectos sobre el paisaje y recreación.....	34
vii.	Efectos en cuencas hidrográficas	35
viii.	Pérdidas de productividad.....	36
ix.	Valores ambientales	37
x.	Fauna silvestre.....	37
xi.	Impacto atmosférico.....	38
xii.	Daños potenciales	42

5.	ACOMPANAMIENTO PREVIO A LA PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE PÉRDIDAS POR INCENDIOS.	43
a.	Plan de manejo del fuego de la región occidental	44
i.	Líneas estratégicas	46
1.	Línea estratégica 1. Educación, capacitación y concientización	46
2.	Línea estratégica 2. Prevención, control y monitoreo de incendios forestales en la región occidental	49
b.	El monitoreo de los incendios en la región occidental.	51
i.	Sistemas de alerta temprana basados en información satelital.	52
ii.	Quemas en el chaco.....	53
iii.	Metodología para aplicar el sig en la gestión integrada de datos de incendios a partir de un archivo en formato “shape file” (.shp).	54
iv.	Aplicación del sig arcgis 9.3 en la gestión integrada de datos de incendios en la vegetación.....	56
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
7.	BIBLIOGRAFÍA	64

1. PRESENTACIÓN

La valoración de pérdidas económicas debidas a fenómenos naturales: incendios, sequías, deslaves, tornados, huracanes, inundaciones, granizo, heladas, etc., no es una práctica común y por su gran diversidad de variables, representa dificultades para su cuantificación o cualificación. En la gran mayoría de los casos, los valores tendrán que ser asumidos, por las dificultades de una medición significativa.

En el caso de incendios forestales, que pueden ser producidos de manera natural, por accidente, falta de previsión o intencionalmente, la valoración de las pérdidas económicas producidas por el fuego, puede realizarse con un grado de confiabilidad bastante significativo, si se realiza por personal competente, capacitado y conocedor de las condiciones y variables locales y principalmente del área en donde se produce el incendio.

Dentro del Proyecto de Implementación del Plan de Gestión Ambiental, PGA del Programa de Corredores de Integración de Occidente, se consideró prioritario proponer una metodología de valoración de pérdidas económicas ocasionadas por los incendios forestales que pueda ser aplicada a las poblaciones del Chaco Paraguayo, Región Occidental; es así que el Consorcio Louis Berger – ICASA, dentro del Componente de Prevención de Incendios Forestales, desarrolló una serie de actividades de fortalecimiento del Componente con las instituciones directamente beneficiarias del Proyecto (municipalidades y gobernaciones) y desarrolló un importante programa de difusión, capacitación y fortalecimiento de los técnicos de las unidades ambientales desarrollando materiales técnicos y de difusión: trípticos, afiches, difundiendo spots radiales y materiales técnicos como el plan de manejo del fuego para la Región Occidental, el monitoreo mensual de los incendios en la Región Occidental por 10 años (2001 a 2010), propuesta de monitoreo satelital de los incendios en El Chaco y por último una propuesta de metodología de valoración económica de las pérdidas por incendios forestales en La Región Occidental.

El Consorcio evaluó varias metodologías y propuestas de valoración que se han hecho en zonas similares al Chaco en diversos países, pero se pretendía encontrar una metodología práctica que efectivamente pueda ser implementada en El Chaco, es así que se toma como base el documento: Metodologías para la Evaluación de Daños en Áreas Afectadas por Incendios Forestales, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, de la República de Guatemala. PROYECTO FAO TCP/GUA/2903 (A). Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales del Departamento de Petén, mayo de 2005.

El autor de este informe y sus colaboradores, realizaron una adaptación de la metodología del Petén, Guatemala a las condiciones del Chaco Paraguayo, con el agregado de algunos ejemplos prácticos para su mejor comprensión. Se considera un instrumento valioso para los responsables de la gestión ambiental local, una herramienta que servirá para la valoración de los recursos naturales del Chaco, para la concientización de la población, la gestión ambiental y sobre todo para preservación de la biodiversidad y los recursos naturales en general del Chaco Paraguayo.

El documento se estructura presentando en su orden los antecedentes de la problemática de los incendios forestales en El Chaco, marco legal, el plan de manejo del fuego para la Región Occidental, propuesta de monitoreo satelital, la propuesta de la metodología de valoración y las conclusiones y recomendaciones para el uso de la metodología propuesta.

2. ANTECEDENTES

En la última década se ha alterado la ocurrencia de los incendios en todo el planeta, estos cambios están relacionados a factores socio económicos y climáticos que tienden a modificar la dinámica espacio temporal de los incendios (Pyne, 1997). Cada día este fenómeno es más preocupante debido a la frecuencia, intensidad, temporalidad y extensión que ha adquirido el fenómeno, convirtiéndose en uno de los principales problemas ambientales en la actualidad a escala global. Los incendios afectan anualmente millones de hectáreas de bosques tropicales, mediterráneos y boreales, modificando la estructura y composición de la vegetación (Roy *et al.*, 2005; Zhan *et al.*, 2002), pero también causando daños económicos y humanos, además de los consiguientes aportes de contaminantes a la atmósfera y la susceptibilidad de daños colaterales en las áreas afectadas a la biodiversidad, a la exposición de los suelos a la erosión hídrica y eólica, así como el riesgo a la deslaves y azolvamiento de áreas bajas en muchos lugares del planeta.

En América del Sur, entre 1998 y 1999, se perdieron un total de 9.4 millones de hectáreas de bosques tropicales a consecuencia de incendios forestales (Cochrane, 2002), registrándose alrededor de 219.000 incendios y quemas, de los cuales, aproximadamente el 66% ocurrieron en Brasil, 11% en Argentina, 11% en Bolivia y un 8% en Paraguay. Estos incendios están relacionados principalmente con prácticas agrícolas, apertura de nuevos asentamientos rurales, limpia de cultivos y ganadería intensiva. Otro motivo de menor relevancia, son los incendios ocasionados por los cazadores que utilizan este método para movilizar las presas, principalmente en las áreas de conservación (Setzer *et al.*, 1994; Cardoso *et al.*, 2003).

Paraguay es un país con pocos datos respecto a la ocurrencia de incendios forestales, a pesar que la quema es una de las herramientas más empleadas en el manejo de pasturas, limpieza de campos, la caza furtiva, entre otros usos. En el 2007 entre los meses de julio y octubre, en la Región Oriental del Paraguay los incendios forestales afectaron una superficie total de 675.775Has, de las cuales el 23.7% fueron bosques nativos, 60% campos altos y los restantes 16% otros usos agropecuarios. Los departamentos más afectados fueron: San Pedro (24.67%), Concepción (49.69%), Amambay (18.84%) y Canindeyú (6.80%) (Balbuena & Rejalaga, 2009). Esta condición fue reportada también para la Región Occidental, principalmente asociada a la sequía que trae también otros daños a la economía y a la seguridad alimentaria de las comunidades locales. A partir de este evento, los organismos gubernamentales (OGs), organismos no gubernamentales (ONGs), las asociaciones privadas y otras instituciones colocaron en sus agendas a los incendios forestales como una problemática.

En el año 2010, en Rusia se provocaron incendios en centenares de miles de hectáreas de bosque y se produjeron más de 50 muertes de seres humanos por los incendios. En lo que va del 2011, en México y Estados Unidos, los reportes de incendios en miles de hectáreas de bosques, están en todos los medios de difusión y la preocupación por el incremento cada vez mayor de la incidencia de incendios es mundial.

En la ocurrencia de incendios forestales en el Chaco Paraguayo, según datos que se obtuvieron de los productos MODIS MCD 45 Global Burned Área, entre los años 2002 – 2009 se incendiaron aproximadamente 5.188.014Has., (*Rejalaga Noguera y Huespe Duarte, 2010 s.p*). Los meses en que existe una mayor ocurrencia de incendios son Agosto, Septiembre y Octubre. El promedio de focos de calor entre 2002 y 2009, fue de 4,207. Los años de mayor número de focos de calor detectados por los sensores Terra MODIS tarde, fueron 2002, 2003, 2005 y 2007, observándose en el 2007 un total de 5,500 focos de calor de Enero a Diciembre.

La metodología aplicada se basó exclusivamente en imágenes de satélites MODIS de 250 y 500 metros.

Los incendios forestales en el Chaco paraguayo, se han incrementado en los últimos años, afectando las zonas de campos naturales, pasturas y zonas boscosas lo cual ha generado impactos negativos en el ámbito social, ambiental y económico de la Región.

La mayor causa de los incendios es de origen humano, es decir son iniciados voluntaria o involuntariamente por las personas, quienes también colaboran con la propagación de los mismos.

El diagnóstico recogió la información aportada por los actores locales, principalmente con el apoyo de la Gobernación del Departamento de Boquerón, de las Autoridades Municipales, Cuerpo de Bomberos Voluntarios, Ministerio Público, Policía Nacional, Consejo de Emergencia Local, Consejo Operativo de Emergencia, Cooperativas, Cruz Roja Paraguaya, Organismos No Gubernamentales, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), para el planteamiento de acciones y responsabilidades encaminadas a la prevención, control y manejo de áreas de pastizales, matorrales y zonas boscosas afectadas por los incendios base para la formulación e implementación de un Plan en el cual participen los diferentes actores locales.

El trabajo se basó, en talleres participativos en los que hubo representación de las instituciones mencionadas e integra la diversidad de problemas y acciones dentro de tres componentes temáticos:

- Institucional-Legal,

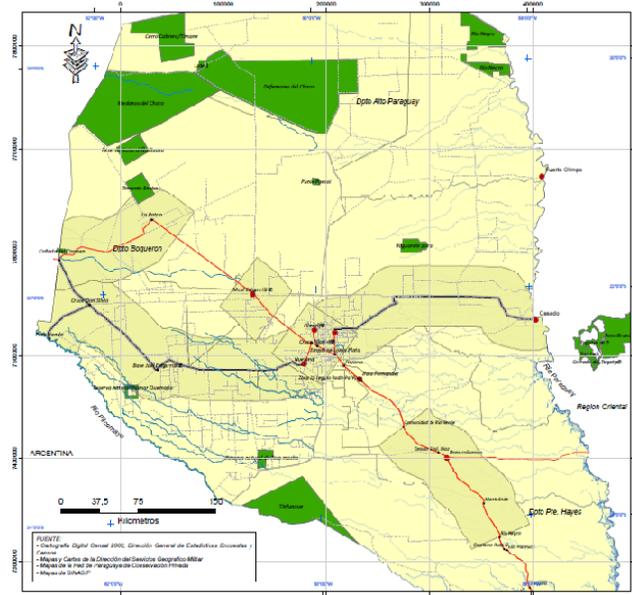
- Gestión Social y
- Operativo, esperando bajo esta modalidad, sistematizar y retroalimentar el proceso de forma efectiva, permitiendo la correcta y oportuna toma de decisiones.

En los talleres participativos los actores locales identificaron las causas, propusieron acciones y definieron responsabilidades, que serán consideradas en el plan de manejo del fuego, se necesita una metodología que permita establecer el monto de las pérdidas que ocasionan los incendios forestales en El Chaco.

La preocupación de las autoridades nacionales por los daños de los incendios forestales en El Chaco, principalmente por los efectos observados en la sequía del año 2006, que influye directamente en la economía de la región, que depende básicamente de la ganadería y como recomendación de ejecutivos y especialistas del mismo Banco Interamericano de Desarrollo, BID, se incluyó el componente Prevención de Incendios Forestales dentro del Plan de Gestión Ambiental del Programa de Corredores de Integración de Occidente.

El Área de Influencia Directa del Programa está dada en un radio de 20Km a lo largo de los tramos definidos, dentro del Programa, como se observa en el Mapa de Cobertura del Programa.

Fig. N° 1. Mapa de Cobertura del Programa



Fuente: Consorcio Louis Berger - ICASA, 2009.

El buffer sobre las rutas identifica el área de influencia directa del Programa.

Con esta base se inició el desarrollo de un diagnóstico específico de la situación de los incendios forestales en la Región, como fundamento para la implementación de las acciones necesarias y actividades, como propuestas de prevención.

a. Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende la Región Occidental del Paraguay o Chaco, que se presenta en El Mapa de Cobertura, los departamentos Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay, que están dentro del área de influencia del Programa. La superficie total de la Región es de 246.925 Km² y representa el 60% de la superficie total del país, se localiza entre los meridianos 20° 00´ a 24° 30´ de Latitud Sur y los 58° a 62° 30´ de Longitud Oeste.

La elevación media es de 130m sobre el nivel del mar y su máxima altura es de 300m, esta Región forma parte de una inmensa llanura aluvial situada en el Centro de Sudamérica y corresponde a la Región Biogeográfica denominada como El Gran Chaco Sudamericano.

b. Descripción Climática

La precipitación y la evaporación en el Chaco son parcialmente responsables de la distribución y composición de la vegetación. El Chaco paraguayo pertenece a la zona de transición entre el clima semiárido y húmedo. El clima semiárido se caracteriza por un largo período de déficit de humedad debido a que la evaporación potencial es mayor que la precipitación. En general se registran precipitaciones en el Bajo Chaco, de 1.400 milímetros (promedio) disminuyendo hacia la frontera con Bolivia en el Oeste, a aproximadamente 500mm. Los datos promedios sobre precipitación en el Chaco indican una deficiencia en la recarga de los acuíferos y la agricultura, es muy importante determinar con qué frecuencia e intensidad se dan las precipitaciones a efecto de tener más elementos para el diseño de los planes de prevención y control.

En el Chaco las temperaturas anuales medias oscilan por los 23°C.

c. Descripción del tipo de vegetación

“La diferencia en la temperatura, precipitación y tipos de suelo influye directamente con la vegetación con que cuenta el Chaco, las variedades de plantas que se pueden encontrar en la zona chaqueña entre otras están:

- Carandá (Cipernicia alba),
- Bosque de Quebracho Colorado (Schinopsis balansae)

- Lapacho (*Tabebuia heptaphylla*)
- Cangorosa (*Maytenus ilicifolia*)
- Quebrachos Blancos (*Aspidosperma quebracho-blanco*)
- Samuhú (*Chorisia insignis*)
- Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*)
- Matorral Deciduo Subdesértico con especies suculentas
- Matorral semidecídúo xerofítico
- *Gymnocalycium megatae* (cactus, tuna)
- Guaimí Piré (*Ruprechtia triflora*) una de las especies más abundantes de la región”²

Los gradientes de temperatura, las precipitaciones a largo plazo, las condiciones del suelo, el nivel superior de las aguas subterráneas y el contenido de sal, influyen directamente en el comportamiento y densidad de la vegetación del Chaco.



Fotografías 1, 2 y 3. Vegetación Chaqueña:

- Bosque de quebracho colorado. Fuente: BGR, 1998,
- Espartillar. Fuente: BGR 1998,
- Pantanal Paraguayo, Alto Paraguay. Fuente: L. Rejalaga, Junio 2008.

d. Utilización de los datos de satélite para la determinación de la distribución espacio temporal de los incendios

Uno de los principales problemas en la última década en el Chaco Paraguayo es la acelerada dinámica de cambio de uso de la tierra. El sistema más utilizado para llevar a cabo estas prácticas es la quema, que debido a la gran extensión de terreno, la velocidad de viento, humedad, temperatura del ambiente y el tipo de vegetación, no pueden ser controladas, convirtiéndose en incendios forestales.

Para la realización del análisis temporal de ocurrencia de incendios se utilizaron productos de anomalías térmicas de las imágenes adquiridas por el sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), que forma parte del programa EOS

² Diagnóstico Departamental de Boquerón, 2007.

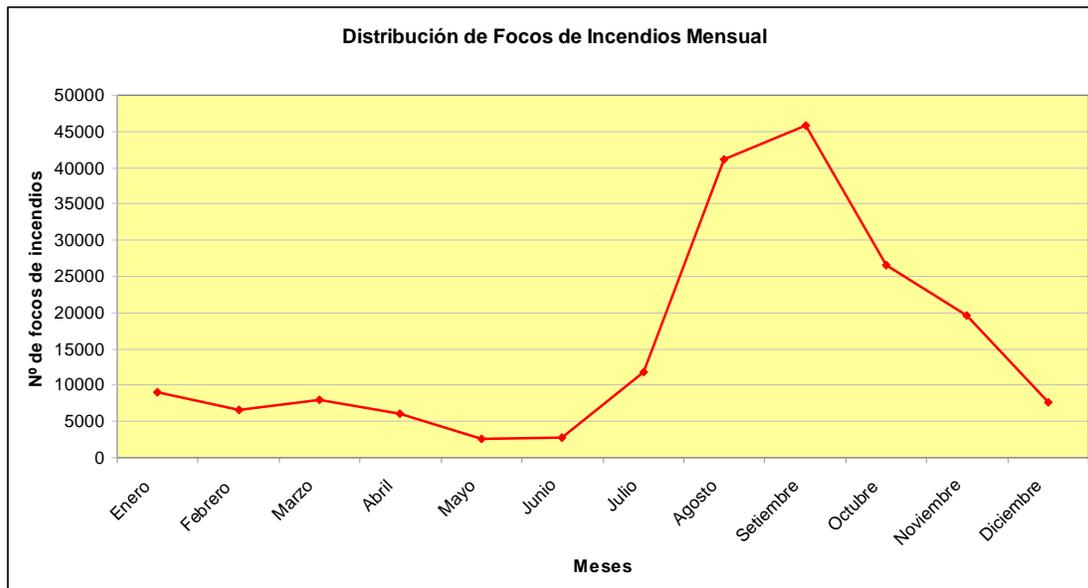
(Earth Observation System) de la NASA (National Aeronautic and Space Administration). Este sensor opera actualmente a bordo de los satélites Aqua y Terra.

El instrumento Terra MODIS adquiere los datos dos veces al día (10:30AM y 10:30PM), así como el Aqua MODIS (1:30PM y 1:30AM). Estas cuatro observaciones diarias MODIS fuego se utiliza para realizar el monitoreo de los focos de fuego a nivel mundial y estimar sus efectos sobre los ecosistemas, la atmósfera y el clima.

La estrategia de detección de incendios se basa en la identificación de un incendio (cuando la fuerza del fuego es suficiente para ser detectada), y en la determinación en relación con su fondo (para dar cuenta de la variabilidad de la temperatura de la superficie y la reflexión de la luz solar), luego se aplica una máscara a fin de seleccionar sólo los píxeles que son detectados como incendios.

Todos los meses del año se observan quemas en la Región Occidental, pero estas se incrementan a partir del mes de julio llegando a su pico máximo en agosto – septiembre de cada año.

Gráfico 1. Distribución temporal de focos de incendios Región Occidental

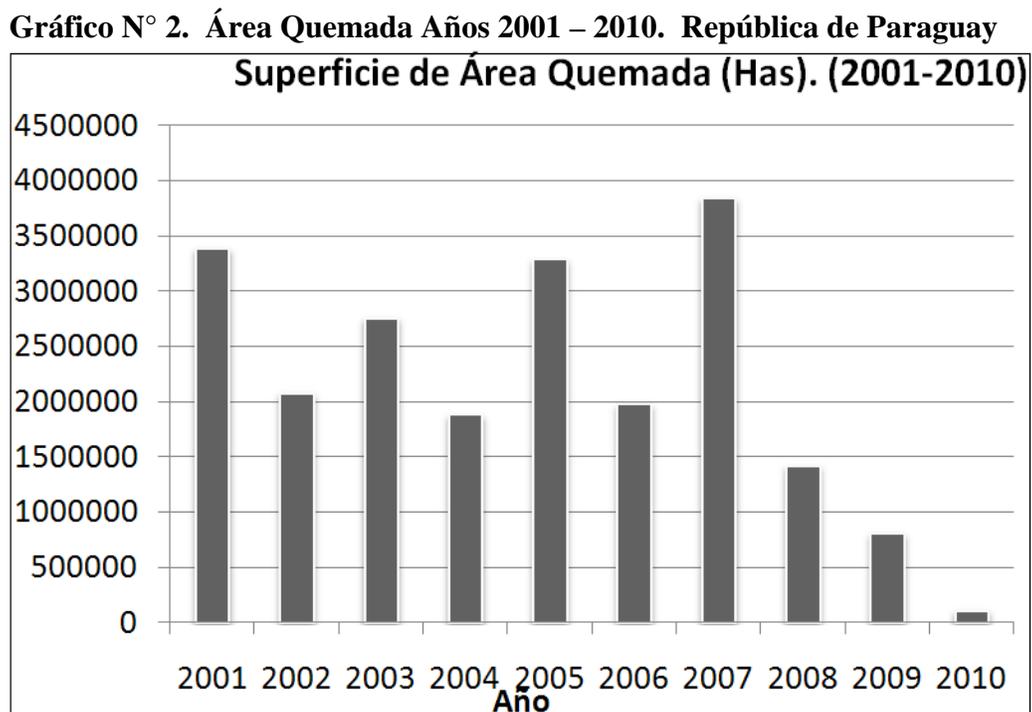


Se puede observar en el gráfico que el pico máximo de ocurrencia de incendios es en los meses de agosto y septiembre.

e. Área quemada por año.

El número de focos por año, no representa, el área quemada, el área no es directamente proporcional al número de incendios.

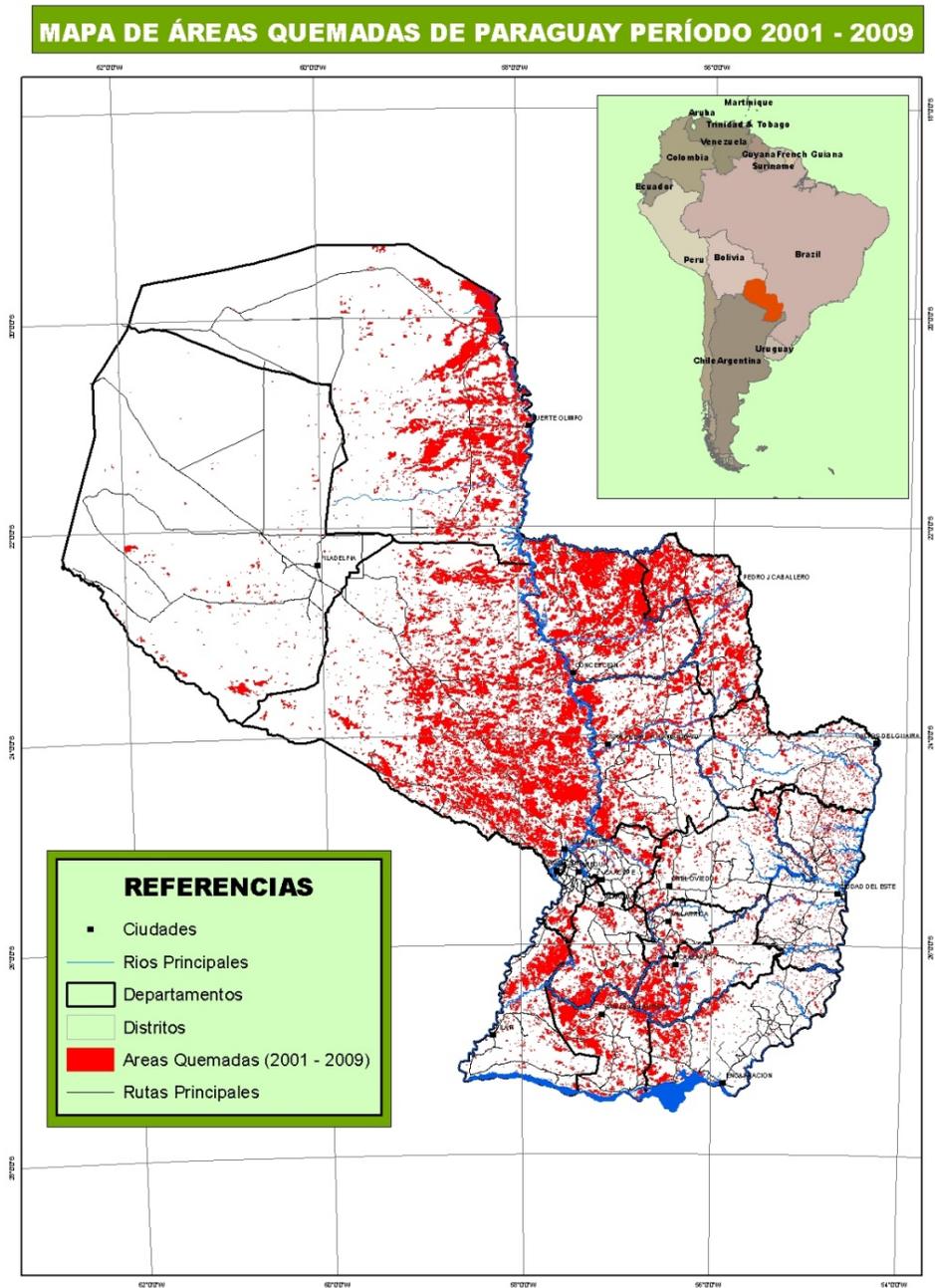
El siguiente cuadro muestra el área quemada registrada a nivel nacional, para los años 2001 a 2010. Este indica, que los años de mayor cobertura de fuego, fueron el 2001, 2005 y 2007. Elaborados en base a los datos de la página de la NASA de los sensores NOAA y MODIS.



Es importante mencionar también, que la mayor incidencia de incendios es en las zonas húmedas del país y en el Caso de la Región Occidental, es la Zona del Chaco Húmedo, franja paralela al Río Paraguay, la que tiene la mayor incidencia de incendios, como se observa en el siguiente mapa, que hace una relación de las quemas en los años 2001 a 2009. Elaborados en base a los datos de la página de la NASA de los sensores NOAA y MODIS.

A continuación el mapa de áreas quemadas del Paraguay 2001 a 2009.

Fig. N° 2. Áreas Quemadas del Paraguay, 2001-2009.



El mapa identifica la mayor incidencia de quemas en las regiones húmedas del país, sin embargo, los años con lluvias incrementan el desarrollo vegetativo en las zonas áridas, lo que incrementa el material combustible que genera susceptibilidad a las quemas cuando se ausentan las lluvias.

f. Causas de los Incendios en la Región

Con base en la experiencia en la región, recogida en los talleres, se elaboró una lista consensuada de las causas principales de los incendios forestales en El Chaco. La lista fue revisada para ordenar las causas identificadas de acuerdo a su importancia relativa, sugiriendo así el orden de prioridad con que deben ser atendidas. Son estas:

Quemas para limpieza de pasturas o habilitación de terrenos. Los productores realizan quemas para la eliminación de desechos. Los ganaderos tienen como práctica la renovación de pastos y queman grandes extensiones y no se realizan rondas (línea de control) por lo que el fuego queda sin control en muchas de las ocasiones.

Limpieza de franja de seguridad al costado de las rutas. Muchos de los fuegos se producen por descuido de los encargados de limpieza de las franjas al costado de las rutas.

Actividades de caza. Muchos cazadores aún apelan a prácticas irresponsables en el afán de capturar las presas con más facilidad.

Piromanía. Es una práctica ejercida por personas de la zona en forma intencional.

Quema Accidental. Puede darse por una fogata para cocción de alimentos que no se apagó correctamente o por transeúntes que transitan por ganaderías, bosques y descartan colillas de cigarrillos sin apagarlas, aunque ambas causas pueden caer en la irresponsabilidad de las personas y podría interpretarse en algunas ocasiones como incendios intencionales.

Rayos causas naturales. Generados por descargas electro atmosféricas sobre suelo seco

Chispas de tendidos eléctricos. Debido al choque entre cables cuando hay vientos muy fuertes.

Apicultores. La cosecha de la miel silvestre se realiza en la mayoría de los casos utilizando fuego para provocar humo para desplazar a las abejas. Es otra de las causas que desencadenan incendios en la Región.

Radiación solar. Concentración de los rayos solares, efecto lupa en vidrios y botellas.

Resultado de los mismos talleres, se dio la identificación de problemas en las áreas institucional y legal, operativa y gestión social.

El Área Institucional y Legal incluye a las entidades municipales, entidades del estado, no-gubernamentales, comunitarias, se identifica su responsabilidad con los problemas generados por los incendios forestales y quemas agrícolas en La Región.

El involucramiento de las instituciones puede corresponder a responsabilidades señaladas en la legislación vigente, pero también corresponde a las necesidades de organización de las fuerzas vivas de los departamentos y los municipios, para defender sus intereses económicos, su seguridad y su bienestar social. Los problemas que corresponden al área institucional y legal tienen incidencia en todas las etapas del proceso de manejo fuego: prevención, control y seguimiento.

Se han identificado los siguientes problemas generales:

- La legislación vigente, muy amplia pero no define en forma expresa una institución responsable, dificultando la aplicación de las leyes y un ente coordinador que lidere un programa de incendios.
- No todos los Municipios cuentan con normativas específicas para el manejo del fuego.
- No hay coordinación interinstitucional ocasionando dispersión de esfuerzos y de recursos económicos.
- La cooperación internacional no es efectiva debido a la falta de proyectos, planes y programas específicos de la problemática de los incendios forestales y quemas agrícolas.
- La falta de recursos económicos limita el desarrollo de las acciones de prevención, mitigación y control de los incendios forestales y la rehabilitación de las áreas afectadas.

El Área Operativa incluye las capacidades de respuesta efectiva para atender emergencias en incendios forestales, organizados y conducidos por instituciones de primera respuesta y con el apoyo de los empresarios, ganaderos y la población local.

Implica la disponibilidad de recursos humanos capacitados, equipo y materiales para el manejo de fuegos, apoyo logístico y recursos económicos. Aún cuando los problemas operativos se concentran en la etapa de control de los incendios, también tienen incidencia importante en la etapa de prevención y en la etapa de seguimiento.

Los problemas principales del área operativa que han sido identificados para efectos del presente trabajo son los siguientes:

- Es insuficiente el equipo logístico para la intervención, tanto en la etapa de prevención como en la etapa de control de los incendios.
- No se cuenta con recursos humanos suficientes, capacitados y especializados,

convenientemente distribuidos en la extensión de la región para la prevención y control de los incendios.

- La información específica acerca de los incendios (antes, durante y después) es dispersa e insuficiente, dificultando o impidiendo su socialización y uso para la toma de decisiones en forma ágil y oportuna.
- Las distancias entre las comunidades son muy grandes y no se cuenta con grupos comunitarios organizados para la atención de los incendios.

El Área de Gestión Social corresponde a la base poblacional del departamento y municipio en relación a sus actividades, las cuales configuran el contexto sociocultural y las causas principales de los incendios forestales y que, al mismo tiempo sufre sus consecuencias, los recursos naturales, la destrucción y daños a bienes, productos agrícolas y ganaderos, a los daños personales y pérdida de vidas humanas.

Los problemas atinentes al área social están principalmente conectados con la etapa de prevención de los incendios forestales y quemas agrícolas, pero también tienen incidencia en las etapas de control y seguimiento.

En términos específicos y para efectos de este trabajo, se han identificado los siguientes problemas en el área de la Gestión Social:

- Insuficiencia en programas y proyectos de educación ambiental y capacitación técnica, lo cual se hace evidente en los usuarios del fuego y en el personal técnico.
- Insuficiente concientización, sensibilización y lo cual redundo en la inadecuada aplicación de la legislación vigente.
- Mal manejo del fuego en zonas agrícolas y ganaderas

El costeo de las pérdidas que ocasiona el fuego en los incendios forestales, puede alertar a las autoridades sobre la importancia de la prevención y control de estos incendios y buscar la aplicación más efectiva de la legislación relacionada.

El Proyecto Implementación del Plan de Gestión Ambiental del Programa de Corredores de Integración de Occidente, dentro del Componente Prevención de Incendios Forestales realizó una serie de productos que han contribuido a la solución de la problemática apoyando el fortalecimiento institucional, pero son las instituciones las responsables de la gestión ambiental en materia de prevención y control de los incendios forestales en la región.

Entre las acciones de prevención y control encaminadas en la región desde el año 2009, son:

- Elaboración de materiales técnicos y de difusión

- Programación de eventos de capacitación: talleres, cursos y seminarios
- Publicidad radial para sensibilizar a la población
- Presentación de un Plan de Manejo del Fuego para la Región Occidental
- Metodología para aplicar el SIG en la gestión integrada de datos de incendios a partir de un archivo en formato "Shape file" (.shp).
- Propuesta de una metodología de valoración de las pérdidas por los incendios forestales en El Chaco Paraguayo.

Esta última es la propuesta actual en el que se presentan los aspectos fundamentales del plan de manejo del fuego de la Región Occidental, la metodología de aplicación del SIG al monitoreo de incendios y como punto central la propuesta de metodología de valoración de daños por incendios forestales en El Chaco. Se parte del marco legal relacionado a la prevención y control de incendios en el país.

3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.

La gestión y actividades orientadas a la Prevención y Control de los Incendios Forestales en El Paraguay, encuentran su fundamento en la Constitución Nacional de 1992, que establece que toda persona tiene derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, constituyendo objetivos prioritarios de interés social la *preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral*. Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental³. A su vez esta Carta Fundamental establece, que *las actividades susceptibles de producir alteraciones ambientales serán reguladas por la Ley*; asimismo, esta podrá restringir o prohibir aquellas que califique peligrosas y refiriendo además que el delito ecológico será sancionado por ley así como el hecho que todo daño al ambiente importará la obligación de recomponer e indemnizar⁴.

Estos postulados constitucionales dan cabida a la posibilidad de la regulación de la temática de Incendios forestales en posteriores normativas, así como la posibilidad de sancionar las conductas cuando afecten los recursos naturales.

En el ordenamiento legal nacional se cuentan con varias normativas que se refieren al tema de los incendios.

A nivel internacional podemos manifestar que el Paraguay es signatario del Convenio de Cambio Climático⁵, al cual hacemos alusión en razón que los gases generados por los incendios forestales se encuentran comprendidos dentro de los posibles causantes del cambio climático; siendo la autoridad de aplicación la Secretaría del Ambiente (SEAM).

Este Convenio establece el compromiso de los países signatarios, de:

- Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, según proceda, regionales, que contengan *medidas orientadas a mitigar el cambio climático, tomando en cuenta las emisiones generadas por la actividad del hombre (antropógenas) por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero* no controlados por el Protocolo de Montreal, y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático⁶;
- Promover y apoyar con su cooperación *el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero* no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre

³ Art. 7º de la Constitución Nacional – *Del derecho al ambiente adecuado*.-

⁴ Art. 8º de la Constitución Nacional – *De la protección ambiental*.-

⁵ Ley No. 251/93 – *Que aprueba el Convenio sobre Cambio Climático adoptado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil*.-

⁶ Art. 4º – *Compromisos, Inc. d)* de la Ley No. 251/93.-

ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos⁷;

Siguiendo con el orden de prelación de las normas establecidas en la Constitución Nacional⁸, en el *ámbito jurídico-administrativo* se cuentan con varias normativas que se refieren al tema de los incendios.

Al respecto, en materia forestal, la Ley 422/73 de Creación del Servicio Forestal Nacional, declara de interés público el aprovechamiento y el manejo racional de los bosques y tierras forestales del país, así como también el de los recursos naturales renovables que se incluyan en el régimen de esta ley; asimismo, de interés público y obligatoria la protección, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales⁹, constituyendo autoridad de aplicación de esta Ley, el *Servicio Forestal Nacional*.

Esta normativa, establece como atribuciones del Servicio Forestal, *proteger los bosques contra incendios, enfermedades y plagas*¹⁰, teniendo además a su cargo la acción contra los incendios, plagas y enfermedades forestales, adoptando las medidas que determinará el reglamento respectivo¹¹.

Más específicamente en lo que refiere a los incendios, la Ley en referencia *prohíbe el empleo de fuego para la habilitación de nuevas áreas agropecuarias* fuera de las zonas y épocas que determine el Servicio Forestal Nacional¹².

Entre las situaciones que constituyen infracciones a la Ley Forestal, se encuentra *la provocación de incendios en los bosques*¹³, pudiendo esta conducta acarrear sanciones: *multas, comisos, suspensión de los permisos de aprovechamiento y de explotación; y, la inhabilitación para las actividades autorizadas por esta ley*¹⁴.

La Ley del Instituto Forestal Nacional, INFONA, 3.464/2008, de creación del Instituto, establece como atribuciones *la defensa, mejoramiento, ampliación y racional utilización de los recursos forestales; formular y ejecutar la política forestal en concordancia con las*

⁷ Art. 4º – *Compromisos*, Inc. d) de la Ley No. 251/93.-

Este convenio define lo que ha de entenderse por "*gases de efecto invernadero*", estableciendo que los mismos se refieren a aquellos componentes gaseosos en la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y remiten radiación infrarroja.-

⁸ Art. 137º – De la supremacía de la Constitución: La Ley Suprema de la República, es la Constitución. Esta, los tratados, convenios y acuerdos internacionales aprobados y ratificados, las leyes dictadas por el Congreso y otras disposiciones jurídicas de inferior jerarquía, sancionadas en consecuencia, integran el derecho positivo nacional en el orden de prelación enunciado. Quien quiera que intente cambiar dicho orden, al margen de los procedimientos previstos en esta Constitución, incurrirá en los delitos que se tipificarán y penarán en la ley. Esta Constitución no perderá su vigencia ni dejará de observarse por actos de fuerza o fuera derogada por cualquier otro medio distinto del que ella dispone. Carecen de validez todas las disposiciones o actos de autoridad opuestos a lo establecido en esta Constitución.-

⁹ Art. 1º de la Ley 422/73.-

¹⁰ Art. 12º Inc. II) de la Ley 422/73.-

¹¹ Art. 29º de la Ley 422/73.-

¹² Art. 30º de la Ley 422/73.-

¹³ Art. 53º Inc. e) de la Ley 422/73.-

¹⁴ Art. 54º Incisos. a), b), c), d) de la Ley 422/73.-

políticas de desarrollo y económico del gobierno; establecer, cuando corresponda, con carácter permanente o temporal regímenes especiales de manejo y protección, respecto a determinadas áreas o recursos forestales; diseñar y promover planes de forestación y reforestación, manejo de bosques, sistemas agrosilvopastoriles, restauración forestal y otros, que podrán ser financiados con recursos propios o privados, nacionales o extranjeros.

En materia agraria, la Ley 1863/01 “Estatuto Agrario”, garantiza y estimula la propiedad inmobiliaria rural que cumple con su función económica y social y expresa que dentro de los límites en ella regulados, su aplicación estará a cargo del Organismo de Aplicación establecido por ley (Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra, INDERT), sin perjuicio de la competencia que, en áreas específicas, las leyes atribuyesen a otros organismos del Estado¹⁵.

Dispone esta normativa, en cuanto a sistemas de producción, que en los asentamientos agrícolas se considera prioritario el arraigo de las familias campesinas, por lo que se promoverá y orientará la implantación de sistemas productivos, tales como sistemas agrosilvopastoriles, labranza mínima, entre otros.

En lo que respecta a Impacto Ambiental, la Ley 294/93 de “Evaluación de Impacto Ambiental”, declara obligatoria el sometimiento al procedimiento de evaluación de impacto ambiental¹⁶ y establece cuales son las actividades que requieren someterse a los dictados de esta Ley, encontrándose entre ellas *la explotación agrícola, ganadera, forestal y granjera*¹⁷, áreas en las cuales suele utilizarse el fuego para la apertura de campo.

De constatarse esta situación, la sanción que acarrea la inobservancia de las medidas establecidas por la Ley, constituye la cancelación de la licencia ambiental.

En cuanto a Sanciones Penales, la **Ley No. 716/96, “Que Sanciona los Delitos contra el Medio Ambiente”**, establece que la Ley protege el medio ambiente y la calidad de vida humana contra quienes *ordenen, ejecuten o, en razón de sus atribuciones, permitan o autoricen* actividades atentatorias contra el equilibrio del ecosistema, la sustentabilidad de los recursos naturales y la calidad de vida humana¹⁸.

La misma Ley, refiere en cuanto a la temática de incendios, que serán sancionados con penitenciaría de tres a ocho años y multa de 500 (quinientos) a 2,000 (dos mil) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas.... a) *Los que realicen tala o quema de bosques o formaciones vegetales que perjudiquen gravemente el*

¹⁵ Art. 1° de la Ley No. 1863/01.-

¹⁶ Art. 1° de la Ley 294/93.-

¹⁷ Art. 7° Inc. b) de la Ley 294/93.-

¹⁸ Art. 1° de la Ley 716/96.-

ecosistema¹⁹.

Asimismo, de comprenderse como medida de mitigación la no utilización de fuego, su inobservancia que traiga aparejada grave afectación al ambiente (grave daño), será sancionado con penitenciaría de uno a cinco años y multa de 500 (quinientos) a 1.500 (mil quinientos) jornales mínimos legales para actividades diversas no especificadas:...

d) Los que empleen datos falsos o adulteren los verdaderos estudios y evaluaciones de impacto ambiental o en los procesos destinados a la fijación de estándares oficiales; y, e) Los que eludan las obligaciones legales referentes a medidas de mitigación de impacto ambiental o ejecuten deficientemente las mismas.

A estas sanciones se suma el agravante establecido en la misma Ley 716/96, cuando se configuren los siguientes hechos:

a) El fin comercial de los hechos;

b) La prolongación, magnitud o irreversibilidad de sus consecuencias;

c) La violación de convenios internacionales ratificados por la República o la afectación del patrimonio de otros países;

d) El que los hechos punibles se efectúen en parques nacionales o en las adyacencias de los cursos de agua; y,

e) El haber sido cometido por funcionarios encargados de la aplicación de esta Ley, casos éstos en los que la sanción se eleva a diez (10) años de privación de libertad.

A su vez, el **Código Penal**, también establece sanciones de penitenciaría para los causantes de incendios en áreas forestales, al referirse al perjuicio de reservas naturales, expresando que *aquel que dentro de una reserva natural, un parque nacional u otras zonas de igual protección, mediante....* Inciso 6º) *Incendios*, perjudicara la conservación de partes esenciales de dichos lugares²⁰.

Asimismo, el Código Penal refiere que será sancionado con privación de libertad de hasta tres años o multa, aquel que *causara un incendio de dimensiones considerables*²¹.

En el ámbito local, los municipios cuentan con autonomía normativa y reguladora dentro de los límites de su territorio y en lo que respecta a la cuestión ambiental poseen atribuciones para la *preservación del medio ambiente y el equilibrio ecológico, la creación*

¹⁹ Art. 4º de la Ley 716/96.-

²⁰ Art. 202º del Código Penal.-

²¹ Art. 203º Inc. 1º del Código Penal.-

*de parques y reservas forestales, promoción y cooperación para proteger los recursos naturales*²².

A su vez, la Ley No. 1561/00, crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente (SEAM), estableciendo que la SEAM, tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional, entre las cuales se encuentran:

- formular, ejecutar, coordinar y fiscalizar la gestión y el cumplimiento de los planes, programas y proyectos, referentes a la preservación, la conservación, la recuperación, recomposición y el mejoramiento poseen atribuciones para la *preservación del medio ambiente y el equilibrio ecológico, la creación de parques ambiental considerando los aspectos de equidad social y sostenibilidad de los mismos*;
- determinar los criterios y/o principios ambientales a ser incorporados en la formulación de políticas nacionales;
- proponer y difundir sistemas más aptos para la protección ambiental y para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el mantenimiento de la biodiversidad;
- promover el control y fiscalización de las actividades tendientes a la explotación de bosques, flora, fauna silvestre y recursos hídricos, autorizando el uso sustentable de los mismos y la mejoría de la calidad ambiental;
- participar en planes y organismos de prevención, control y asistencia en desastres naturales y contingencias ambientales;
- Además de los objetivos, atribuciones y responsabilidades que estén citados en esta ley, los que sean complementarios o inherentes a ellos; todos aquellos que siendo de carácter ambiental, no estuvieran atribuidos expresamente y con exclusividad a otros organismos²³.

En concordancia a lo manifestado precedentemente, en el nivel de resoluciones, por Resolución N° 232/03, emanada de la Secretaría del Ambiente, se regula el uso del fuego para la quema de los campos de pastoreo, los incendios forestales y otras providencias, en el cual se establece *la prohibición del uso intencional del fuego como elemento de manejo ecológico de los campos, cerrados u otro tipo de formación de sabana, adaptados a la ocurrencia de incendios periódicos, en el periodo de escasez de lluvias*²⁴.

²² Art. 18° Inc. ñ) de la Ley 1294/87 – Orgánica Municipal.-

²³ Art. 12° Incs. c), d), k), n), y o), de la Ley 1561/00.-

²⁴ Art. 1° de la Resolución No. 232/01.-

Expresa además la citada Resolución, las quemas de manejo no deberán sobrepasar, cada año, el equivalente al 20% del área total de la propiedad que cuente con licenciamiento ambiental²⁵ y que las quemas de manejo solamente podrán ser realizadas en horas y ocasiones en que la humedad del aire sea relativamente elevada, y cuando no soplen vientos que puedan avivar las llamas²⁶. Refiere además la citada Resolución, que las quemas de manejo deberán ser conducidas de modo que evite que los animales, principalmente vertebrados, queden en algún momento cercados por el fuego, o impedidos de salir del área²⁷.

Expresamente *prohíbe la realización de quemas de manejo en las áreas boscosas* de las Unidades de Conservación pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, excepto bajo expresa autorización de la Secretaria del Ambiente²⁸.

La **Ley 96/92**, de Protección de la Flora y Fauna Silvestre enuncia los criterios para la protección y conservación de la flora silvestre, cita que para la protección y conservación de la flora silvestre serán considerados los siguientes criterios: La creación de estímulos para los propietarios de inmuebles que mantengan actividades de protección y conservación en áreas ecológicamente valiosas. Sin perjuicio del objetivo y alcance general de esta Ley, se considerará susceptible de protección y conservación permanente la flora silvestre localizada en aquellos ambientes valiosos por su importancia o rareza ecológica.

Ley 4,014/2010. De Prevención de Incendios Forestales. Regula las quemas controladas de materiales combustibles rurales que puedan derivar en un incendio forestal: "...queda prohibida la quema no controlada de pastizales, bosques, matorrales, barbechos, campos naturales, aserrín o cualquier otro cereal, de leguminosas o tipo de material orgánico inflamable que pudiera generar cualquiera de los incendios definidos en esta Ley.", artículo 1°.

"La única forma de quema autorizada a los efectos de la presente Ley es la Quema Prescripta²⁹." Artículo 1°.

"Los municipios se constituyen en Autoridad de Aplicación de la presente Ley, en coordinación con la unidad especializada creada por esta Ley". Artículo 3°.

²⁵ Art. 3º de la Resolución No. 232/01.-

²⁶ Art. 4º de la Resolución No. 232/01.-

²⁷ Art. 5º de la Resolución No. 232/01.-

²⁸ Art. 6º de la Resolución No. 232/01.-

²⁹ **Quema Prescripta:** es la técnica de encendido efectuada bajo condiciones tales que permiten suponer que el fuego se mantendrá dentro de un área determinada, Art. 2º de la Ley.

Se crea como unidad especializada la “Red Paraguaya de Prevención, Monitoreo y Control de Incendios”... Artículo 4°. Las funciones de esta unidad están definidas también en el artículo 4°, pero aún no se ha emitido el reglamento de aplicación.

“Será facultad de los municipios locales de todo el país, ...expedir autorizaciones de Quema Prescripta...”. Artículo 5°.

Se considera urgente la reglamentación de esta ley, y darle más relevancia a las autoridades locales. La Unidad Especializada creada por La Ley, debe ser una Unidad Rectora y no ejecutora, para estandarizar la aplicación de la ley a nivel nacional y la recaudación producto de las infracciones y sanciones que se mencionan en el artículo 8°, deben revisarse, adaptarse a las condiciones de cada municipio y compartirse con las unidades ambientales municipales y departamentales para garantizar sostenibilidad en la prevención y control de los incendios forestales.

4. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE PÉRDIDAS POR INCENDIOS FORESTALES EN EL CHACO.

a. Introducción

“Para obtener una valoración de las pérdidas o el daño directo o cuantificable económicamente de los incendios forestales existen una serie de formulas que permiten su cuantificación, dependiendo de los productos o bienes que se puedan obtener del recurso dañado, y también determinar el valor o pérdidas de aquellos recursos o bienes asociados a los bosques o recursos forestales.

Lo básico de esta cuantificación económica es la determinación del:

1. Valor económico de:

- Propiedades
- Bienes
- Servicios

2. Costo de restaurar el bien afectado a una condición pre-incendio.

Este proceso de valoración debe incluir:

- Efectos inmediatos y de largo plazo
- Recursos con mercado y sin mercado
- Efectos negativos y beneficios potenciales

Con la finalidad de hacer más fácil la lógica de la valoración posterior se estructuró la presentación partiendo de la metodología de valoración menos compleja a aquella que requiere de mayor nivel de abstracción.” La metodología base fue planteada para una región de la República de Guatemala, con características similares a las encontradas en El Chaco Paraguayo. El documento de Guatemala fue elaborado por el Consultor internacional Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente PUC Sr. Herbert Haltenhoff Duarte, contó con el valioso apoyo del Consultor Local Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sr. Rudy Herrera Pérez y el concurso del Coordinador Ejecutivo del Proyecto Ingeniero Agrónomo Sr. Mario Efraín Salguero García. También se destaca el apoyo y cooperación en las visitas de campo de Técnico Forestal Sr. Jorge Alberto Juárez Baldizón.

Para su comprensión en Paraguay, se adaptaron los cálculos a las condiciones locales. Es una metodología práctica y de fácil aplicación por funcionarios, técnicos y agricultores relacionados con la gestión ambiental en el Paraguay. En la mayoría de

los casos se plantean las fórmulas para el cálculo de las pérdidas económicas por rubro, área o inmueble dañado por incendios de bosques, matorrales, pastizales, viviendas, etc.

b. Objetivos.

Objetivo General

Proponer una metodología práctica que permita a los técnicos de las unidades ambientales municipales de las municipalidades del Chaco Paraguayo, establecer la valoración de las pérdidas ocasionadas por los incendios forestales que se provoquen en sus respectivas jurisdicciones.

Objetivos Específicos

- Valoración de las pérdidas de biodiversidad
- Estimación de pérdidas económicas por pérdida de recursos naturales, bienes de la producción e infraestructura de producción y viviendas
- Valorar las pérdidas económicas por daños a actividades agrícolas y pecuarias: cultivos, pastizales, etc.

c. Valoración de las Pérdidas

A continuación se presenta la metodología de valoración de daños, aplicada a diferentes rubros y actividades de campo, por los incendios forestales en El Chaco causados de manera natural, accidental o intencionalmente.

i. Madera comerciable y pérdidas de otros subproductos

Proceso de valoración debe incluir:

- Cambio en el volumen y calidad
- Valoración del cambio en el nivel de producción

1. Plantaciones forestales jóvenes

Cuando la plantación forestal no tiene una edad suficiente para extraer el producto para lo cual fue establecida, se utiliza el Costo de Reposición (CR) de la plantación, para el cálculo de las pérdidas.

$$CR = Cpl + Ga + Cpr + S$$

En donde:

CR = costo de reposición

Cpl = costo de plantación

Ga = gastos de administración

Cpr = costo de protección y

S = seguros.

Los costos de reposición se calculan como costos actuales

Los valores a utilizar deben ser actualizados a los años de la pérdida utilizando un valor de interés compuesto, con la finalidad de actualizar el valor de la inversión y reflejar de manera más precisa la pérdida. Por ejemplo si la plantación fue afectada a los 6 años de la plantación se debe utilizar en la fórmula de interés compuesto, el valor de 6 y el respectivo interés anual para el período.

2. Arbolado adulto

a. Productos maderables

Cuando la plantación o el bosque están en edad de producción se usa el Valor Presente (VP) de la madera dañada:

$$VP(aa) = VP(pc) - R$$

En donde:

VP(aa) = valor presente del área afectada

VP(pc) = valor presente del bosque como producto cortado

R = salvamento o recupero del producto aprovechable luego del incendio.

Hay que tener en consideración que el valor del bosque es la utilidad neta descontando los costos de administración, protección, explotación, transporte, seguros.

Como salvamento o recupero, se entiende a la utilidad obtenida por la venta de la madera del rodal quemado, por ello es importante en la cuantificación del daño, la determinación del porcentaje (%) de daño del bosque.

Como ejemplo se tiene: Un incendio forestal afectó 10 hectáreas de un rodal (cuartel de corta), de Paraíso gigante con un daño de un 25%, por razones sanitarias se decidió cortar la totalidad del rodal quemado. El valor total del rodal (10Ha) en términos de producción de metros cúbicos era de Gs150.000.000 y posterior al incendio, se aprovechó un volumen de madera que se logró vender en Gs85.000.000. De esa cuenta aplicamos la fórmula.

$$VP(aa) = VP(pc) (Gs150.000.000) - R (Gs85.000.000)$$

$$VP(aa) = Gs65.000.000$$

El valor presente del producto del bosque del área afectada por el incendio es de Gs65.000.000.

Otra alternativa de cálculo de las pérdidas es mediante: El Valor Presente del rodal con y sin incendio:

$$VP(p) = VP(si) - VP(ci)$$

En donde:

VP(p) = valor presente de la plantación

VP(si) = valor presente del bosque (madera cortada), sin incendio

VP(ci) = valor presente del bosque (madera cortada), con incendio

En esta alternativa aquí señalada se utiliza para destacar el hecho de salvar parte del rodal gracias a las acciones de control.

Como ejemplo se tiene: Una plantación forestal de Paraíso gigante, con una superficie de 100 hectáreas y gracias a los esfuerzos de control, un incendio forestal afectó sólo 10 hectáreas, con un daño de un 25% de los árboles del área quemada. Por razones sanitarias se decidió cortar la totalidad del rodal quemado.

El valor total del rodal (10Ha) en términos de producción de metros cúbicos era de Gs150.000.000 y posterior a su corta la madera se logró vender en 85.000.000.

El valor total presente del producto forestal de la plantación se estima en Gs1.500.000.000

Si 100 hectáreas = Gs1.500.000.000, de estas, 10 se quemaron y el producto recuperado se vendió en Gs 85.000.000.

Aplicando la fórmula:

$$\mathbf{VP(p) = VP(bsi) + VP(bci)}$$

En donde:

VP(p) = valor presente de la plantación forestal

VP(bsi) = valor presente del bosque no quemado

VP(bci) = valor presente del bosque quemado

Para calcular el bosque sin incendio restamos a la totalidad de la plantación el área quemada:

100 hectáreas (área total) – 10 hectáreas (área quemada) = 90 hectáreas que equivale a 9 rodales de 10 hectáreas cada uno.

$$\mathbf{VP(p) = VP(bsi) + VP(bci)}$$

VP(p) rodales no quemados = Gs150.000.000 x 9 = Gs1.350.000.000

9 rodales sin incendio + rodal incendiado es igual a

Gs1.350.000.000 + Gs85.000.000 = Gs1.435.000.000

El valor presente de la plantación forestal con incendio, es de Gs1.435.000.000.

El daño a la plantación se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{VP(d) = VP(psi) - VP(pci),}$$

En donde:

VP(d) = valor presente del daño por el incendio

VP(psi) = valor presente de la plantación total sin incendio

VP(pci) = valor presente de la plantación total con incendio

VP(d) = Gs1.500.000.000 – Gs1.435.000.000

VP(d) = Gs65.000.000

La conclusión es que, gracias a los esfuerzos de control sólo se perdió el equivalente a Gs65.000.000 y se logró salvar un total de Gs1.435.000.000.

b. Productos no maderables

Un bosque antes de su cosecha no sólo produce madera sino también otros sub-productos, los cuales deben ser cuantificados. La valoración del daño sigue la misma metodología para los productos maderables, solo cambia la estimación de la producción. Ya no se utilizan los metros cúbicos de madera, sino, las toneladas de resinas, de hojas, de miel, de cortezas, etc.

$$VP(d) = Ph \times Ha \times Pup$$

En donde:

VP(d) = valor presente, área dañada

Ph = producción por hectárea

Ha = hectáreas afectadas

Pup = precio unitario del producto.

Ejemplo: una reserva indígena registró un incendio de 50 hectáreas de su bosque. Ellos extraen raíces, frutos, miel, partes de las plantas como medicinas, alimento en la caza de animales silvestres para su subsistencia; además muchos árboles morirán jóvenes y retardarán su desarrollo y aprovechamiento, entre otros usos. Consultados estimaron las pérdidas en Gs120.000 por hectárea.

Debido a que no se pudo cuantificar el volumen de producción por hectárea, le damos el factor de 1 y realizamos el cálculo de la siguiente manera:

$$VP(d) = Ph \times Ha \times Pup$$

$$VP(d) = 1 \times 50 \times Gs120.000$$

$$VP(d) = 6.000.000$$

Las pérdidas estimadas son de Gs6.000.000.

ii. Matorrales

La valoración de los matorrales es factible de ejecutar al considerarlos a estos como una fuente de energía, o sea como productores de leña o carbón, según las características de estos también aportan cortezas, hojas, miel, tanino, etc.

$$VP(d) = Ph \times Ha \times Pup$$

En donde:

VP(d) = valor presente, área dañada

Ph = producción por hectárea

Ha = hectáreas afectadas

Pup = precio unitario del producto.

La aplicación para este caso es similar al de productos no maderables.

iii. Praderas naturales (o artificiales)

Una aproximación a las pérdidas en las praderas, sean estas naturales o artificiales, es a través de su consideración como forraje para la alimentación de ganado. Para ello se debe considerar la siguiente fórmula.

$$V(pf) = ((Cgh \times Hq) \times (Cfad \times Prp \times Pf)) + Vtf$$

En donde:

V(pf) = valor pérdida de forraje (por el incendio)

Cgh = cabezas de ganado por hectárea

Hq = hectáreas quemadas

Cfad = consumo de forraje por animal por día

Prp = período de recuperación del pastizal

Pf = precio por fardo

Vtf = valor del transporte por fardo.

Como ejemplo se tiene: Se quemaron 10 hectáreas de praderas en un 100%, las cuales tienen una capacidad de carga de 0.5 vacunos por hectárea, estos consumen 1 fardo de forraje por día cada uno. El pastizal tardará 240 días, (equivalente a 8 meses) en recuperarse. El precio de cada fardo de forraje es de Gs10.000 y el costo de transporte \$2.000 por fardo.

Aplicamos la fórmula: $V(pf) = ((Cgh \times Hq) \times (Cfad \times Prp \times Pf)) + Vtf$

$(Cgh \times Hq) = (0.5 \text{ cabezas por hectárea} \times 10 \text{ hectáreas} = 5 \text{ cabezas de ganado}) \times (Cfad \times Prp \times Pf) = (5 \text{ cabezas} \times 1 \text{ fardo} \times 240 \text{ días} \times 1 \text{ período} \times Gs10.000 = Gs12.000.000)$

$$V_{tf} = (5 \text{ cabezas de ganado} \times \text{Gs}2000 \text{ por fardo} \times 240 \text{ días} = \text{Gs}2.400.000)$$

$$V(\text{pf}) = \text{Gs}12.000.000 + \text{Gs}2.400.000$$

$$V(\text{pf}) = \text{Gs}14.400.000.$$

El valor total de la pérdida de forraje por el incendio, calculado es de Gs14.400.000.

Dependiendo de las condiciones de la hacienda, podrán variar estos valores en la carga animal, precio del fardo y/o costo del transporte.

iv. Agricultura

Atendiendo que los incendios forestales también pueden afectar terrenos con cultivos agrícolas, se presenta la siguiente fórmula para su valoración económica.

$$P_c = (C_r \times H_q) + ((P_e \times P \times H_q \times \%P) - (C_r \times H_q))$$

En donde:

P_c = pérdida de cosecha

C_r = costo de replantar

H_q = hectáreas quemadas

P_e = producción esperada

P = precio de mercado

$\%P$ = porcentaje de pérdida (si la pérdida es total, multiplicar por 1).

Ejemplo: se produjo un incendio en una hacienda vecina y migró hacia una plantación de sésamo próxima a la cosecha, se perdió un 60% del área quemada que fue de 4.5 hectáreas. El rendimiento esperado es de 650Kgs por hectárea y el precio de mercado en el área es de Gs4.000 por Kg. El costo de replantar se estima en Gs1.500.000 por hectárea.

La estimación de las pérdidas de la cosecha es la siguiente:

$$P_c = (C_r \times H_q) + ((P_e \times P \times H_q \times \%P) - (C_r \times H_q))$$

$$= (1.500.000 \times 4.5) + ((650 \times 4.5 \times 4000 \times 0.6) - (1.500.000 \times 4.5))$$

$$= (6.750.000) + ((7.020.000) - (6.750.000))$$

$$= (6.750.000) + 270.000$$

$$= \text{Gs } 7.020.000$$

La pérdida estimada en la plantación de sésamo en 4.5 hectáreas quemadas es de Gs7.020.000, millones de guaraníes.

v. Daño y/o Destrucción de Propiedades

Como se ha mencionado con anterioridad los incendios forestales no sólo afectan recursos forestales, sino también una serie de bienes asociados a ellos, viviendas, maquinarias, etc. Por ello esta valoración está referida a cualquier estructura o mejora que se considere parte de los terrenos, y el costo de reemplazar los artículos destruidos o de restaurar un artículo dañado a su condición pre-incendio.

La pérdida se refleja en el costo de reposición (Cr) más la pérdida generada por el no uso de la propiedad, durante un periodo determinado de tiempo, hasta que ésta sea reemplazada o devuelta a condiciones pre-incendio.

$$\mathbf{Dp = CR + VPnu}$$

En donde:

Dp = daño a la propiedad

Cr = costo de reposición

VPnu = valor de pérdida por no uso

El concepto de “valor de no uso” del bien afectado, es posible entenderlo a través del siguiente ejemplo: Si el incendio forestal afectó una vivienda, esta tiene un cierto valor de mercado, que para estos fines equivale al costo de reposición, pero asociada a su destrucción el habitante de ella deberá rentar una nueva propiedad por el tiempo que tarde en reconstruirla, a este último gasto se le denomina valor de no uso.

vi. Efectos Sobre el Paisaje y Recreación

Existe otro tipo de bosques o asociaciones vegetales cuyo objetivo primario no es la producción de madera o subproductos forestales. Dependiendo de los objetivos del área en cuestión, del tamaño e intensidad del fuego los efectos pueden ser perniciosos o inexistentes.

Si el área fue afectada de forma significativa y esta estaba destinada a la recreación las pérdidas pueden ser valoradas a través de dos conceptos:

Lucro Cesante, entendido como los ingresos que se dejaron de percibir, por concepto de entradas o servicios turísticos hasta que el área no esté en condiciones de recibir visitantes nuevamente.

Costo de oportunidad, entendido como el aumento de los costos que tienen que incurrir los visitantes potenciales o históricos del área por tener que recurrir a otra área de recreación.

Además, si la vegetación del área afectada no tiene capacidad de regeneración natural se deberá adicionar a la valoración de las pérdidas los costos que significara su reforestación.

$$D_{pyr} = (\#vp \times Pca \times Ve) + (Itp + Crh \times Ha)$$

En donde:

D_{pyr} = daños al paisaje y recreación

$\#vp$ = número de visitantes proyectados

Pca = período de cierre del área

Ve = valor entrada al área

Itp = ingresos turísticos proyectados

Crh = costo de reforestación por hectárea

Ha = número de hectáreas afectadas.

Nota: los ingresos turísticos proyectados deben estimarse a nivel del toda la región, poblaciones, comunidades y/o ciudades de influencia del área turística afectada, no solo al punto específico del área o centro de recreación.

vii. Efectos en Cuencas Hidrográficas

Si el área afectada corresponde a una cuenca hidrográfica, destinada a la producción de agua, su valoración debe incluir una serie de aspectos.

- Costos de Repoblación de la Cuenca
- Costo de Estabilización de la Cuenca, a través de la ejecución de trabajos de mampostería u obras de ingeniería.

Como se ha mencionado en los casos anteriores, dependiendo del tamaño del incendio, los impactos sobre la cuenca pueden ser mínimos o también ocasionar cambios drásticos en producción de agua. Estos cambios en el régimen de agua pueden, consecuentemente, afectar el abastecimiento de agua a una población o afectar el régimen de riego de los campos agrícolas aledaños.

En consecuencia, la valoración de las pérdidas será:

$$Dch = (Crh \times Ha) + Coe + Vpa$$

En donde:

Dch = daños a cuencas hidrográficas

Crh = costo de reforestación por hectárea

Ha = número de hectáreas afectadas

Coe = costo de obras de estabilización de la cuenca

Vpa = valor de la producción de agua.

La valoración de la producción de agua, puede ser efectuada, dependiendo de la finalidad de esta. Si es para la producción de agua para la población, a través de: la cantidad de litros que demanda la población afectada por la pérdida de agua por el valor de litro de esta por el periodo de falta de producción. Otra alternativa es la valoración de los costos adicionales, por concepto de mayor sedimentación y/o cenizas, en que deben incurrir las plantas purificadoras de agua abastecidas por la cuenca. (HALTENHOFF, 1976). Si es para la producción agrícola, es la pérdida de producción generada en las hectáreas que dejaron de recibir el riego.

La evaluación de las pérdidas generadas “fuera-del-sitio”, pasa ya a ser más subjetivas y apreciables a más largo plazo. Entre estas están aquellas asociadas a inundaciones, avalanchas, por efecto de la desestabilización de la cuenca, como también al efecto del arrastre de sedimentos, los cuales en periodos largos de tiempo pueden embancar ríos y/o puertos.

viii. Pérdidas de Productividad

Los incendios forestales pueden ocasionar, dependiendo de su intensidad, destrucción del contenido orgánico del suelo y una consiguiente pérdida en la productividad del suelo.

Esta situación se presenta fundamentalmente en terrenos con incendios recurrentes y áreas con marcados procesos de desertificación y en terrenos con topografía abrupta y elevada pluviometría.

El efecto más importante del incendio es la destrucción del potencial de crecimiento de la madera inmadura y la necesidad de efectuar labores de fertilización del suelo.

Por otra parte, el uso del fuego para la eliminación de desechos agrícolas o para la habilitación de terrenos en forma recurrente año tras año está generando un importante impacto en la productividad de los suelos, los cuales adicionalmente poseen una muy baja fertilidad.

ix. Valores Ambientales

Los recursos forestales o ecosistemas forestales en particular, juegan un rol fundamental en el mantenimiento del equilibrio global del planeta, aportando al entorno dos clases de valores ambientales:

- Amenidades³⁰ del ambiente tal como el espacio para recreación y paisajes y fauna silvestre para el disfrute estético.
- Apoyo a la vida que son los procesos naturales que mantienen la biosfera, tales como la diversidad genética, estabilización de ecosistemas y regulación del clima.

La valoración cualitativa de estos dos valores ambientales, es posible de desarrollar mediante la ejecución de encuestas de opinión, dirigidas tanto a expertos como público en general, donde estos asignen “valores” a estas amenidades o procesos.

La valoración de las amenidades del ambiente, puede ser efectuada bajo una metodología similar a la empleada para las Áreas de Recreación o Turismo.

x. Fauna Silvestre

Sin duda los incendios forestales afectan de forma importante a la fauna silvestre. El daño directo consiste en la mortalidad súbita de la población animal durante un incendio y la dificultad de recuperar parte de los individuos sobrevivientes y el daño indirecto es la modificación de su hábitat natural, la escasez de alimentos y la pérdida

³⁰ La amenidad se asocia a sinónimos como [entretenimiento](#), [distracción](#), [gozo](#), [placer](#), [deleite](#), [atractivo](#), que encontramos en las áreas de intervención ambientales.

de sus nichos y refugios. Situación que conlleva a la emigración de las especies desde las áreas afectadas por los incendios forestales.

El impacto también se traduce en la afectación de los valores potenciales de amenidad y productos que tenga el área. Muchas de ellas, por lo general tienen un fin turístico – pesca, caza fotográfica, etc. – lo que conlleva a pérdidas económicas por el no uso de ellas para estos fines.

Dependiendo de las características de la estructura vegetal del área, si bien es cierto inmediatamente después del incendio los efectos pueden ser impactantes, los efectos de mediano y largo plazo pueden ser beneficiosos o inexistentes. Por ello hay que tener cierta reserva con las evaluaciones en este tipo de circunstancias.

xi. Impacto Atmosférico

En los últimos años se ha desatado una importante preocupación por la contaminación ambiental, el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono, debido a la importante emanación de contaminantes particulados y productos químicos que son aportados a la atmósfera por los procesos industriales y los motores a combustión. Sin embargo, el impacto de las quemas de vegetación (residuos de cosecha agrícola y forestal) e incendios forestales han sido poco considerados como un elemento condicionante a los procesos de contaminación ambiental.

Respecto de este componente, impacto atmosférico, entra a jugar un papel importante el uso del fuego bajo el concepto de quemas agrícolas, ganaderas y/o forestales, por lo cual es necesario sistematizar los antecedentes generados por estas, las quemas, que además esta de destacar que en el Paraguay, tienen una fuerte concentración principalmente para habilitación y renovación de pastizales.

El producto final de la combustión de la vegetación representa no sólo una amplia variedad de sustancias, sino también la proporción de estas sustancias es variable dependiendo de las condiciones existentes durante su descomposición.

Es importante enfatizar que la combustión en los incendios forestales y las quemas de vegetación no es un proceso químicamente eficiente. Una de las razones es el contenido de humedad de los combustibles, los cuales tienden a absorber diferentes cantidades de energía desde el fuego. La razón más importante es el viento, movimiento del aire alrededor del fuego, el cual no aporta oxígeno en forma pareja para

que se mezcle con los gases inflamables. Bajo estas condiciones muchos de los elementos no son consumidos completamente.

Entre los principales componentes de la combustión de la vegetación se destaca el aporte de monóxido de carbono, el dióxido de carbono, hidrocarburos contaminantes y partículas de material no quemado, los que causan significativos efectos negativos sobre la calidad del aire respirable.

Los contaminantes más importantes generados de la combustión de vegetación, obtenidos de la revisión bibliográfica, se estandarizaron en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1. Elementos Típicos Producto de la Combustión de la Vegetación

Productos de la Combustión	Valor mínimo obtenido	Valor máximo obtenido
Dióxido de carbono	906Kg/Ton	1,586Kg/Ton
Monóxido de carbono	226Kg/Ton	363Kg/Ton
Hidrocarburos	2.3Kg/Ton	122Kg/Ton
Partículas	2.5Kg/Ton	13.5Kg/Ton

Nota: los valores están expresados en cantidad de kilos de producto de la combustión por tonelada de combustible quemada.

Durante mucho tiempo se ha pensado principalmente desde el punto de vista económico y se ha tratado de buscar puntos de equilibrio para demostrar que el uso del fuego es una adecuada herramienta para el manejo de residuos agrícolas y forestales. Sin embargo, se ha excluido de estos análisis el impacto que tiene las emisiones de productos contaminantes a la atmósfera y cómo estos influyen sobre los cambios globales, especialmente sobre la capa de ozono (O3), y cómo esta práctica de quemar lo que no nos sirve y los incendios forestales están influyendo directamente sobre el aire que respira la población.

A la luz de los antecedentes expuestos es claro comprender que un Sistema de Evaluación de Daños originado por los incendios forestales requiere, más que una pauta uniforme, la aplicación de criterios específicos para cada situación en particular y la aplicación de una combinación de técnicas de valorización.

Si bien es cierto existe la necesidad de evaluar el impacto de la totalidad de los daños ocurridos por el origen de ellos, también es recomendable establecer criterios generales, para determinados rangos de daño de los incendios, y desarrollar una exhaustiva evaluación para aquellos incendios forestales de cierta magnitud y donde se requiera establecer medidas urgentes de mitigación de los daños.

Como pauta general, a la hora de la evaluación, es importante considerar y seguir la siguiente rutina:

- Tamaño del área afectada
- Objetivos del área afectada (Producción, Recreación, Conservación, Cuenca Hidrográfica productora de agua, etc.)
- Fragilidad ambiental del área
- Definición de la técnica o técnicas de valoración a utilizar
- Identificar bienes y servicios producidos en el área
- Determinar como la cantidad y calidad de los bienes y servicios se ve afectada
- Evaluar el valor de la reducción en los bienes y servicios
- Estimar los cambios de flujos productivos o servicios por la afectación del área.
- Estrategia y prioridad de mitigación de los daños.

Con el propósito de sistematizar la evaluación de los daños producto de los incendios forestales, en el cuadro a continuación se proponen los pasos a seguir para un ordenado y planificado enfoque de evaluación.

Gráfico N° 4. Proceso Evaluación Daños de los Incendios Forestales



Queda de manifiesto que no es posible tratar de medir o valorar económicamente todos los impactos o daños originados por los incendios forestales, se deberá efectuar esta valoración cuando ella sea posible (ej. Productos forestales dañados) y cuando no (ej.

xii. Daños potenciales

Otro aspecto importante de analizar dentro del tema de la evaluación de los daños a causa de los incendios forestales, es lo referido a la determinación del Daño Potencial de estos. Es utópico esperar que se “queme todo”, más aún si tenemos una gran área bajo protección.

En consecuencia, el Daño Potencial puede definirse como: el valor del recurso perdido, en una localidad dada - país, región, departamento y/o municipio - bajo la intensidad histórica más severa de incendios. Generalmente, los daños son una función de la severidad del incendio y la susceptibilidad del recurso a la destrucción y están, en gran medida, condicionados por las características climáticas. Los patrones del incendio como la ubicación, frecuencia, oportunidad y el tamaño también condicionan el daño.

5. ACOMPAÑAMIENTO PREVIO A LA PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE PÉRDIDAS POR INCENDIOS.

Como ha quedado de manifiesto a través de los diferentes tópicos analizados en el capítulo anterior, la evaluación y cuantificación de los daños generados por los incendios forestales es una tarea compleja, que requiere como base principal conocer la dinámica de los ecosistemas naturales, recursos forestales y recurso suelo frente al fuego.

Esta tarea, también requiere del uso del ingenio y la creatividad de parte de los profesionales y técnicos, en el establecimiento de sus rutinas de evaluación de daños, ya que cada situación que se presente en cada sitio tendrá componentes propios y específicos necesarios de considerar en la evaluación del daño.

De acuerdo a la legislación nacional del Paraguay, un incendio provocado, un incendio forestal no autorizado se cataloga como un delito ambiental y puede ser penado por la ley 716 de delitos al ambiente. En la Ley 4014/2010 de Prevención y Control de Incendios Forestales, acciones que se analizan en el marco legal de este documento.

Es fundamental que para cada incendio forestal que se considere se produjo violando las leyes, se establezca un proceso investigativo, abrir un proceso exhaustivo de investigación a efecto de determinar el origen y una vez establecida participación intencional, proceder en contra del o los responsables, de acuerdo a lo indicado en las leyes nacionales.

Sin embargo, considerando el importante número de incendios forestales que ocurren en La Región, especialmente en la Zona Húmeda, departamentos de Alto Paraguay y Presidente Hayes, se propone que los técnicos de las instituciones y los responsables de las unidades ambientales municipales y departamentales, efectúen informes de campo de Evaluación de Daños de acuerdo a las siguientes prioridades:

1. Incendios Forestales ocurridos en las Áreas Protegidas
2. Incendios Forestales en áreas superiores a las 100 hectáreas
3. Incendios Forestales ocurridos en las áreas de reserva de las haciendas que hayan superado las 10 hectáreas.

Para aquellos incendios forestales, menores a las 100 hectáreas y que no estén dentro de las categorías antes señaladas, se recomienda efectuar la valoración de acuerdo a los antecedentes aportados en las respectivas “Boletas de Incendios Forestales” o la información recabada del monitoreo realizado.

Dentro de la temática de la relación de los incendios forestales y el uso del fuego en labores silvoagropecuarias, una de las líneas de investigación y trabajo más nuevas es la identificación y evaluación de los impactos positivos y negativos por estos generados. Esta realidad se asocia a los importantes cambios globales en el medio ambiente que se están manifestando en las últimas décadas. Se considera que uno de los mayores factores condicionantes de estos cambios son los incendios forestales y las quemadas de vegetación para destinar terrenos a la agricultura y ganadería.

En este sentido, es muy importante socializar, entre los profesionales y técnicos que trabajan en los organismos e instituciones relacionadas con la protección y conservación de los recursos naturales, aquellas aproximaciones teóricas y empíricas que nos permitan evaluar, y consecuentemente establecer planes de mitigación; los daños que están causando los incendios forestales tanto desde la perspectiva económica, social, cultural como ambiental.

La socialización, la capacitación es indispensable y debe darse en un esfuerzo concertado con las instituciones relacionadas (SEN, SEAM, INFONA, MAG, compañías de bomberos, gobernaciones, municipalidades, cooperativas y otras organizaciones de la iniciativa privada, como la Asociación Rural del Paraguay, ARP), en una vinculación con el Ministerio de Educación y las universidades, para el logro de una formación integral en la temática.

Deben programarse y desarrollarse talleres liderados por las autoridades e invitar a participar también a la población en general no solo a los mencionados en el párrafo anterior. Las iglesias, los medios de comunicación, los proveedores de productos para el campo, comités de vecinos, etc.

Se dispone ya, por las instituciones de la Región Occidental, de productos que han sido elaborados por el Programa de Implementación del PGA de los Corredores de Integración de Occidente a través del Consorcio Louis Berger – ICASA, entre estos el plan de manejo del fuego y una metodología de monitoreo satelital para el Chaco.

Se presenta un extracto de estas, a continuación.

a. Plan de manejo del fuego de la Región Occidental

De acuerdo a reuniones sostenidas con actores locales de la Región Occidental, con autoridades y técnicos de la Secretaría de Emergencia Nacional, SEN, talleres y capacitaciones sobre prevención de incendios en El Chaco y lo observado en campo en La Región sobre la problemática de los incendios forestales y el uso del fuego en

labores silvoagropecuarias, hay varios aspectos que son necesarios de mencionar y son los que deben ser abordados como áreas de resultados claves.

Si bien es cierto, la Ley 4014/2010, designa a la municipalidades como autoridades de aplicación, también les está delegando la responsabilidad del control y aunque hay una corresponsabilidad con la unidad especializada creada por ley, la problemática local de los incendios tendrá que ser abordada por el municipio, por lo tanto se requiere una mayor coordinación y complementación entre las instancias locales en cada Municipio y que las gobernaciones accionen en esta problemática ambiental y de riesgo en apoyo a los municipios y a la población local.

Para la adecuada coordinación, planificación, inversiones y abordaje de la temática de cualquier actividad relacionada, se requiere de la adopción de un Plan Estratégico Nacional, como lo establece la Ley 4014 o Regional, con un horizonte de a lo menos 5 años, donde se identifiquen las metas y los objetivos estratégicos del Plan, las responsabilidades institucionales, las áreas prioritarias de atención y se focalicen las acciones de prevención y control de incendios forestales en aquellos municipios de mayor carga de incendios forestales y quemas agropecuarias. Como parte de la Implementación del Plan de Gestión Ambiental del Programa de Corredores de Integración de Occidente, se presentó un **Plan de Manejo del Fuego Para La Región Occidental**, que sienta las bases para una ordenada gestión de la problemática de los incendios forestales en la Región Occidental y se enmarca en la Nueva Ley de Prevención Forestales, 4014/2010.

Otro aspecto muy importante es la preparación de profesionales y técnicos del área forestal y agrícola en materias de Manejo del Fuego, de hecho en su preparación académica esta temática se aborda en forma marginal, dentro de otras materias y es la Universidad Nacional, UNA, la que está formando Ingenieros Forestales, pero solo en la Sede Central, Asunción.

Se debe destacar la necesaria conceptualización del problema de los incendios forestales. Existe una disparidad de criterios para definir el problema, no estando claro cuándo realmente se habla de incendio forestal y bajo qué criterios se sistematiza la información. Veamos la siguiente definición de incendio forestal: "Es cualquier quema de vegetación viva o muerta, fuera del ambiente urbano o de construcciones. Su alcance abarca todos los incendios programados o no programados en bosques naturales, bosques plantados, áreas naturales protegidas, praderas, pastizales, matorrales, arbustos y otros tipos de vegetación, incluyendo los incendios en turberas, marismas, ciénagas y pantanos. También comprende los fuegos de superficie o de copas en vegetación agrícola de cualquier tipo, cuando el fuego no ha sido programado

y ejecutado como parte de una técnica agrícola aceptada. Un fuego en este contexto, comprende también un incendio que, desde un área natural u otra área, afecta a un ambiente rural o urbano, o a un área cultural o histórica llegando a afectar a las construcciones existentes”. Sevilla, 2007. Según esta definición, cualquier fuego rural, que se genere en el campo es un incendio forestal. Si consideramos esta definición, la magnitud del problema es sustancialmente mayor a la sistematizada. La Ley 4014/2010 de Prevención y Control de Incendios, define varios tipos de incendios: rurales, forestales, de vegetación, de interfase, Artículo 2°. Para los efectos de este documento se considera más completa la definición de Sevilla, 2007, pues engloba cualquier daño que afecte los combustibles vegetales y no implica necesariamente clasificaciones por áreas, sin embargo, para efectos de cuantificación sí es necesario tener identificadas por su tipo, las áreas afectadas.

En La Región Occidental, las quemas de vegetación para habilitar suelos para la ganadería, es el mayor factor de impacto ambiental negativo, destrucción de bosques, contaminación atmosférica, desplazamiento, sustitución y/o destrucción de la fauna local, etc., por lo que se requiere a la brevedad hacer cumplir las normativas legales vigentes y complementariamente efectuar una intensa campaña de racionalización del uso del fuego como labor agropecuaria, enmarcado en las leyes vigentes.

Del Plan de Manejo de Fuego para La Región Occidental, que fue presentado a las autoridades municipales y de gobernación, se presentan a continuación las líneas estratégicas definidas en el mismo:

i. Líneas Estratégicas

Se identifican 2 líneas estratégicas dentro del Plan de Manejo del Fuego de la Región Occidental:

- Educación, capacitación y concientización
- Prevención, Control y monitoreo

1. Línea Estratégica 1. Educación, capacitación y Concientización

Se propone la implementación de un programa de educación, capacitación, sensibilización y concientización de la población en general, iniciando por la capacitación a profesores y que estos difundan sus conocimientos a nivel escolar. La formación de formadores es una capacitación necesaria para los técnicos, profesores y líderes comunitarios, que harán un efecto multiplicador.

Los programas de capacitación deben darse en 3 niveles: departamental, municipal y comunitario.

Objetivo general

Prevenir los incendios forestales en la Región, a través de programas de difusión, sensibilización, concientización, educación, capacitación, planificación y coordinación de actividades preventivas, que promuevan la valoración y el manejo adecuado de los recursos naturales en las instituciones, organizaciones y la sociedad civil en general.

Objetivos específicos:

- Informar y buscar la participación de las más altas autoridades, gerentes, directores, administradores y líderes de organizaciones sociales, culturales, religiosas y comunitarias de la Región.
- Impulsar un agresivo programa de difusión a través de los medios escritos, radiales, televisivos y a través de materiales escritos: trípticos, afiches, pancartas, rótulos, etc.
- Fortalecer la organización municipal en la prevención y control de incendios forestales a través de sensibilización, capacitación, planificación y coordinación de actividades preventivas a nivel regional.
- Fortalecer e involucrar a las organizaciones comunitarias, organizaciones de productores agropecuarios y comisiones vecinales en la prevención y control de incendios forestales a través de sensibilización, capacitación, planificación, organización y coordinación de actividades preventivas con los entes relacionados: Municipalidad, Secretaría de Emergencia Nacional, Cuerpos de Bomberos, etc.

Cuadro No. 2. Programa de educación, sensibilización y capacitación

R	Resultado	Actividades por resultado	Grupo meta	Recursos
R1	Se conforma la Comisión Interinstitucional de prevención y control de Incendios Forestales por departamento.	Reuniones de capacitación, planificación, presentación de resultados y otros	Gobernación departamental, municipalidades, organizaciones de la sociedad civil e instituciones.	Recursos humanos, infraestructura, equipamiento, logística, materiales e insumos.
R2	Al menos 5 técnicos de instituciones, por municipio, son capacitados en prevención de incendios forestales	Curso de principios básicos del fuego y prevención de incendios forestales.	Técnicos municipales, promotores y técnicos de instituciones y organizaciones locales, de cuerpos de bomberos, de estancias, comunidades indígenas, comités vecinales.	Organizadores, instructores, logística: infraestructura, vehículos, equipos, materiales, insumos, alimentación, transporte de participantes, alimentación, áreas de práctica.
R3	Al menos 5 técnicos de instituciones, por municipio, son capacitados en técnicas básicas de control de incendios forestales	Curso de técnicas básicas para el control de incendios forestales.		
R4	Al menos 5 técnicos de instituciones, por municipio, son formados como bomberos forestales	Curso de formación de bomberos forestales		
R5	Se conforma la Comisión de Prevención y Control de Incendios Forestales a nivel municipal, en cada municipio, con representantes de organizaciones del gobierno y la sociedad civil.	Se coordina entre la municipalidad y las organizaciones locales para la integración de la Comisión y esta con otras instancias.	Municipalidad, INFONA, Policía Nacional, Ejército, bomberos, SEN, ministerios, asociaciones de productores, etc.	Infraestructura, movilización, equipos, insumos, materiales y otros necesarios.
R6	Todos los funcionarios públicos y privados, integrados en la comisión departamental y municipal, son capacitados en liderazgo y toma de decisiones en los casos de emergencias relacionadas con el fuego.	Por módulos, se capacita en liderazgo, administración de los recursos y toma de decisiones.	Funcionarios, gerentes, directores, presidentes, etc., de instituciones y organizaciones del Departamento	Los recursos y la logística necesaria para eventos de nivel ejecutivo.
R7	Al menos 10 profesores por municipio son capacitados y promueven la prevención de incendios forestales en los alumnos de las comunidades donde ha habido mayor incidencia de incendios	Dos cursos sobre prevención de incendios forestales son impartidos a maestros, por departamento.	Directores de establecimientos y profesores de ciencias naturales.	Infraestructura, vehículos, equipos, materiales, insumos, alimentación, transporte.
R8	Spots radiales en las radios locales, distribución de al menos 1000 afiches y trípticos por municipio y la colocación de carteles de prevención.	Divulgación en los medios más representativos del municipio. Con prioridad en las épocas de mayor incidencia.	Población en edad escolar, padres de familia y la población en general.	Recursos de las instituciones, organizaciones y otros.
R9	Se desarrolla al menos un taller sobre gestión local de riesgos que promueva la respuesta de las comunidades ante los posibles desastres naturales.	Los actores locales estructuran un sistema de alerta temprana que se vincula a la organización.	Líderes locales, profesores, promotores de salud y pobladores de las comunidades	Infraestructura, vehículos, equipos, materiales, insumos, alimentación, transporte, alimentación.
R10	La población de la Región es consciente del daño de los incendios no programados (quemadas) y participa activamente en la prevención y control de los incendios forestales	Programa de difusión: sensibilización y concientización a la población en general por diferentes medios.	Toda la población de la Región.	Medios de comunicación escrita, televisión, radio, seminarios, talleres, charlas, entrevistas radiales y televisivas.

R = Resultado.

La sensibilización y capacitación, variará en base a las condiciones y posibilidades de cada municipio, por lo que la "Comisión de Prevención y Control de Incendios Forestales", del

Municipio, actualizará su plan anual, identificando los resultados deseados, las actividades necesarias por resultado, el grupo meta y los recursos necesarios.

Como insumos, ya elaborados y desarrollados por el Programa de Corredores de Integración del Occidente, dentro de la Implementación del Plan de Gestión Ambiental en el área de influencia del Programa, se desarrollaron e implementaron algunos productos dentro de las acciones de sensibilización, capacitación y difusión del Componente Prevención de Incendios Forestales del Programa:

- 3 afiches
- 3 trípticos
- Spots radiales.

2. Línea Estratégica 2. Prevención, control y monitoreo de Incendios Forestales en la Región Occidental

Objetivos generales

- Prevenir los incendios forestales en la Región, a través de prácticas y actividades que permitan la reducción de los incendios en bosques nativos, matorrales, áreas protegidas y áreas de regeneración natural.
- Realizar trabajos de control directo de los focos de incendios que se generen en La Región.
- Realizar un monitoreo y seguimiento a los incendios generados en La Región.

Objetivos específicos:

- Elaborar, aprobar y aplicar la ordenanza municipal, que permita la aplicación de la Ley 4.014/2010, Ley de Prevención de Incendios, por los municipios.
- Implementar un programa de limpieza de materiales combustibles en las áreas de dominio de las rutas y principales vías públicas y privadas del Municipio (línea de control).
- Construir rondas cortafuego en las áreas de reserva, bosques y a los pastizales de las haciendas (líneas de control).
- Equipar las brigadas contra incendios en los municipios y comunidades
- Organizar los programas de respuesta a los incendios en las comunidades, haciendas, parques nacionales y reservas privadas para el control de los incendios que se generen en su jurisdicción.
- Informar a la *Comisión de Prevención y Control de Incendios Forestales* (municipal y/o departamental) para los incendios de una extensión superior a 100Ha, generar una investigación y deducir responsabilidades a los infractores en los casos de negligencia.
- Mantener el programa de monitoreo y seguimiento a la generación de los incendios forestales en La Región
- Proponer e impulsar una metodología de valoración económica de los daños ocasionados por los incendios forestales a la economía de la población y a los recursos naturales.

Cuadro No. 3. Programa de prevención, control y monitoreo

R	Resultado	Actividades por resultado	Grupo meta	Recursos
R1	Cada municipio de la Región cuenta con la ordenanza municipal que da validez de aplicación a la Ley 4010/2010. Ley de Prevención y Control de Incendios Forestales	La Municipalidad Local, en coordinación con las entidades centralizadas de aplicación.	Municipalidades de cada uno de los departamentos de la Región.	Reuniones de trabajo, aprobación de la Junta Municipal, difusión y aplicación de la ordenanza.
R2	Se eliminan o se remueven los materiales combustibles susceptibles de quema inmediata, de la orilla de las vías de comunicación en todas las áreas susceptibles (Quemas controladas o mecánica en las líneas de control).	Se mantienen limpias las banquinas en las rutas principales y de malezas en picadas y calles públicas y privadas.	Municipalidad, INFONA, MOPC, comunidades haciendas, parques nacionales y reservas privadas.	Humanos, maquinaria, vehículos, equipo, herramientas, combustibles.
R3	Construcción de líneas de control en todas las haciendas en los sectores de conexión con áreas de reserva, bosques y áreas silvestres protegidas.	Limpiar un espacio mínimo, una franja de ancho de 3 veces el tamaño de la vegetación.	Propietarios de haciendas, administradores de parques nacionales y áreas de reserva	Humanos, maquinaria, vehículos, equipo, herramientas, combustibles.
R4	Al menos 1 brigada contra incendios, debe existir en cada municipio, integrada con un mínimo de 20 miembros capacitados, entre ellos, bomberos forestales.	Selección, Reclutamiento, Infraestructura y equipamiento, Personal disponible en la época crítica.	Pobladores del municipio	Humanos y financieros.
R5	Se equipa la brigada contra incendios del Municipio.	<ul style="list-style-type: none"> • Cotizaciones de equipo y materiales • Dotar el equipo mínimo. 	Brigada formada, dispuesta a responder a cualquier alerta.	Humanos, equipo mínimo y la logística de apoyo de los entes relacionados y la comunidad.
R6	Organizado el plan de respuesta a los incendios a nivel de unidades productivas agropecuarias, de reserva y la comunidad.	La alerta se activa con medios de comunicación locales: teléfono o radio. Está definida la línea de alerta.	Líder de la brigada, bomberos, técnico de la SEN, Policía, Ejército, Municipalidad, etc.	Humanos, equipo mínimo y la logística de apoyo de los entes relacionados y la comunidad.
R7	En al menos 10 focos de incendios por municipio, se realiza control de incendios por temporada.	Se activa la alerta y actúa la brigada contra incendios y los actores locales relacionados.	Comunitarios, personal y propietarios de haciendas y reservas.	Humanos, equipo mínimo y la logística de apoyo de los entes relacionados y la comunidad.
R8	La Comisión Departamental y/o municipal conocen al menos 10 casos de incendios que se sospecha fueron provocados.	Analizar la denuncia, generar la investigación y deducir responsabilidades, si las hubiera.	Comunitarios, personal y propietarios de haciendas y reservas.	Humanos.
R9	Se mantiene el monitoreo de los fuegos a nivel regional.	Conexión a los sistemas satelitales, análisis de la información y difusión a los municipios.	Comisiones de prevención y control de incendios forestales.	Humanos, Equipos Bases de datos
R10	Se dispone de una metodología de valoración de los daños de los incendios forestales en cada municipio y departamento.	Sistema de información, metodología de valoración, base de datos	Comisiones de prevención y control de incendios forestales.	Humanos, Equipos Bases de datos

R = Resultado.

Como resultado número 10 (R10), se presenta esta metodología de valoración de pérdidas por incendios forestales en El Chaco, que debe ser analizada, adaptada, en los casos que sean necesarios, e implementada por las instancias correspondientes en El Chaco.

b. El monitoreo de los incendios en la Región Occidental.

La estructuración de unidades ambientales en cada municipalidad y el liderazgo de las Secretarías del Ambiente de cada una de las gobernaciones departamentales, así como una eficiente cooperación y colaboración entre las secretarías del ambiente, entre las unidades ambientales y entre las secretarías ambientales y las unidades ambientales, así como entre estas instancias y las instituciones y organizaciones relacionadas presentes en El Chaco, es necesario para el eficiente registro de los fuegos, las áreas quemadas, los daños y las acciones conjuntas para la prevención y el control de los incendios forestales en el Chaco.

Será necesaria también la unificación de criterios en la interpretación de las leyes, principalmente de la ley 4014/2010 de Prevención y Control de Incendios, directamente relacionada con la participación de los municipios en la prevención y control de incendios, así como con la emisión de ordenanzas relacionadas a la temática por cada una de las municipalidades y gobernaciones.

El monitoreo de los incendios en la Región Occidental, necesariamente tendrá que utilizar la tecnología actual debido a las enormes extensiones de la Región en comparación con la población que la habita y las distancias entre municipios, en la mayoría de los casos, y la concentración de grandes reservas protegidas nacionales y privadas, principalmente en los departamentos de Boquerón y Alto Paraguay.

El Programa de Implementación del Plan de Gestión Ambiental, PGA, de los Corredores de Integración de Occidente, presentó a los municipios beneficiarios un informe de monitoreo del año 2010, en el que se presenta una metodología aprovechando los recursos tecnológicos actuales que están al alcance de los técnicos de las municipalidades y gobernaciones de la Región Occidental.

A continuación se presenta un extracto de la metodología planteada en el informe de monitoreo de incendios de la Región Occidental para el año 2010, realizada por el Consorcio Louis Berger – ICASA, dentro del Programa, con la Supervisión de la Unidad Ambiental del MOPC.

i. Sistemas de alerta temprana basados en información satelital.

Los incendios, debido a su frecuencia y distribución geográfica, constituyen un fenómeno que necesariamente debe ser monitoreado permanentemente.

Con el empleo de la información recibida desde los satélites se han desarrollado una serie de “Sistemas de avisos de incendios forestales” en el mundo. Los sistemas de detección de incendios con satélites constituyen un aporte y complemento valioso al sistema de detección y vigilancia en tierra, imposibilitado o limitado en ocasiones, de valorar la magnitud del fuego y las características de su desplazamiento.

El sistema brasileño “Queimadas” efectúa en estos momentos detecciones para América del Sur y el Caribe. El sistema creado para la detección y vigilancia de incendios forestales con el empleo de la tecnología de satélite, fue desarrollado por el “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales” (INPE) de Brasil.

Otros países en el mundo, como Chile, México y España aplican diferentes sistemas de detección de incendios con satélites desde hace varios años.

Adicionalmente, la comunidad internacional tiene acceso a diferentes sistemas informativos internacionales para el monitoreo de incendios. El “Centro Global para el Monitoreo de los Incendios” (CGMI), se creó con el fin de satisfacer las demandas de un extenso número de usuarios de información sobre el fuego mundialmente.

Existen algunos portales que suministran libremente datos, información e imágenes sobre fuegos activos en tiempo casi real e históricos en la red, obtenidos a partir de información de satélites. Uno de ellos es el visualizador geográfico interactivo de información sobre fuegos a partir de datos de satélite del sensor MODIS denominado “*Web Fire Mapper*”.

El *Mapper*, o visualizador de fuegos en la Web, es una herramienta que suministra mapas con las localizaciones y datos de fuegos activos en tiempo casi real e histórico para todo el mundo. Las imágenes ayudan a proporcionar una idea y comprensión del patrón global de fuegos activos.

La implementación de cualquier sistema de detección, vigilancia y pronóstico de peligro de incendios forestales con el empleo de la percepción remota satelital, aunque no impide que los incendios surjan, sí contribuye a disminuir significativamente los impactos negativos que ocasionan hoy en día los incendios a la economía, la sociedad y el medio ambiente.

La aplicación de las técnicas de la percepción remota al estudio de los incendios forestales es una de las aplicaciones medioambientales de la teledetección que presenta un mayor interés. La tendencia actual es hacia el incremento de la utilización

de los productos de la percepción remota satelital dado el avance tecnológico, el desarrollo de la computación y bajos costos de obtención imágenes.

ii. Quemas en el Chaco.

La implementación del sistema de monitoreo de quemas para El Chaco Paraguayo deberá posibilitar establecer un sistema de trabajo conciso y permanente que permita realizar la detección temprana y vigilancia de los incendios desencadenados en el territorio chaqueño que abarcan los departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, así como, evaluar y pronosticar el riesgo de incendios de forma operativa y sistemática a partir de informaciones de los satélites GOES y TERRA/AQUA.

Entre las acciones o productos que podrían ser implementados por un monitoreo de quemas”, para los tres departamentos, se encuentran:

1) Detección de incendios en tiempo real.

La detección de incendios, la cual es realizada automatizada y permanentemente de forma operativa, empleando al unísono, imágenes de tres satélites, el Satélite GOES, sensor I-M imager y los satélites TERRA y AQUA, sensor MODIS, con los cuales se garantiza una frecuencia temporal elevada y una cobertura espacial que abarca todo el país, detectando incendios desencadenados en cualquier tipo de vegetación.

2) Visualización de información de focos de calor integrada a información cartográfica.

Desde el año 2009, las informaciones de focos de incendios detectados con 10 años de ocurrencia fueron integradas, a un “Banco de Datos Geográficos del Proyecto” con información cartográfica georeferenciada, mediante el empleo de diferentes SIG, y que permitieron poder ser visualizadas, y en lo que respecta al año 2010 el Proyecto ha venido realizando el monitoreo en tiempo real a través de Internet en la Página Web: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>. Ello posibilitó que el análisis de la información se realice a tono con las actuales tendencias de análisis geográfico de información y con ello evaluar los incendios en el contexto y medio donde ocurren, convirtiéndola en un valioso instrumento de trabajo para definir las posibilidades con que se cuenta en la zona para combatirlos y por tanto es una contribución importante a las acciones de combate y manejo del fuego.

iii. Metodología para aplicar el SIG en la gestión integrada de datos de incendios a partir de un archivo en formato “Shape file” (.shp).

Para la gestión integrada de información de incendios en la vegetación, detectados por satélites para los tres departamentos se seleccionaron de entre todas las aplicaciones y herramientas que posee el SIG Arcgis 9.3, solamente las que resultaron necesarias y más convenientes para el procesamiento y análisis de las informaciones las cuales son descritas a continuación:

Iniciar la ejecución del programa Arcgis desde **Inicio\Programas** dentro del entorno de Windows y a partir de allí realizar:

1) Conversión del archivo de datos de incendios, obtenido del BD Queimadas en formato “kml” al formato de datos del sistema “.Shp, del Arcgis 9.3”.

A tal efecto en la barra de herramientas principal se selecciona el comando, **Tools\Universal Translator\Universal Translator** y aparece el cuadro de diálogo requerido para realizar la conversión.

Para el proceso de conversión es necesario informar el formato y ubicación del archivo fuente, así como seleccionar la proyección cartográfica. En este caso se empleó la categoría Longitud/Latitud.

Una vez realizada la operación de conversión y almacenado el archivo de datos en formato Arcgis 9.3 en la carpeta de destino, los puntos que representan los focos de incendio pueden ser visualizados y manipulados a conveniencia del usuario, utilizando el comando “**Abrir**”.

2) Apertura de Tablas empleando el comando “Abrir” y visualización de datos de incendios y otros tipos de información cartográfica.

Para ello se utiliza en la barra de herramientas principal el comando, **File\Open** y se seleccionan los archivos, desde la posición donde se encuentra con ayuda del cuadro de diálogo “**Open**”. Posteriormente el sistema despliega la información gráfica en la hoja de trabajo del sistema.

Utilizando las mismas operaciones se pueden abrir y representar cualquier archivo con información cartográfica, previstas a utilizar en el trabajo.

Ejemplo de los datos tabulares con posibilidad de manipulación:

Gráfica N° 6. Proceso de datos tabulares del monitoreo satelital

ID	Shape	Point	Id	Lat	Lon	Latams	Longms	Data	Hora	Satellite	Municipio	Uf	Region	Mes
1	Point	S22020005950020100102120000	-22.0333	-59.8333	S 22 01 59	O 59 49 59	2010010	193000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
2	Point	S215900059510020100104120000	-21.9633	-59.85	S 21 58 59	O 59 51 00	2010010	163000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
3	Point	S215400059510020100104120000	-21.9	-59.85	S 21 54 00	O 59 51 00	2010010	204500	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
4	Point	S215700059516020100106120000	-21.95	-59.2667	S 21 57 00	O 59 16 00	2010010	153000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
5	Point	S213600059340020100106120000	-21.6	-59.5667	S 21 36 00	O 59 34 00	2010010	200000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
6	Point	S213600059330020100106120000	-21.6	-59.55	S 21 36 00	O 59 33 00	2010010	200000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
7	Point	S220100059570020100106120000	-22.0167	-59.1167	S 22 01 00	O 59 07 00	2010010	200000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
8	Point	S220100059560020100106120000	-22.0167	-59.1	S 22 01 00	O 59 06 00	2010010	203000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
9	Point	S220100059550020100106120000	-22.0167	-59.0833	S 22 01 00	O 59 04 59	2010010	203000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
10	Point	S21400005934002010011120000	-21.6667	-59.55	S 21 40 00	O 59 33 00	2010011	213000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
11	Point	S21400005934002010011120000	-21.6667	-59.5667	S 21 40 00	O 59 34 00	2010011	220000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
12	Point	S210100059160020100117120000	-21.0667	-59.0667	S 21 06 00	O 59 04 00	2010011	193000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
13	Point	S210100059160020100117120000	-21.0667	-59.2667	S 21 01 00	O 59 16 00	2010011	200000	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
14	Point	S210100059150020100117120000	-21.0667	-59.25	S 21 01 00	O 59 15 00	2010011	200000	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
15	Point	S210100059180020100117120000	-21.0667	-59.3	S 21 01 00	O 59 18 00	2010011	203000	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
16	Point	S205900059190020100117120000	-20.9833	-59.3167	S 20 58 59	O 59 19 00	2010011	204500	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
17	Point	S205900059160020100117120000	-20.9833	-59.3	S 20 58 59	O 59 16 00	2010011	204500	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
18	Point	S210400059180020100117120000	-21.0667	-59.3	S 21 04 00	O 59 18 00	2010011	213000	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
19	Point	S210400059160020100117120000	-21.0667	-59.2667	S 21 04 00	O 59 16 00	2010011	213000	GOES-12	Fuerte Olimpo	Alto Paraguay	PAY	1	
20	Point	S210600059170020100117120000	-21.1	-59.2633	S 21 06 00	O 59 15 59	2010011	223000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
21	Point	S210400059280020100118120000	-20.7	-59.4833	S 20 42 00	O 59 28 59	2010011	190000	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
22	Point	S210400059270020100118120000	-20.7	-59.45	S 20 42 00	O 59 27 00	2010011	190000	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
23	Point	S214700059420020100118120000	-21.7833	-59.7	S 21 46 59	O 59 42 00	2010011	190000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
24	Point	S214700059400020100118120000	-21.7833	-59.8667	S 21 46 59	O 59 40 00	2010011	190000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
25	Point	S203900059300020100118120000	-20.85	-59.5	S 20 39 00	O 59 30 00	2010011	200000	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
26	Point	S220000059600020100118120000	-22	-59.1	S 22 00 00	O 59 06 00	2010011	200000	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	
27	Point	S203400059340020100118120000	-20.5667	-59.5667	S 20 34 00	O 59 34 00	2010011	204500	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
28	Point	S203400059330020100118120000	-20.5667	-59.55	S 20 34 00	O 59 33 00	2010011	204500	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
29	Point	S213400059510020100118120000	-20.5667	-59.5167	S 20 34 00	O 59 31 00	2010011	204500	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
30	Point	S203700059280020100118120000	-20.6167	-59.4667	S 20 37 00	O 59 28 00	2010011	204500	GOES-12	Mayor Pablo Lagerenza	Alto Paraguay	PAY	1	
31	Point	S215300058430020100118120000	-21.8833	-58.7167	S 21 52 59	O 58 43 00	2010011	204500	GOES-12	La Victoria	Alto Paraguay	PAY	1	

3) Representación múltiple de capas.

Mediante la representación múltiple de capas es posible realizar el cruzamiento de información de incendios con otros tipos de información cartográfica. Esta operación puede cumplirse siempre y cuando las capas involucradas correspondan al mismo territorio y mantengan un mismo sistema de referencia.

El cruzamiento de la información de incendios con otras capas de información abiertas se realiza utilizando el menú **“Layer control”** o controlador de capas del menú **“Main”**.

El cuadro de diálogo **“Layer control”**, despliega la lista de todos los campos existentes en la ventana de mapas e indica el estatus en que se encuentra. Mediante el controlador de capas, estas pueden ser activadas, editadas o eliminadas, lo que induce su aparición o no en el área de mapas.

4) Determinación de la cantidad de focos de incendios en un área seleccionada o en todas las áreas correspondientes a una capa.

Seleccionando los focos de incendios de un área o varias áreas a analizar se procede a realizar el análisis estadístico de dicha selección. La selección de información se realiza utilizando las opciones de selección en la barra de herramientas **“Main”**.

Posteriormente, utilizando en la barra de herramientas principal el comando **QueryCalculate Statistic**, en el cuadro de diálogo, **Calculate Colum Statistics**, se selecciona el archivo de datos de incendios y se acepta.

Al aparecer la tabla con el resultado del procesamiento estadístico se lee el valor en la palabra “**Count**”, el cual se refiere a la cantidad de focos existentes en el área o polígonos seleccionados.

5) Información rápida sobre los datos y sus atributos.

Las informaciones que son mostradas espacialmente en el área de trabajo, vienen acompañadas de sus atributos, los cuales, generalmente son datos no espaciales que aportan más información y son de interés para los análisis.

Seleccionando la opción “**Info**” en la barra del menú “**Main**” y presionando sobre el objeto se pueden conocer directamente en el área de mapas, estas informaciones del objeto específicamente seleccionado.

6) Información a partir de la tabla de atributos.

Seleccionando la tecla **F2**, aparece una tabla con las informaciones de atributos, la cual es posible guardar, además del formato Arcgis como un **DBase DBF** (*.tab) y exportar posteriormente al Excel, donde se puede realizar el análisis de los atributos no espaciales a tener en cuenta para evaluar el comportamiento de los incendios.

iv. Aplicación del SIG Arcgis 9.3 en la gestión integrada de datos de incendios en la vegetación.

Se determinó emplear para el monitoreo, los datos de incendios obtenidos en el año 2010, y considerando que, tomando como muestra datos de un año es posible demostrar la aplicación del SIG para su procesamiento y empleo operativo, (Monitoreo).

Se realizó satisfactoriamente la conversión de los datos de focos de incendios para los tres departamentos, recibidos en formato Shape, generados por el sistema “Queimadas” y el empleo de la capa de incendios vista en combinación con diferentes mapas de la base cartográfica de la Dirección de Estadísticas, Encuestas y Censos, con el objetivo de obtener las salidas cartográficas y su posterior impresión.

La visualización de dichas informaciones en Arcgis, demostró que todas las fuentes de datos utilizados eran compatibles y se encontraban adecuadamente georeferenciadas, lo cual ofrece el nivel de confiabilidad requerido para poder iniciar el procesamiento y análisis de las informaciones, utilizando el SIG.

El posterior procesamiento de los datos de focos de calor en interacción con las capas de interés de la base cartográfica correspondientes al Chaco Paraguayo con cobertura de los tres departamentos, utilizando algunas las herramientas del sistema en la forma ya descrita en la metodología, brindó la posibilidad de determinar el comportamiento

espacial que tuvieron los incendios detectados por **GOES-12**, en el territorio, a nivel de Región y municipio, durante el año 2010.

Una simple inspección a la distribución de los focos de incendios permitió determinar, en segundos, que durante el año 2010 se detectaron en el Chaco gran cantidad de incendios y que estos se distribuyeron a todo lo largo y ancho de los mismos.

Utilizando la opción de realizar cálculo estadístico, que ofrece el SIG, fue posible conocer la distribución de focos y cuál fue su comportamiento en cualquier zona del territorio, previa selección en el SIG.

Mediante la selección de todos los focos que abarcaban los tres departamentos, Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, y aplicando el cálculo estadístico se determinó que durante el año 2010, fueron registrados en la Región del Chaco o Región Occidental un total de **7.940 focos** de incendios por el Satélite **GOES-12**.

La selección visual de los polígonos de departamentos con focos, mostró que la mayoría de los departamentos de la región fueron afectados por incendios, lo cual se comprobó aplicando la opción de cálculo estadístico a la selección donde aparecen en la salida “**Count**” los 3 departamentos.

A partir del conteo de la cantidad de focos por departamentos, seleccionando los focos, dentro del polígono correspondiente a cada departamento y leyendo el conteo en la tabla de salida del análisis estadístico se conoció la cantidad de focos detectados en cada departamento. Se visualizó que la mayor cantidad de incendios se registró en el Departamento de Alto Paraguay con un número de focos de incendios de **3.561**, seguida de Boquerón con **2.746**, y fue el Departamento de Presidente Hayes el que registró la menor cantidad de focos de incendios, con **1.633 focos**.

La identificación del incendio, localización, magnitud, fecha de realización, etc., permite a los actores locales dar seguimiento al incendio y evaluar, si es necesario, los daños y las pérdidas ocasionadas. El monitoreo solo nos da un insumo para la toma de decisiones como responsables del manejo integral de los recursos naturales en La Región.

Estas condiciones hacen que aunque el desarrollo vegetativo es mayor en El Chaco Húmedo, la ausencia de lluvias por un período continuo de 8 días ó más lo hace susceptible al desarrollo de incendios forestales y se acrecientan cuando las lluvias se ausentan por varias semanas, período que ocurre regularmente en los meses de julio a noviembre de cada año, como se ve en la gráfica N° 1, página 12 de este documento.

Es importante resaltar los recursos forestales y de biodiversidad biológica con que cuenta Paraguay, son muy abundantes y la Región Occidental dispone todavía de una rica biodiversidad florística y faunística, así como áreas silvestres protegidas en parques nacionales y reservas privadas, áreas de reserva indígenas, zonas de reserva militares, incluyendo la reserva de biósfera, que se convierten en recursos importantes como fuente de desarrollo económico, ambiental. También la legislación ambiental nacional y la adopción de convenios internacionales relacionados es muy completa, lo que se convierte en otra fortaleza del país en el proceso de la sistematización de la protección, conservación, utilización y valoración de sus recursos naturales. Sin embargo, a nivel local, en La Región Occidental debe asumirse la responsabilidad que corresponde a las autoridades locales en la adaptación, interpretación, emisión de reglamentos y ordenanzas locales, creación de la infraestructura administrativa y operativa y ejecución de lo que en la gestión ambiental local.

La problemática de los incendios forestales no es particular del Paraguay, sino de muchas regiones con características similares en todos los países, como se ve acá cerca en El Pantanal en El Oriente del Chaco Paraguayo, humedal integrado con Brasil, en el Amazonas, en Bolivia o en Centroamérica, como es el caso del Departamento de El Petén en Guatemala, de donde se tomó la base para esta metodología valoración y cuántas otras regiones en todos los países. Con base en estos aspectos y visualizando la problemática que generan los incendios forestales en La Región Occidental se presentan a continuación algunas conclusiones y recomendaciones que pueden ser de interés de los actores locales en la implementación de sus responsabilidades en la gestión ambiental relacionada con los incendios forestales en El Chaco:

- Para la consolidación de este Sistema de Valoración de pérdidas económicas por incendios forestales en La Región Occidental, se requiere la implementación del plan de manejo de fuego de manera integral por las municipalidades, gobernaciones, organizaciones e instituciones locales, un Programa de Desarrollo con un horizonte de por lo menos de 5 años. Donde se integren a estas instancias, coordinadamente aquellos organismos relacionados con la investigación, capacitación y protección ambiental y social.

- La necesaria participación e integración de la Red Paraguaya de Prevención y Control de Incendios, Art. 4° de la Ley 4014/2010
- Se identifiquen las áreas y temáticas de desarrollo más urgentes (relación fuego/medio ambiente; manejo silvícola para la mitigación de daños; impacto ambiental de emisiones contaminantes, etc.) y a través de la estructuración de proyectos de investigación se pueda obtener recursos financieros provenientes de organismos internacionales. La valoración de los daños ocasionados por el humo, las partículas, cenizas de los incendios, es muy difícil de realizar y en El Chaco, durante el verano la incidencia de estos daños es evidente.
- El análisis de la temática particular de los incendios forestales en el país, hacen necesario plantear cuatro aspectos importantes:
 - Los impactos negativos que están generando, los incendios forestales en el medio ambiente global, están demandando una creciente preocupación, a escala mundial, ya que ellos están repercutiendo en la calidad de vida de la población. Sin embargo, no se debe excluir de estos análisis y diagnóstico el tema de las quemas con fines agrícolas, estas como fuente de generación de incendios forestales, contaminación del aire y deterioro productivo del suelo.
 - Se recomienda: englobar como un todo la presencia del fuego en las áreas rurales a fin de dar la urgente y necesaria prioridad de evaluación de sus impactos y establecer medidas de mitigación de ellos.
 - Para enfrentar los incendios forestales y el uso del fuego en el ámbito rural se requiere del establecimiento de Programas sistémicos y multidisciplinarios y permanentes en el tiempo.
 - Se recomienda: la integración y dedicación permanente de profesionales que permitan consolidar y equilibren las gestiones de pre supresión, prevención, detección, control y extinción; y post-incendios: evaluación y mitigación de los daños.
 - La disponibilidad de recursos humanos profesionales y técnicos y financieros para la protección ambiental, es una de las principales limitantes para el desarrollo del Sistema, por ello se impulsa el fortalecimiento de las unidades ambientales municipales y la normalización ambiental local a través de ordenanzas.
 - La aplicación de la nueva ley de prevención de incendios 4014/2010, no debe entorpecer el desarrollo productivo, pero debe ordenarse su aplicación de manera que tenga un efecto positivo al ambiente sin perjudicar el desarrollo agropecuario de la región.
- Se considera necesario:
 - La priorización y focalización territorial del problema, a fin de optimizar la protección en los puntos más críticos del país, la región, el departamento

y el municipio, y de esta forma optimizar y maximizar los recursos técnicos, financieros y humanos.

- Coordinar con las diferentes Universidades y Centros de Formación Técnica, que imparten carreras del área silvoagropecuaria y ambiental, la necesaria inclusión en sus programas de estudios mínimos la enseñanza de los Incendios Forestales y Uso del Fuego.
- La aplicación de los estudios y propuestas de las diferentes instancias locales para el caso del problema, como el plan de manejo del fuego para la Región Occidental y el Plan de Monitoreo de Fuegos, 2010, elaborado para la Región Occidental por El Proyecto de Implementación del PGA, Corredores de Integración de Occidente, presentado a las municipalidades y gobernaciones del área de intervención del Programa en El Chaco.
- Para la adecuada planificación y toma de decisiones se requiere de la recopilación y manejo de la información generada por cada uno de los incendios forestales ocurridos en el territorio bajo protección.
- Se recomienda: la estructuración de un Sistema de Información, que incluya la recopilación, proceso y análisis, tanto estadístico como por sistemas de información geográfica, de los antecedentes generados en todo el ámbito de acción de la Red Paraguaya de Prevención y Control de Incendios, lo que aportará bases sólidas para el establecimiento de modelos propios de identificación de impactos ambientales, evaluación de daños y programas de mitigación de ellos. De hecho un Centro de Documentación Ambiental del Chaco Paraguayo está siendo implementado por El Proyecto de Implementación del PGA, Corredores de Integración de Occidente en coordinación con la Gobernación del Departamento de Boquerón en La Ciudad de Filadelfia, como capital del Departamento y su ubicación en el Chaco Central.
- Las condiciones climáticas del Chaco y su baja densidad demográfica obliga al uso de la tecnología en las labores de monitoreo, debe darse un monitoreo satelital, por lo que será necesario continuar el fortalecimiento de los técnicos del área ambiental y mejorar su logística de apoyo.
- La identificación de los incendios forestales, además de dar una base para la evaluación de los daños y el impacto ambiental propiamente tal, también da un importante lineamiento para el enfoque de las campañas la prevención. La población debe comprender que la foresta, el bosques, los terrenos de aptitud preferentemente forestal o el monte, matorrales, como se quiera denominar, no sólo lo componen los bosques propiamente tales, sino toda la flora y fauna presente en ellos y, que independiente de su estructura, poseen importantes roles ambientales, económicos y sociales.

- Actualizar la definición de incendios forestales de manera que en ella quede explícito que el tema de fondo es la destrucción y necesaria protección de cualquier tipo de vegetación en los terrenos de aptitud preferentemente forestal, por su rol ambiental, cultural, social y económico.
- Efectuar un acercamiento sistemático con las comunidades, principalmente de las comunidades indígenas que tienen importantes áreas de reserva, así como con los dueños de las haciendas, administradores de hacienda, de los centros de población, de las áreas donde es más crítico el problema de los incendios forestales y quemas agrícolas y de pastizales, de manera de buscar en forma conjunta y participativa medidas de mitigación de los daños ambientales.
- Queda de manifiesto, en el presente documento, que no es posible tratar de medir o valorar económicamente todos los impactos o daños originados por los incendios forestales y las quemas de vegetación. Se hace necesario:
 - Efectuar una valoración económica cuando ella sea posible (ej. Productos forestales dañados) y cuando no (ej. Impacto ambiental del humo de la combustión de la vegetación) se deberá hacer una descripción cualitativa de los daños, pérdidas o impactos de ellos. Utilizando para ello, las diferentes técnicas evaluativas expuestas en este documento.
 - Tampoco es posible quedarse sólo con la evaluación desarrollada inmediatamente después de extinguido el incendio, se deben establecer pautas de seguimiento a largo plazo, a fin de identificar las respuesta del ambiente al fuego, antecedentes que servirán como base fundamental para la toma de decisiones al presentarse un fuego en áreas de características similares.
 - La tarea de conocer e identificar los daños, inmediatos y de corto y largo plazo, como también el estructurar y manejar un sistema de valoración de estos daños es multidisciplinaria (intervención de diferentes disciplinas o áreas del conocimiento en la interpretación de un fenómeno o solución de un problema), interdisciplinaria (interrelación de coordinación y cooperación efectiva entre disciplinas) y formación transversal (logro de la unidad de marcos conceptuales entre las disciplinas o áreas del conocimiento), tomando en consideración la globalidad de los impactos del fuego, por lo que es importante involucrar en este proceso de conocimiento y capacitación a los centros universitarios, escuelas agrícolas, institutos técnicos, centros de investigación de las cooperativas menonitas y otras instancias de la región y del país.
- La presenta metodología de valoración, es una propuesta, no es un documento validado por las instancias que se han venido mencionando en el documento, por lo tanto se recomienda que con la finalidad de lograr la validación real de

una metodología de valoración económica de los daños por incendios en El Chaco:

- Efectuar una reunión de trabajo final, donde concurren representantes de instancias internacionales, nacionales y locales, con la finalidad de discutir, analizar y consensuar la presentación de un documento final.
 - Desarrollar un Taller, con la participación de representantes nacionales y departamentales y municipales, además de las instituciones y organizaciones directamente relacionadas del ámbito nacional, involucradas directamente en el tema medio ambiental, con el propósito que se adquiriera un compromiso formal ante el Proyecto.
 - A ese mismo Taller, se podría invitar a representantes de países a los que pertenece el Gran Chaco Boreal: Brasil, Argentina Bolivia, principalmente y otros del área con intereses comunes, como Uruguay, Chile, Perú y Ecuador, entre otros.
- Como conclusión y recomendación general, lo más importante no es tanto la preocupación por la evaluación cualitativa y/o cuantitativa de los incendios forestales, sino que es la preocupación por los beneficios que aporta la estructuración y operación de un Sistema de Prevención y Control de los Incendios Forestales, profesional y permanente. Estos beneficios son aquellos que se aumentan a consecuencia de un incendio forestal no iniciado o controlado en forma oportuna. Estamos hablando de los ahorros implícitos en los costos de control del fuego y en el daño causado por el fuego en los recursos forestales y en la biodiversidad biológica, la economía del país y la calidad de vida de la población en general.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Balbuena Ferreiro, C. y Rejalaga Noguera, L., 2009. Cuantificación de las áreas quemadas de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Investigación para optar a Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Cochrane M.A, Laurance W.F , 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *J. Trop. Ecol.* 18, 311–325.
- Corea Perdomo, A. s/f. Plan de Manejo del Fuego Para los Bosques de Pino Encino de Zacapa y Chiquimula. Asociación Regional Campesina Ch'ortí'. Chiquimula, Guatemala.
- Cardoso M.F, Hurtt G.C, Moore B, Nobre C.A y Prins E.M, 2003. Projecting future fire activity in Amazonia. *Glob. Change Biol.* 9, 656–669.
- Cardozo Aguilera, N.R. y Campos Roca, S. Marzo de 2011. Informe de Monitoreo de Focos, Año 2010. Chaco Paraguayo.
- Haltenhoff Duarte, H., Herrera Pérez, R., Salguero García, M.E. y Juárez Baldizón, J.A. 2005. Manual de Efectos del Fuego y Evaluación de Daños. Proyecto FAO TCP/GUA/2903 (A). Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA. Departamento de El Petén, Guatemala.
- Haltenhoff Duarte, H., Herrera Pérez, R., Salguero García, M.E. y Juárez Baldizón, J.A. 2005. Metodologías para la Evaluación de Daños en Áreas Afectadas por Incendios Forestales. Proyecto FAO TCP/GUA/2903 (A). Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA. Departamento de El Petén, Guatemala.
- Ortuño Pérez, S. F. y Fernández-Cavada Labat, J. L. 2007. Evaluación Económica de los Daños por Incendios Forestales. Departamento de Economía y Gestión Forestal de las Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid. Wildfire, Sevilla, España.
- Pyne, S. J., 1997. *World Fire: The Culture of Fire on Earth* (Univ. of Washington Press, Seattle).

- Rejalaga Noguera, L. y Huespe Duarte, H., 2010. Determinación de la ocurrencia de incendios forestales 2000 2010, s/ p.
- Rejalaga Noguera, L.; Campos Roca, S. y Cardozo Aguilera, N.R. 2010. Plan de Manejo del Fuego de la Región Occidental, Paraguay.
- Roy, D.P., Jin, Y., Lewis, P.E. and Justice, C.O., 2005, Prototyping a global algorithm for systematic fire affected area mapping using MODIS time series data. International Journal of Remote Sensing. Vol. 29, No. 8, 20 April 2008, 2433–2436
- Rojas, O.E. Septiembre de 2009. Diagnóstico Nacional de Incendios forestales. PROPETÉN, SIPECIF, The Nature Conservancy, USAID. Guatemala, 93p.
- Setzer, A.W., Pereire, M.C.,and Pereira A.C.1994. Satellite studies of biomass burning in Amazonia-Some practical aspects. Remote Sensing Reviews. 10:91-103
- Torres Suarez, J., Selva Serrano, J., Arnau Tena, E., Catalá Miñana, F., Cabanes Sánchez, M., Navarro Baixauli, F. Elaboración de Proyectos Básicos de Prevención de Incendios Forestales en el Ámbito de los Parques Nacionales, 13p.
- Zhan et al., 2002. Remote Sensing of Environment Volume 83, Issues 1-2, November 2002, Pages 336-3.