

William Ernesto Camilo Reynoso*, Luis Joyanes Aguilar*, Lillyana Giraldo Marín*, Javier Bustamante.

Apec University, Av. Máximo Gómez # 72, Santo Domingo, 1-809, Dominican Republic

Pontificia de Salamanca University, Paseo Juan XXIII, 3, 28040, Madrid, Spain

*Medellín University, C. 87 N° 30 – 65. Medellín - Colombia – Suramérica.
(+57)(4) 3405382*

Pontificia de Salamanca University, Paseo Juan XXIII, 3, 28040, Madrid, Spain.

wcamilo@unapec.edu.do

[*joyanes@gmail.com*](mailto:joyanes@gmail.com)

lmgirald@udem.edu.co

JBustamante@gmail.com

PROPUESTA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE PARQUES FORESTALES

Caso de estudio:

Parque forestal de Valle Nuevo, Constanza, La Vega, Rep. Dominicana

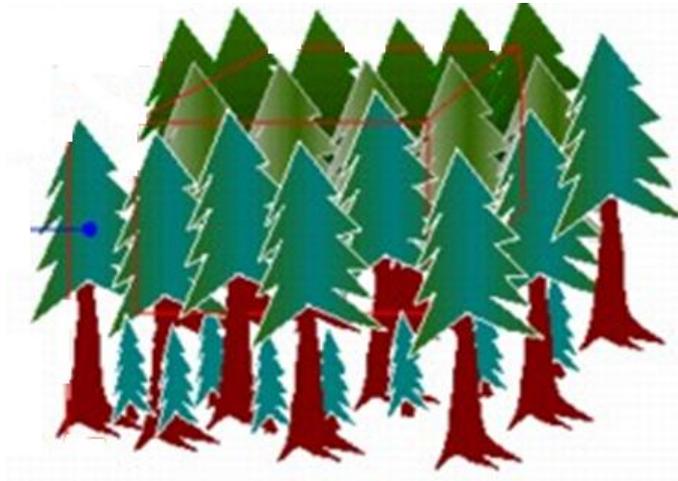


Figura 1. Arboles de pino

1.- Resumen

Nuestra propuesta trata sobre el manejo sostenible de parques forestales con el “desarrollo de una **Plataforma Medioambiental** para el seguimiento y monitoreo de los fuegos forestales, a la reducción de la capa forestal y para la explotación de la hojarasca a través de **gasificadores de las facículas de las hojas de pino** y otras en los entornos naturales de la República Dominicana”, tomando como

objeto y caso de estudio puntual al Parque forestal de valle nuevo, y como campo de investigación a la vulnerabilidad ecológica de los **Pinales de Valle nuevo, Constanza, La Vega, Rep. Dominicana.**

Son conocidos los impactos negativos del fuego en la supervivencia del arbolado, sin embargo éstos no se han cuantificado con precisión en el país, ni se han comparado con los efectos de quemas anteriores.

La Pertinencia de esta propuesta se establece a través de las "Líneas de investigación priorizadas por el País" cuya **Necesidad, Impactos, y Relevancia**, derivan de la **Protección al Ecosistema**. Este estudio entonces, cae dentro del **paragua** que propician las "**Ciencias de la Tierra, el Cambio Climático, el Medio Ambiente y los Recursos Naturales**", en la **Estrategia Nacional de Desarrollo**, y en los **Objetivos del Milenio** contemplados en nuestro País.

En este trabajo estudiamos de manera puntual, los elementos que potencian cualquier fuego, sus componentes, sus consecuencias, y los cuidados y tecnologías para su sofocación temprana, y la explotación de la biomasa dispersa, como modo de mitigación al riesgo y al **Cuasi-Accidente**.

2.- Introducción

La conservación de la Diversidad Biológica ha alcanzado importancia global, por lo que comprendiendo que la perdurabilidad de la especie humana está estrechamente ligada a la vida en la tierra y a toda su complejidad de formas, especies y ecosistemas, nos hemos decidido emprender un proyecto sobre la producción de una herramienta computacional con una plataforma para enlazar los portales Webs existentes que tributan libremente a la temática del cuidado del planeta, para así obtener las informaciones pertinentes a las áreas temáticas medioambientales de nuestras regiones en forma automatizada y en tiempo real.

Los incendios forestales se han convertido en la principal amenaza a la que están expuestos los recursos naturales de la RD. De acuerdo con los registros del período comprendido entre 1962 y 2005, se reportaron 5,815 incendios forestales que afectaron unas 307,828 Has, donde las actividades agrícolas tienen un peso altamente significativo (85%) como causante de ocurrencia de incendios (SEMARN/USAID, 2006). [3]

Debido al aumento en la frecuencia de la ocurrencia de incendios forestales en los últimos años y que los mismos que le han dejado considerables pérdidas ecológicas y económicas al país, la SEMARN, con el apoyo de la Oficina para Atención a Desastres de USAID, elaboró recientemente la Estrategia Nacional de Gestión y Manejo del Fuego 2007-2011, en su versión preliminar. El objetivo principal es definir las líneas estratégicas de acción para reducir los efectos negativos de los incendios forestales, mediante la implementación planes, programas y acciones para la gestión y manejo del fuego, con la participación de todos los sectores de la sociedad dominicana. (SEMARN / USAID, 2006d). [8].

Este proyecto trata sobre el desarrollo de algoritmos computacionales y su manejo, tal que permitan la automatización en la adquisición de data de sitios Web, para el seguimiento en tiempo real de los niveles de contaminación sonora y atmosférica, así como de los conatos de incendios forestales, e índices de pérdidas de la capa forestal, los humedales y las especies en peligro, mediante información satelital, teledetección remota y el uso de redes neuronales para la inteligencia virtual de los sistemas de información geográfica (SIGs).

Esta iniciativa cae dentro de la línea promovida por el Estado Dominicano para el "Ciencias de la Tierra, cambio climático, medio ambiente y recursos naturales y

recursos genéticos ” a través del diseño de potentes herramientas computacionales desde la Escuela de Ingeniería de nuestra Universidad”, como aporte a la generación de valores agregados en los sistemas geomáticos que deben accionar para la protección de nuestro habitat, País y especies.

El objetivo principal de esta propuesta es el de dotar de herramientas para mitigar la ocurrencia de siniestros forestales, pues como ha ocurrido anteriormente, en este año en curso se produjo un gran incendio forestal el cual consumió gran parte de la zona del parque nacional Valle Nuevo, en Constanza, el mismo se extendió a comunidades como Puerca Amarilla y Nizaíto.

Se hace notar el que este incendio en particular fué por la caída de un rayo en el parque nacional referido, en la comunidad Pajón Blanco, pero que el mismo tomó connotaciones dramáticas porque días después desaprensivos pegaron fuego en lugares adyacentes, el mismo ha devastado miles de tareas y aunque ha podido ser controlado en algunos puntos, se reproduce en otros lugares.

Se han establecido estrategias por el lado del gobierno dominicano, para que El COE, en combinación con el Comando Sur del Ejército de los Estados Unidos, lleven a cabo una demostración operacional con un nuevo equipo Geo espacial, creado por la división científica de esa nación, se agrega el que en el tema de monitoreo se prevé la implementación de un personal que georeferencie los incendios forestales con el fin de sistematizar las informaciones, y para lo cual se dotará de equipos de GPS a todas las oficinas provinciales de las zonas de mayor ocurrencia”.

3.- El problema se define como el de la carencia de una estructura informática que nos ofrezca los servicios de alerta temprana sobre incidentes catastróficos medioambientales.

Según el Dr. Abelardo Jiménez Lambertus, Presidente del Instituto Dominicano de Bioconservación, en los últimos veinte años se han talado en la República Dominicana más árboles que en toda su historia. A este ritmo se destruirán todos los recursos forestales del país en diez años. Una causa importante también es la tala ilícita de los mismos. [3].

4.- El Tetraedro del Fuego

Se define por incendio la combustión no deseada de uno o varios materiales. Combustión es un fenómeno de oxidación exotérmica que se produce con carácter irreversible. Para que un fuego se produzca y/o se mantenga son necesarias cuatro condiciones; la falta de una de ellas produce automáticamente a la extinción del mismo. Estas cuatro condiciones son las siguientes:

Calor - aumento de temperatura

Combustible - toda materia capaz de arder

Comburente - materia que aporta oxígeno para la combustión

Reacción en cadena - distintas etapas de la combinación de las moléculas de un combustible con el oxígeno

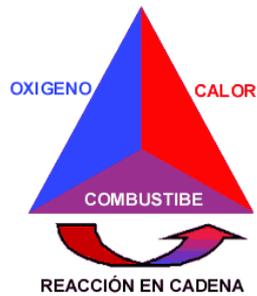


Figura 2. Triángulo del fuego

Triángulo del fuego (combustible + calor + oxígeno)

En un fuego el calor se transmite de tres formas: por radiación (energía emitida por el frente de llama), por convección (calor transportado por los gases procedentes de la llama) y por conducción (contacto directo entre el material vegetal caliente).

http://www.youtube.com/watch?v=zvPa_yEEed4E

Se ha discutido mucho sobre la mayor facilidad de arder de las coníferas en relación con las frondosas por la forma de sus hojas, lo que denominamos “**relación superficie-volumen**“. Las hojas de muchas plantas son largas y estrechas, por tanto tienen mucha superficie exterior en relación a su volumen y muchos puntos de contacto para calentarse, con lo que arden con facilidad ante un foco de calor que las “rodee”, esto es, un fluido como la llama o el calor de la convección del humo (todos sabemos que para hacer una fogata si no tenemos acelerante como alcohol o gasolina, hay que prender primero unas ramillas secas, hierbas u hojillas finas).

En un Ensayo de comportamiento del fuego en campo (Temperatura máxima 850°C) La fuerte radiación y convección genera la ignición (segundo 14-16) sin necesidad de que llegue la llama procedente del frente de fuego. La conducción se transmite entre los troncos que siguen ardiendo después del paso del fuego

5.- MARCO INSTITUCIONAL

Causas antrópicas de la deforestación

Causas culturales: Producción agropecuaria y Hortícola; Cultura de Tumba y Quema
Asentamientos (reforma agraria en montaña)

5.1.- Políticas de manejo de los recursos naturales: efectos sobre el desarrollo del sector forestal en República Dominicana [7].

5.1.1.- Antecedentes o marco referencial

- 1.- Una apropiada cobertura forestal es deseada por cualquier sociedad o país.
- 2.- Los motivos o explicaciones de la deforestación y la reforestación de los pueblos siguen siendo debatidos.
- 3.- La cobertura forestal dominicana tuvo un comportamiento de desaparición hasta la década de 1980, a partir de ahí se ha ido recuperando.

6.- Causas varias de la deforestación

Causas naturales: huracanes, tornados, tormentas

Causas antrópicas incluyen:

Causas socioeconómicas: construcciones (villas, golf, presas, etc.);

Dinámica económica (disponibilidad empleos, incentivos de inversión); Dinámica social (pobreza - inversiones); crecimiento poblacional

7.- INFLAMABILIDAD DE LA HOJARASCA DE DIFERENTES ESPECIES FORESTALES: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD Y DE LA DENSIDAD APARENTE DEL COMBUSTIBLE [8].

Fuente: Jmercedes@idiaf.gov.do

Los saltos de fuego son proyecciones de partículas inflamadas o incandescentes (pavesas) a una cierta distancia del frente de fuego de un incendio forestal, que pueden originar focos secundarios fuera del perímetro del incendio. Este fenómeno tiene importantes consecuencias sobre las estrategias de lucha contra los incendios forestales, ya que incide sobre la propagación del fuego, reduce la eficacia de las áreas cortafuego y puede poner en peligro a los equipos participantes en la extinción (TRABAUD, 1989). El fenómeno de los saltos de fuego depende de diversos factores, como son las características del fuego, la topografía, las condiciones meteorológicas y la vegetación existente tanto en la zona de emisión de las pavesas como en la zona de recepción de éstas. Así, las características de la vegetación receptora como son: tipo de estrato (hojarasca, herbáceas, matorral...), estructura, humedad, recubrimiento, compactación, etc. van a influir sobre la eventual aparición y propagación de un foco secundario.

7.1.- El presente [9].

Tabla 1. Humedad y densidad aparente de las hojarascas estudiadas

Hojarasca	n	H	Dens. aparente 1	Dens. aparente 2
<i>Pinus pinea</i>	35	2.5 – 14.5 %	≅ 10 kg/m ³	≅ 19 kg/m ³
<i>Pinus pinaster</i>	56	0.5 – 20 %	≅ 26 kg/m ³	≅ 45 kg/m ³
<i>Eucalyptus globulus</i>	67	1.0 – 17.5 %	≅ 26 kg/m ³	≅ 44 kg/m ³
<i>Quercus faginea</i>	35	3.6 – 14.5 %	≅ 16 kg/m ³	≅ 24 kg/m ³

Tabla 2. Frecuencia de ignición y valores medios, mínimos y máximos del tiempo de ignición (s), de la velocidad de propagación (cm/s) y de la altura media de las llamas (cm)

Hojarasca	Frecuencia de ignición	Tiempo de ignición	Velocidad de propagación	Altura media de las llamas
<i>Pinus pinea</i>	100 %	5.51 (2 – 11)	0.259 (0.149 – 0.393)	42.77 (18 – 63)
<i>Pinus pinaster</i>	96 %	5.82 (1 – 29.5)	0.190 (0.076 – 0.319)	58.23 (10 – 95)
<i>Eucalyptus globulus</i>	90 %	9.09 (2 – 58.95)	0.167 (0.054 – 0.302)	65.08 (24 – 110)
<i>Quercus faginea</i>	80 %	11.82 (4 – 56)	0.181 (0.095 – 0.287)	17.93 (5 – 38)

Ni la humedad ni la densidad aparente del combustible, en los rangos considerados, tuvieron un efecto significativo sobre el tiempo de ignición de las cubiertas (Tabla 3), con las excepciones de la humedad del combustible en la hojarasca de eucalipto y la densidad aparente en la hojarasca de pino piñonero, que tuvieron un efecto positivo sobre este tiempo.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión para el tiempo de ignición

Hojarasca	Ecuación	r ² ajustado	p
<i>Pinus pinea</i>	TI = 1.215 + 0.194 H + 0.170 (*)DA	0.176	0.017
<i>Pinus pinaster</i>	TI = 2.742 + 0.123 H + 0.060 DA	0.013	0.270
<i>Eucalyptus globulus</i>	TI = 5.614 + 0.608 (*) H - 0.037 DA	0.079	0.036
<i>Quercus faginea</i>	TI = 13.668 + 0.901 H - 0.534 DA	0.047	0.209

Nivel de significación de los coeficientes de regresión: (*) = p < 0.05; (**) = p < 0.001

Por el contrario, ambos factores tienen, en general, un efecto altamente significativo sobre la velocidad de propagación (Tabla 4) y sobre la altura media de las llamas (Tabla 5). Este efecto es negativo, de modo que ambos parámetros aumentan al disminuir tanto la humedad como la densidad aparente del combustible. Sin embargo, el efecto de la densidad aparente del combustible no se ha puesto de manifiesto en los ensayos llevados a cabo en la hojarasca de *Quercus faginea*.

Los ajustes de las ecuaciones presentadas, y expresadas a través de su coeficiente de regresión ajustado, son mejores, en ambos parámetros, para las hojarascas de las especies de coníferas que para las de frondosas.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión para la velocidad de propagación

Hojarasca	Ecuación	r ² aj.	p
<i>Pinus pinea</i>	VP = 0.455 (**) - 0.013 (**) H - 0.005 (**) DA	0.870	0.000
<i>Pinus pinaster</i>	VP = 0.368 (**) - 0.009 (**) H - 0.003 (**) DA	0.809	0.000
<i>Eucalyptus globulus</i>	VP = 0.284 (**) - 0.009 (**) H - 0.001 (*) DA	0.525	0.000
<i>Quercus faginea</i>	VP = 0.352 (**) - 0.013 (**) H - 0.003 DA	0.468	0.000

Nivel de significación de los coeficientes de regresión: (*) = p < 0.05; (**) = p < 0.001

Tabla 5. Ecuaciones de regresión para la altura media de las llamas

Hojarasca	Ecuación	r ² aj.	p
<i>Pinus pinea</i>	A = 78.16 (**) - 2.142 (**) H - 1.059 (**) DA	0.758	0.000
<i>Pinus pinaster</i>	A = 119.98 (**) - 2.891 (**) H - 1.110 (**) DA	0.700	0.000
<i>Eucalyptus globulus</i>	A = 112.17 (**) - 3.374 (**) H - 0.604 (**) DA	0.415	0.000
<i>Quercus faginea</i>	A = 37.87 (**) - 1.529 (*) H - 0.301 DA	0.227	0.015

Nivel de significación de los coeficientes de regresión: (*) = p < 0.05; (**) = p < 0.001



Figura 3. Imagen satelital con incendio forestal en el país

Los Diez incendios Forestales mas grandes en República Dominicana desde 1975 hasta 2007					
Fecha	Superficie		Tiempo (Días)	Causa	Lugar
	Ha	Ta			
1 de abril de 1975	18,927	300,000		-	Parque José del Carmen Ramírez
26 Julio de 1978	4,101	65,000	8	No intencional	Puerto Escondido, provincia Independencia
13 de abril de 1981	2,511	39,800	10	No intencional	Los Tibisi, Provincia San Juan de la Maguana
12 Febrero de 1983	3,230	51,200	6	No intencional	Valle Nuevo, Constanza provincia La Vega
17 de agosto de 1990	2,608	41,340	8	No determinada	Arroyo del Castillo, Constanza, Provincia La Vega
25 agosto de 1990	4,313	68,362	7	No intencional	Pajón Blanco, Constanza, Provincia La Vega
22 de marzo de 1991	2,357	37,365	4	No intencional	Pinito Verde, Los Frios, Provincia San Juan de la Maguana
8 de agosto de 1993	3,249	51,500	9	No determinada	Las Mercedes, Provincia Barahona
13 agosto de 1994	2,271	36,000	7	No determinada	Charco Colorao, Provincia Barahona
11 de abril de 1997	6,309	100,000	12	No intencional	El Macutico de la Viuda, San José de las Matas, provincia Santiago
Promedio por incendio	4,988	79,057	9		

Fuente: Modificado a partir de Cocco Quezada, Antonio. ([_http://www.acqweather.com/IncendiosForestales.htm](http://www.acqweather.com/IncendiosForestales.htm))

Tabla 3: Cantidad de incendios y superficies afectadas durante el período 1962 al 2006 en República Dominicana

Período	Cantidad incendios		Superficie incendiada (decenas Ha)	
	Total	Promedio anual	Total	Promedio anual
1962 - 1971	3,550.0	355	15,303.0	1,530.3
1972 - 1981	175.0	18	4,655.2	465.5
1982 - 1991	625.0	63	3,029.4	302.9
1992 - 2001	975.0	98	3,945.3	394.5
2002 - 2006	630.0	63	3,575.0	357.5
Total	5,955.0	596	30,507.9	3,050.8
Promedio del período	1,323.3	132	6,779.5	678.0

Fuente: Elaborado a partir de las memorias del Ministerio de Medio Ambiente

7.2.- Resumen de las normativas y documentación sobre los incendios forestales

Tabla 4: Leyes y Normativas más significativas del período 1962 al 2006 en República Dominicana

Año	Normativa	Medida
1962	ley 5856	Creación DGF en la SEA
1967	Ley 206	Traspaso DGF a FFAA
1974	Ley 67	Creación DNP
1977	Ley 627	Proteccion de tierras Cordilleranas
	Ley 632	Prohibición corte árboles en cabecera ríos
1982	Ley 705	Creación de la CONATEF
1985	Ley 290 /291	Ley Incentivo forestal
	Dec 358	Mandato de ordenamiento territorial
1987	Ley 112	Establece Servicio Forestal obligatorio
1988	Resol 3 - 88	CONATEF crea el Certificado de Plantación y Derecho al corte
1997	Dec. 138-97	Creación Plan Quisqueya Verde
1998	Dec 152	Creación COSERENAMA
1999	ley 118	Creación del INAREF
2000	Ley 64	Creación SEMAR
	Ley 202	Sistema Nacional Áreas Protegidas
2006	Dec 12	Creación Comisión Monumentos Naturales

Elaborado principalmente a partir de Russo, I (1997) y las gacetas de leyes y decretos de poder judicial

Tabla 5: Comportamiento popular Dominicano desde la óptica Forestal en el período 1962 al 2006

Período	Enfoque				
	Político legal	Social	Institucional Estatal	Empresarial	Propietarios rurales
1962 al 1967	Libertinaje postdictadura		Obligacion a cuidar	No participación	No cuidado regeneración y fuegos "involuntarios"
1967 al 1982	Proteccion rigurosa	Inconformidad / Protesta	Prohibición / Preservación		
1982 al 1996	Estímulo económico	Escepticismo / respuesta		Participación activa	Cuidado de la regeneración y control de fuegos
1982 al 2006	Incentivo económico en especies	Estímulo legal	Conservación / utilización		

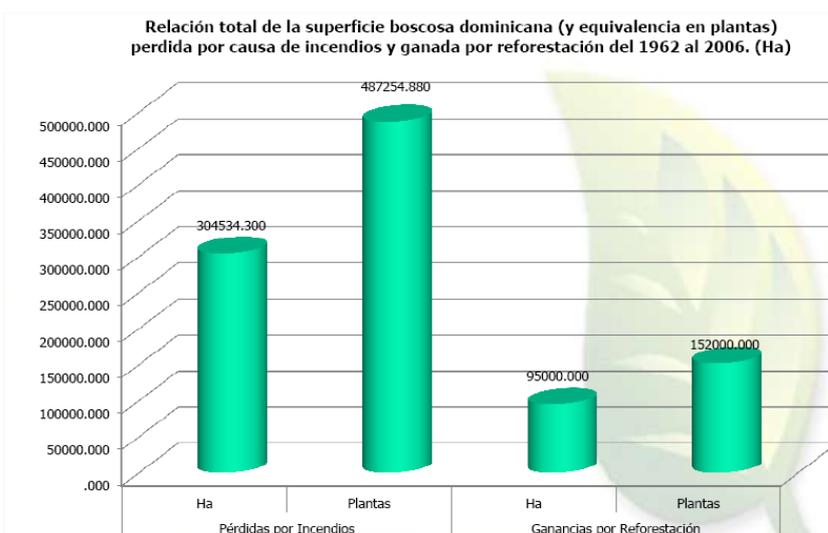


Figura 4. Óptica forestal dominicana

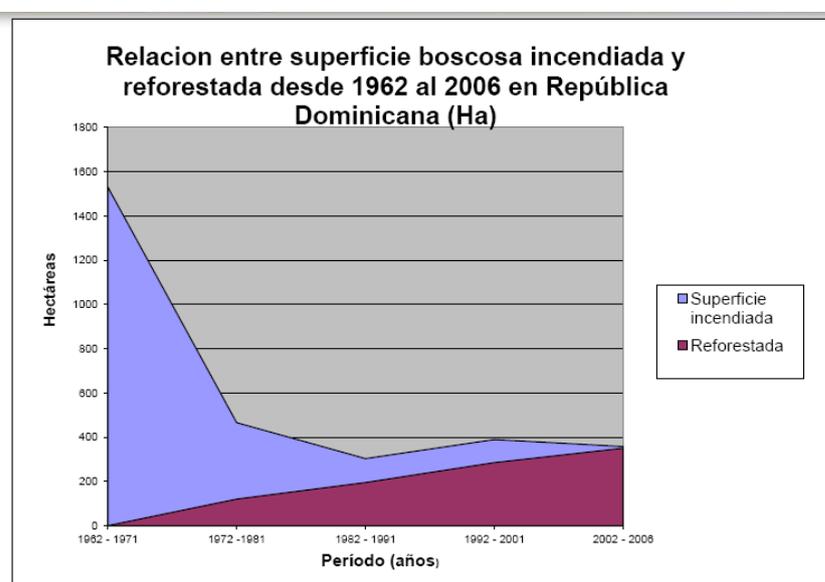


Figura 5. Superficies boscosas incendiadas 1962-2006 -1

Registro de la superficie afectada por incendios y de la reforestada desde 1962 a 2006 en República Dominicana

	1962 - 1971	1972 - 1981	1982 - 1991	1992 - 2001	2002 - 2006	Total
Superficie incendiada (Km ²)	1,530.30	465.5	302.9	389	357.6	3,045.30
Superficie incendiada (%)	50.3	15.3	9.9	12.8	11.7	100.0
Superficie reforestada (Km ²)	0.0	120	195	285	350	950.00
Superficie reforestada (%)	0.0	12.6	20.5	30.0	36.8	100.0
Superficie reforestada (%) /incendiada en el decenio	0.0	25.8	64.4	73.3	97.9	NA
Superficie reforestada (%) /incendiada 1962 - 2006	0.0	3.9	6.4	9.4	11.5	NA

Elaborado a partir de las memorias del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Figura 6. Superficies boscosas incendiadas 1962-2006 -2

Característica general de las políticas implementadas durante el periodo 1962 al 2006		
Momento evaluado	Características genéricas	superficie (Km ²)
1962 - 1971	Anarquía y destrucción, ley 5856	1,530
1972 -1981	Cración DNP, DGF de mano férrea	465
1982 - 1991	Creacion CONATEF, ley 292 incentivo Forestal, Certificado Derecho al Corte y Ley ordenamiento territorial. Inicia Plan Sierra	302
1992 - 2001	Operación Selva Negra, Sequias se aprueba la Ley 64-00	389
2002 - 2006	Decidida participación Comunitaria	357
Total		3,045

Figura 7. Superficies boscosas incendiadas 1962-2006 -1

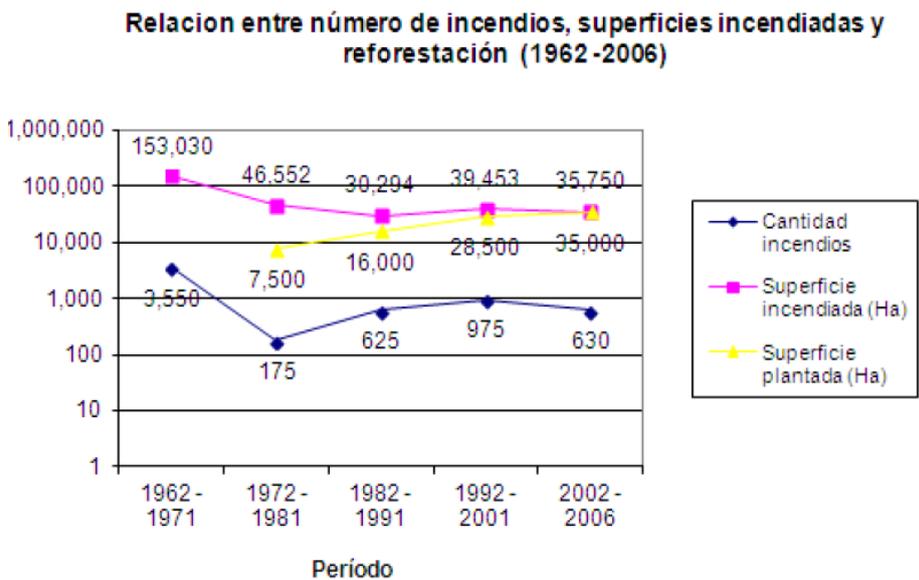


Figura 8. Superficies boscosas incendiadas 1962-2006- 2

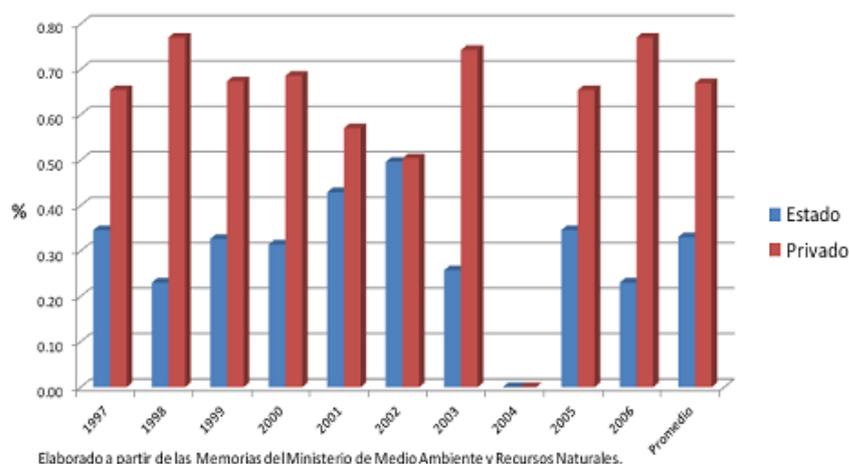


Figura 9. Participación del sector público y privado en las actividades de reforestación dominicana entre el 1997 – 2006

8.- ESTUDIOS REALIZADOS Y EL ESTADO DEL ARTE Y LA TECNICA EN PLATAFORMAS MEDIOAMBIENTALES [13].

Existen gran cantidad de trabajos en la actualidad sobre detección y evaluación de la deforestación mediante imágenes de satélite a nivel mundial. A continuación se comentan algunos trabajos que son relevantes a la detección, evaluación e impacto de áreas desforestadas de interés al tema que nos ocupa:

Un estudio sobre cambios en el uso de la tierra en la parte oeste de la República Dominicana, que cubre el 56% del territorio nacional, muestra claramente la conexión entre el uso de las tierras para la agricultura y la deforestación (Russel, 1988).

En la planificación de la instrumentación del modelo se plantea:

Este proyecto se presenta atendiendo los siguientes aspectos de interés para la República Dominicana:

- _ Identificación y delimitación de áreas boscosas, ecosistemas frágiles y áreas protegidas.
- _ Identificación de indicadores de peligro de incendio forestal.
- _ Identificación de biomasa combustible.
- _ Alerta temprana para control de incendios.
- _ Identificación de especies florísticas invasoras en áreas protegidas.
- _ Identificación de actividades humanas no permitidas o degradantes de ecosistemas frágiles.
- _ Identificación de pérdida forestal

Con esto se atiende los siguientes puntos prioritarios para la gestión ambiental en la República Dominicana acorde con las siguientes líneas de actuación:

Protección forestal, Flora de áreas protegidas y ecosistemas especiales, Protección de humedales y Control de especies florísticas invasoras en áreas protegidas (ej.: Leucaena en el Parque Nacional Sierra de Bahoruco).

Como antecedente de esfuerzos para el cuidado del ecosistema a nivel global, los ejemplos más prominentes de programas formales de IDE (Infraestructura de datos

espaciales) se han hecho a escala nacional. La mayor parte están dirigidos por gobiernos nacionales o federales (por ej.: el NSDI en EE.UU., el SNIG en Portugal, el ASDI en Australia, el NALIS en Malasia, el NSIF en Sudáfrica, Colombia...), pero hay excepciones tales como la Agencia Distribuidora de Uruguay y NGDF en el Reino Unido, que han sido lanzados en gran parte por el sector privado. En la mayoría de los casos se reconoce la necesidad de una amplia participación en la creación de IDE duraderos y útiles. En general, se perciben como beneficiarios de la IDE los sectores público y privado, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, como también el público en términos generales. [14], [15].

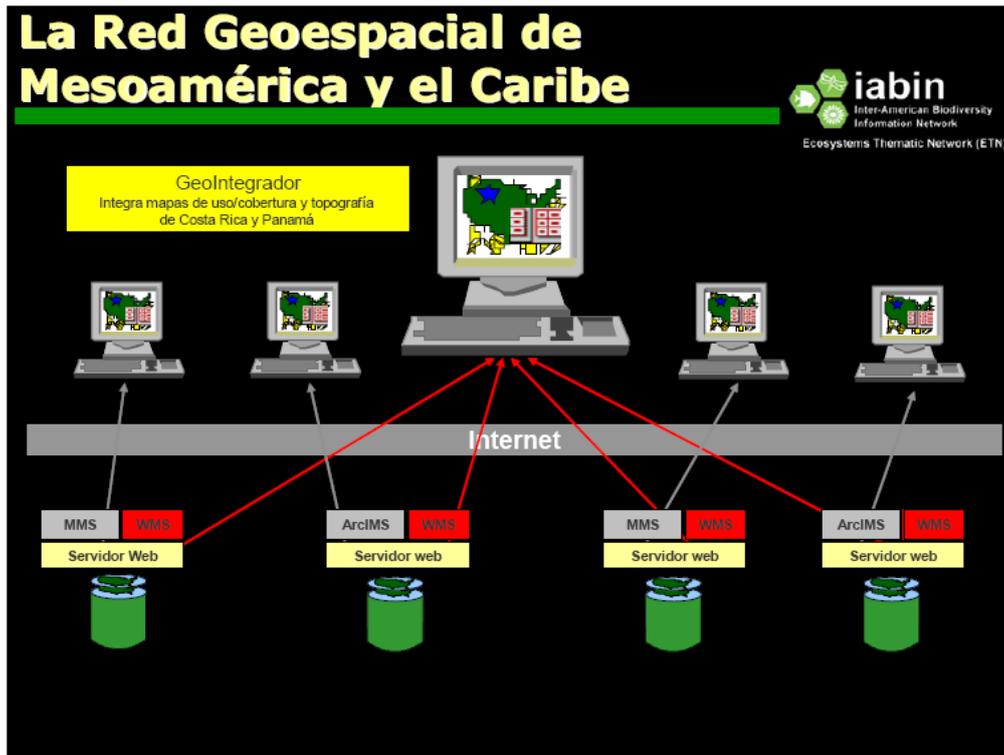


Figura 10. Red geoespacial de Mesoamérica y el Caribe.

Los países federales pueden con frecuencia crear sus programas de IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) a partir de los gobiernos provinciales o estatales (por ej.: ASDI en Australia). Iniciativas de IDE transnacionales surgen frecuentemente de estructuras transnacionales existentes (por ej.: el Comité Permanente para la infraestructura del SIG en Asia y el Pacífico se formó a través de la Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para la región Asia-Pacífico). [5]



Figura 11. Simulador interactivo para estudio del fuego forestal -1

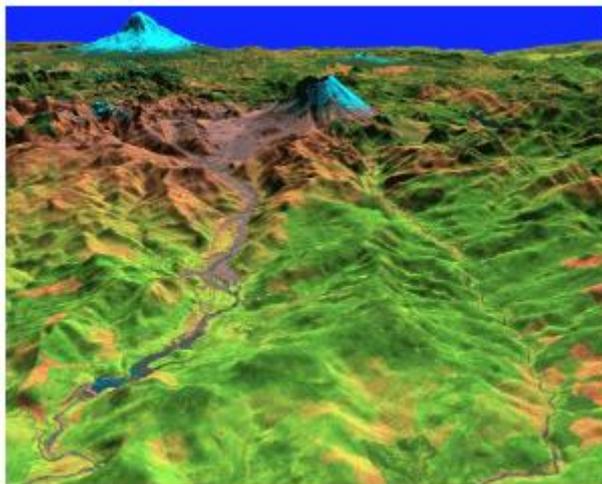


Figura 12. Simulador interactivo para estudio del fuego forestal -2

9.- Sistemas de Información Interinstitucionales Locales de la República Dominicana [7].

En años recientes diversas instituciones del Estado han previsto la necesidad de manejar y generar grandes cantidades de información geoespacial indispensable para el mejor desempeño de sus funciones sectoriales. En ese sentido han surgido diversos proyectos de implementación de Sistemas de información geográfica como subsistemas de información dentro las propias instituciones. No obstante, dichos proyectos han surgido de manera aislada sin el amparo de ningún tipo de coordinación desde el nivel central del gobierno, de modo que su desarrollo descoordinado ha suscitado la altamente costosa replicación de funciones en la producción de información útil al Estado.

La mayoría de estos proyectos han contado con el apoyo financiero de diversas fuentes de financiamiento internacionales, materializados en forma de préstamos acreditados al Estado dominicano. Estos proyectos son:

- * Sistema Nacional de Información Minera.
- * Sistema Nacional de Información Catastral.
- * Sistema de Información del INDRI.
- * Sistema de Información Cartográfica de la DGMC-PMJT.

* Sistema Nacional de Información Ambiental.

Otros Sistemas en proceso de desarrollo son:

* Sistema Nacional de Gestión de Desastres y PMR.

* Sistema Nacional de Información Estadística.

9.1.- Alcance

A Corto Plazo

Actualización Informaciones Institucionales.

Selección, digitalización, localización, recopilación y clasificación de informaciones.

Revisión de contenido y ortografía de datos.

Creación de Base de Datos Proyectos CONAU.

Organización y clasificación de datos de proyectos.

Llenado de Base de Datos.

Creación de Base de Datos de Instituciones Productoras de Datos Urbanos.

Establecimiento de acuerdos y autorización de publicación de datos de instituciones.

Levantamiento de metadatos. Llenado de base de datos.

Coordinación actores para integración de sistema de información inter-institucional.

Diseño y Programación de Portal Web.

Introducción de Contenido Textos en general. Introducción contenidos de bases de datos.

Activación Dispositivos de Búsqueda en el sitio web.

Activación Dispositivos de Búsqueda en bases de datos catálogos.

Activación Dispositivos de registro de usuario y creación de base de datos de usuarios.

Activación Registro de encuestas.

Activación de Foros de discusión. Sistematización de actualización periódica de contenidos (noticias, eventos y proyectos) de página web.

9.2.- Estado del arte para la plataforma para la alerta temprana de fuegos forestales. [1].

En el sistema de la web existen portales para acceder de manera mecánica a la información geoespacial, tales como los facilitados por las agencias de la NOAA, La Nasa, La Universidad de Maryland, etc., pero ninguno nos brinda una solución automática completa para discriminar las áreas afectadas y obtener una alerta a tiempo para la toma de decisiones que protejan al ecosistema, y los seres vivos que lo habitamos. La Universidad de Maryland opera un sistema satelital que rastrea fuegos diariamente en su recorrido orbital por la tierra.

Este **Sistema de Satélites** se **denomina Terra**, y usa para tales fines al **sensor Modis** con la misión de detectar, almacenar y procesar los puntos calientes que se presentan sobre la superficie de la tierra. La data obtenida a través de Modis es suministrada de manera gratuita a los interesados a través de su sitio en

Internet <<http://modis-fire.umd.edu/>>).

<http://activefiremaps.fs.fed.us/fireptdata/modis_fire_2009_050_conus.e00.gz>

<http://activefiremaps.fs.fed.us/fireptdata/modis_fire_2009_050_conus_shapefile.zip>

Se presentan más adelante algunas de las investigaciones más relevantes de la comunidad científica, incluso la nuestra sobre el tema de la protección medioambiental.

Entre estas:

- Brivio, P.A. y Ober, G. (1995) describen técnicas de análisis espacio-temporales de los incendios de vegetación en la región comprendida como el cinturón tropical de África, donde tales análisis guían al mapeo de los incendios para caracterizar la evolución de los patrones espaciales de la vegetación quemada a escala regional.
- Barbosa, P.M. et al. (1997) mediante el análisis multitemporal y multispectral de los datos obtenidos por el sensor NOAA-AVHRR-GAC llevaron a cabo la detección de áreas quemadas en África, al ocupar el Índice de Monitoreo Ambiental Global, GEMI.

Después del análisis de perfiles semanales de los principales tipos de vegetación que fueron afectados por el fuego, desarrollaron una técnica multitemporal y multiumbbral para la detección de píxeles de superficies quemadas con el nombre de Burned Area Algorithm (BAA) [21].

- Bragmanov, V. et al. (1997) presentan la creación de una tecnología de geoinformación para el uso de datos AVHRR con una resolución espacial de 1.1 km para la detección y evaluación de superficies quemadas de una dimensión lineal varias órdenes menor que el pixel de una imagen.
- Dwyer, E. et al. (1997) presentan el proceso con un algoritmo detector de áreas quemadas de una serie temporal de datos satelitales de cobertura global para un período de 12 meses, de Abril de 1992 a Marzo de 1993, con la finalidad de registrar todos los incendios observados a escala mundial.

Las técnicas de investigación que se van a utilizar son: La búsqueda bibliográfica y la entrevista a fin de recabar la opinión de expertos, la exploración por los estudiantes a la solución de los problemas que se planteen durante el desarrollo del proyecto (búsqueda heurística, desequilibrio cognoscitivo, estrategias instructivas, estrategias de aprendizaje y estrategias de socialización, entre otras).

10.- Estudio del fenómeno de los fuegos forestales

10.1.- Factores que intervienen en un incendio forestal [19].

El monte está constituido por gran número de materiales combustibles, hierbas, plantas no leñosas, matorral, arbustos y árboles.

Atendiendo a su composición, los combustibles vegetales se clasifican en:



Figura 13. Composición forestal

10.2.- Combustibles ligeros. Son los que tienen menos de 1 cm de diámetro: hierbas, hojas, pinocha, helechos, líquenes, ramillas, etc. Se inflaman con facilidad y se consumen rápidamente cuando están secos.

Combustibles pesados. Son los que tienen más de 1 cm de diámetro: troncos, tocones, ramas gruesas, raíces, etc. Se inflaman más difícilmente que los ligeros y arden más despacio.

10.3.- Combustibles verdes. Son las plantas vivas con su follaje: árboles, arbustos, matas, hierbas.

No debe olvidarse que las coníferas (pinos, abetos, etc.), por contener en su interior resinas, arden más fácilmente que las frondosas (robles, hayas, etc.).

El fuego se produce cuando se aplica calor a un cuerpo combustible en presencia de aire. Cuando afecta a combustibles vegetales naturales y se propaga a través del monte, recibe el nombre de incendio forestal.

Un incendio forestal se comporta de acuerdo con el ambiente en que se encuentra. La mayoría de los incendios forestales son extinguidos cuando han recorrido menos de 5 Ha.

Algunos fuegos, sin embargo, se convierten en grandes y devastadores debido a condiciones meteorológicas muy desfavorables; porque su situación en zonas inaccesibles impide acudir rápidamente a extinguirlo; o bien, se da la coincidencia de varios incendios que exceden de la capacidad de los medios disponibles.

Para la puesta en práctica de estas metodologías se han desarrollado en los últimos 30 años otros equipos a diferentes escalas, desde pequeñas muestras (*small-scale test* en la literatura anglosajona) hasta ensayos a escala “de habitación” (*room-scale, furniture test*) para ensayar muestras de tamaño real (como la de los árboles de Navidad mostrados). Estos equipos son utilizados para evaluar las características de la combustión de materiales y son suministrados por diversas empresas de calorimetría y **tecnología del fuego**. Sin embargo un **método** más sencillo basado en el “**principio**

de la entalpía” basado en los estudios desarrollados por Edwin E. Smith (1996) ha sido utilizado para desarrollar un calorímetro de pérdida de masa (*Mass Loss Calorimeter* MLC) que dispone para estimar la tasa de calor emitida un sensor denominado “termopila” (norma ISO 13927). La termopila está compuesta por 4 termopares (sensores para medir temperatura) conectados en serie y colocados al final de una chimenea. Mide la temperatura de los gases procedentes de la combustión de la muestra sometida a una radiación determinada (entre 10 y 100 kW/m²). Se asume que el calor liberado es proporcional a la masa, a su calor específico y a la diferencia de temperatura aplicando el principio de entalpía:

$$H_2 - H_1 = C_p(T_2 - T_1)$$

Donde H son las entalpías inicial (1) y final (2) por unidad de masa, C_p es el calor específico o cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad y T es la diferencia de temperatura, en este caso de los gases procedentes de la combustión entre el estado 1 y el 2.

La termopila se calibra periódicamente con **metano** (CH₄) para diferentes flujos de dicho gas ya que los valores de calor específico y calor emitido por unidad de masa de este hidrocarburo son conocidas. Las temperaturas obtenidas son aplicadas a las muestras a ensayar, por tanto se obtiene una estimación de HRR simplemente midiendo la temperatura de los gases a la salida de la chimenea. Este método acumula más error que el método de consumo de oxígeno pero es mucho más sencillo y económico. Este dispositivo, desarrollado para materiales plásticos, lo hemos **aplicado** en el **Laboratorio de incendios forestales del INIA** a otro tipo de muestras de alta inflamabilidad, como son los combustibles forestales, y se ha **comprobado** su precisión y repetibilidad en la medición del HRR, incluso para comparar muestras **decombustibles vivos** con altos porcentajes de humedad. En estas fotos podéis ver el dispositivo y un detalle de un ensayo de *Coscoja* (*Quercus coccifera*) con humedad del 100% (la mitad del peso de la muestra es agua) sometida a una potencia de radiación de 50 kW/m², recibiendo una temperatura procedente de una resistencia (conical heater) de aproximadamente 330-350°C.

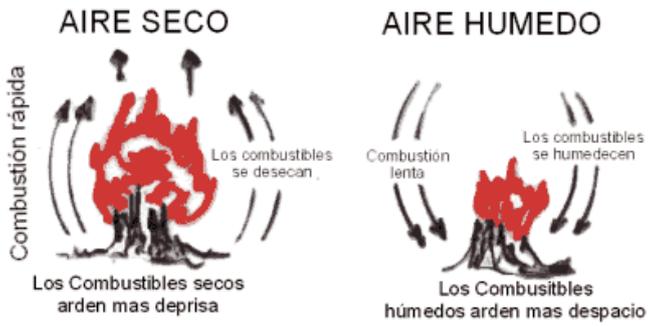


Figura 14. Incendios según la humedad del aire

<http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm010.htm>

11.- Desarrollo de la Propuesta

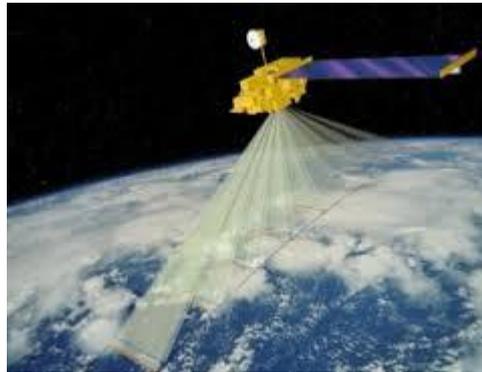


Figura 15. Seguimiento satelital a las áreas boscosas

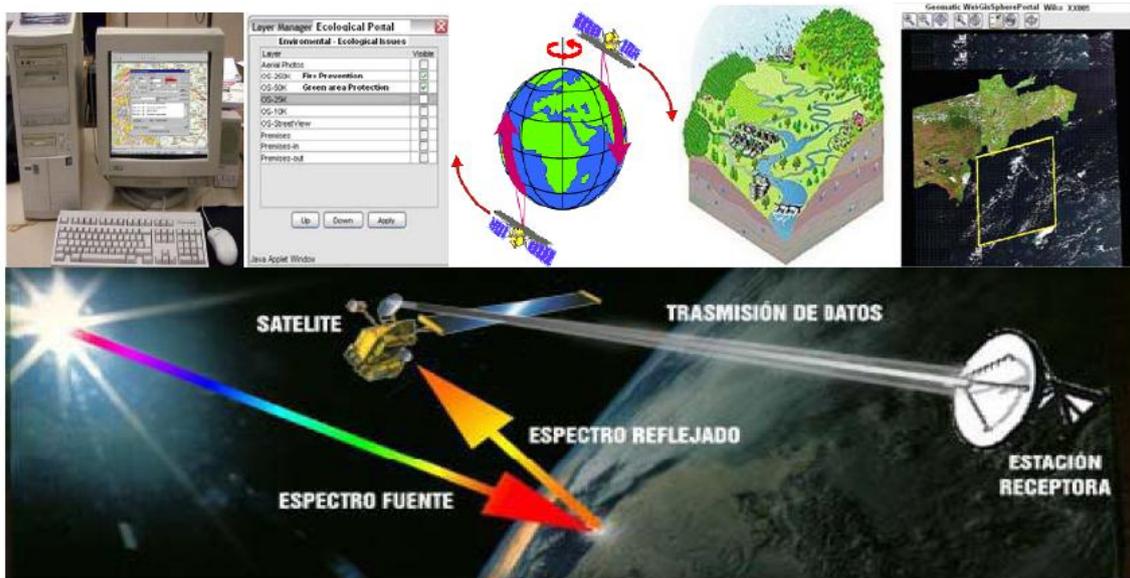


Figura 16. Plataforma Medioambiental propuesta para el seguimiento a las condiciones forestales

11.1.- Los componentes de un **Sistema de Información Geográfica GIS** para una **Plataforma Medioambiental** a tenerse en cuenta para nuestro proyecto son: La data geográfica y no geográfica + recursos humanos, organizaciones + Infraestructuras de datos espaciales + Software + Hardware+ Objetivos, etc. [6].

GIS = ICT (comunicaciones) + trabajos geográficos y desarrollos. La GIS tiene unos 30 años de existencia; mientras que la WebGIS cuenta con unos 10 años. Nuestra estrategia de trabajo contempla:

- a) la captación y almacenamiento de las imágenes de cada día para su interpretación y caracterización en una base de datos digitales.
- b) La lectura e interpretación de los datos obtenidos en los subsiguientes días.
- c) La comparación de la data anterior con la obtenida nueva cada día.
- d) La detección y observación en el aumento de nuevos puntos calientes (hot spots).
- e) La discriminación sobre la posible área de fuegos con el uso de laboratorios virtuales a través del software Mat-lab, y el Compact Rio de Lab-View & (machine vision) de National Instruments.

11.2.- Las fases para hacer un proyecto de GIS [5].

Se utilizan tres fases o pasos para hacer un proyecto de un Sistema de Información Geográfica “GIS” :

a) Necesidades del usuario:

- 1) Records, surveys, etc; con la lista de las especificaciones cualitativas, y el estudio de factibilidad económica del proyecto.
- 2) Meta general del proyecto (se quiere tener un control sobre lo que se está desarrollando).
- 3) Detalles del proyecto, especificaciones (RVB detalles y especificaciones de la manera de cómo se produce y se desarrolla el software de nuestro proyecto de GIS: funciones buffers, overlays o solapamientos de imágenes, etc.).
- 4) Especialidad del personal y las horas-hombre requeridas para la realización de dicho proyecto.
- 5) Testing: puntos de funciones; cuantas funciones yo puedo medir, para una llamada sobre el SIG..., cuantos inputs y outputs files produce este personal desarrollador de algoritmos, etc.

b) Funciones basadas en las aplicaciones GIS:

- 1) Necesito un Sistema de Información Geográfica que permita la aplicación para conocer algunas de las particularidades para el País, etc.
- 2) Requiero disponer de las herramientas necesarias en orden que me permitan realizar mi propio proyecto (ESRI, IDRISI KILIMANJARO, ETC.).

c) Necesito conocer los estándares de trabajo para el SDI en el GIS:

- 1) WMS, WFS, GML, SOAP, XML, etc.
- 2) Uso inteligente de la estandarización: Sw engineering process, framework (RVP), Sw measurement metrics “FP”.

- 3) Los componentes SDI son usados para el diseño modular y la construcción.
- 4) Infraestructura de datos especiales: porque antes ya alguien los ha desarrollado; estos pueden ser: complejos (complex, compound).

INTERACTION DIAGRAM SHOWING BASIC USAGE OF DISTRIBUTED CATALOG SERVICES AND RELATED (SDI) ELEMENTS FROM A USER POINT OF VIEW

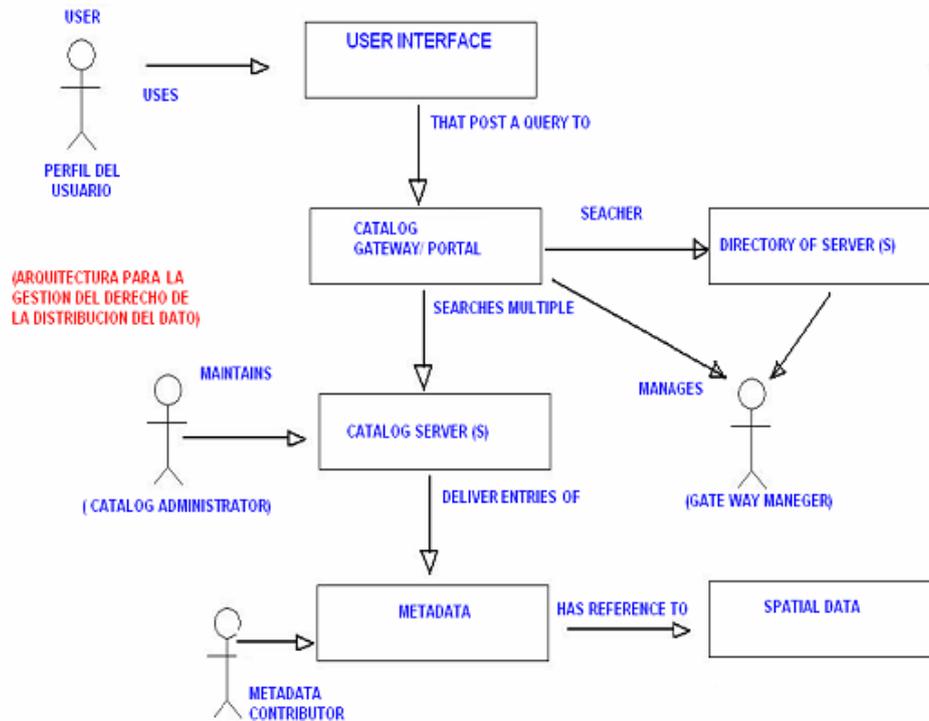


Figura 17. Arquitectura para la gestión de los datos el SIG de la plataforma medioambiental

12.- Innovaciones en el desarrollo de un Sistema de gasificación

Se presentan las innovaciones de nuestra escuela de ingeniería en el desarrollo de un Sistema de gasificación desde el vapor producido por el calentamiento de la resina de la pinasa, a través de la biomasa de la hojarasca de las agujas secas del pino.



Figura 18. Ciclo del carbono acción del Sol

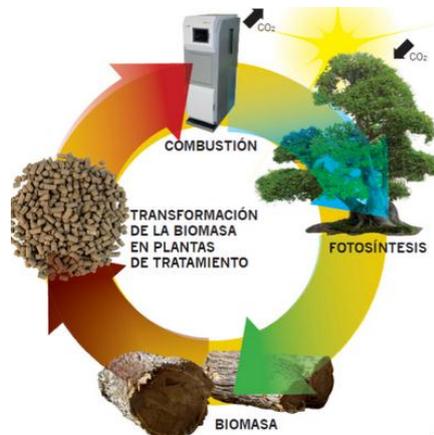


Figura 19.- Transformación de la biomasa por acción del Sol

12.1.- Características energéticas para las agujas de pino como nuestra materia prima proyectada [9].

- Humedad < 10 %
- Contenido en cenizas < 0,5 %
- Diámetro 6-8 mm

12.2.- Razones para optar por la pinasa como combustible

- Una fuente de energía renovable
- Ayuda a frenar el calentamiento global
- Evita la dependencia energética
- Porque el bolsillo también cuenta La naturaleza lo agradecerá

El poder calorífico de la HOJARASCA DE PINO es de 13826 KJ/Kg este valor representa aproximadamente el 30% del poder calorífico del GLP y el 33% del poder calorífico del petróleo diesel.

12.3.- Comparación de costos y características entre combustibles de interés

- **Poder calorífico del pino = 4,40 kWh/kg.**
 - Poder calorífico del roble = 4,10 kWh/kg.
 - Poder calorífico del haya = 4,13 kWh/kg.
- (al 15 % de contenido en agua)

Por qué las coníferas

- Las maderas resinosas se compactan con más facilidad.
- Se obtiene una buena durabilidad mecánica.
- Se reduce el polvo a la hora de la manipulación.

12.4.- Características técnicas [13].

- Poder calorífico = 4780 Kcal/Kilo = 5,2 KWh

	Kerosene	HOJARASCA DE PINO	Dif-
Poder Calorífico (MJ/kg)	43.40	13.83	29.57
Precio (S/. Por kg)	3.38	0.53	2.85
Equivalencia energética (kg)	1	3.14	
Peso de Equivalencia en (S/.)	3.38	1.66	1.72

Del cuadro mostrado se puede observar que hay una variación de S/.1.72 entre el precio del kerosene y la briqueta de facículas de pino según su equivalente energético en peso

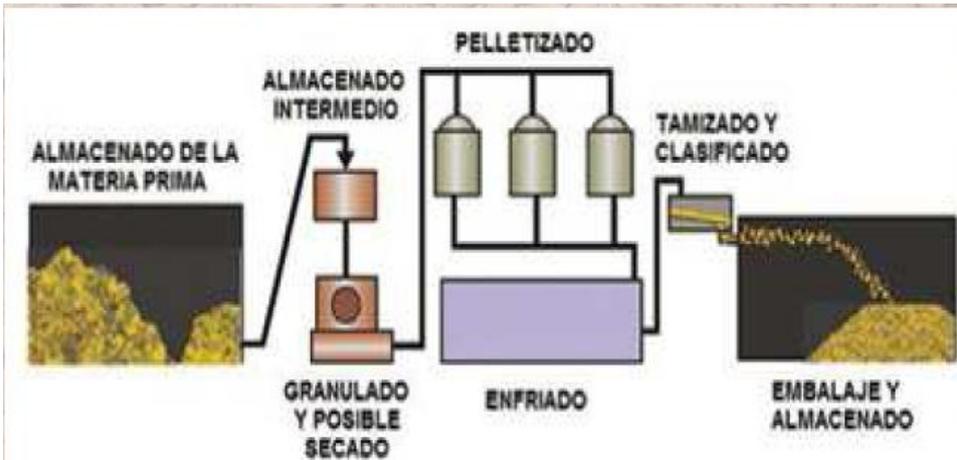


Figura 20. Comprimido y paletizado de la hojarasca del pino

13.- Desarrollo del prototipo de gasificador con nuestras innovaciones técnicas

13.1.- Poder calorífico del pino = 4,40 kWh/kg.

Para desarrollar, por ejemplo una potencia de 100 kw/hr

Se requieren 22.72 kg/hr de hojarasca de pino para generar 100 kilovatios de potencia cada hora.

Así para 24 horas/día (8,640 Hrs/año) se necesitarían: 545.45 kilogramos de hojarasca de pino cada día.

Esto nos darían unos: 1, 6363.63 kgs/mes

Lo que nos llevaría a unos: 196, 363.63kgs / año.

O sea: 196.36 toneladas de pinasa/año.

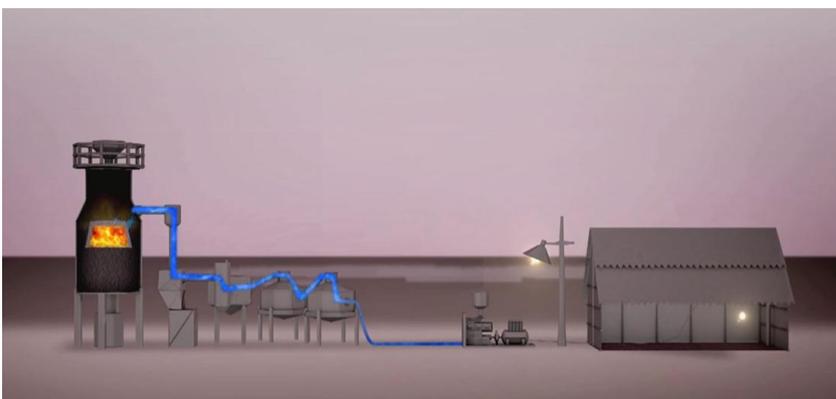


Figura 21. Estado del arte

<http://www.un.org/content/es/vidout/video1390.shtml> [24].

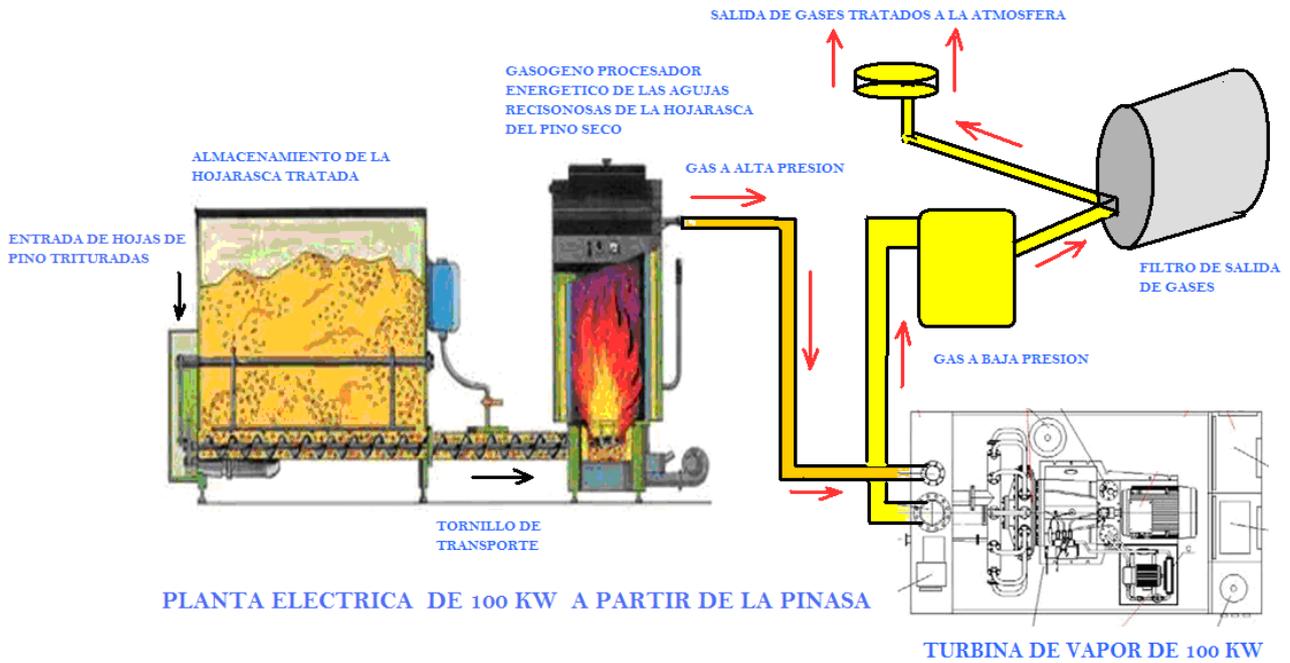


Figura 22. Prototipo para una planta generadora por pinasa propuesto por nuestra escuela de ingeniería [23].

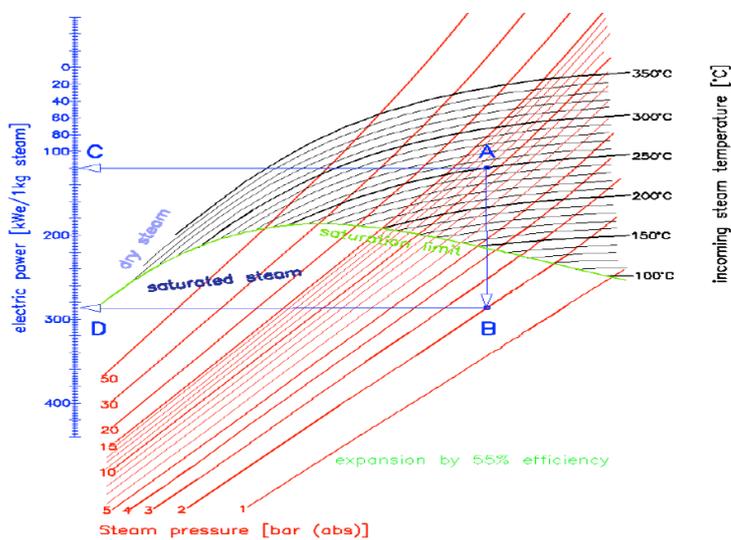


Figura 23.- Diagrama de Entalpía –Entropía de Mollier para el cálculo de la turbina de gases compresibles [23].

info@gruponovaenergia.com · www.gruponovaenergia.com

14.- Beneficios territoriales e Ingresos por bonos de carbón/año

Siendo 1 TJ (Tera Julio) = 277,777.77 kWhr.

Si fuera Diesel el combustible de la planta eléctrica que produjera esta energía, donde el rendimiento del ciclo de Carnot para un motor Diesel no supera el 50%, su consumo de Gasoil sería 2 * valor energético de ese combustible para una potencia determinada que se requiriera.

Así el Diesel libera 74,100 kg. De CO₂ por TJ del valor energético del mismo.

Y el doble si fuera quemado en un motor de gasoil convencional para poder disponer de esa energía en las barras de distribución para el consumo o carga.

O sea 148,200 kg. De CO₂ /TJ en las barras.

Et= 100 kw * 8,640 Hrs/año = 864.00 kw Hr/año = 3, 110.4 x 10⁻⁶ Tera Julios/año (TJ).

Emisión/año (Generadores de gasoil) = 3, 110.4 x 10⁻⁶ TJ * 148,200 kg./TJ.=

3,203,669.04 kgs. = 460.96 Toneladas métricas de CO₂/ año.

1.-) Emisiones no liberadas a la atmósfera si se usaran generador eléctrico gasificador de los contenidos de las agujas de las hojarascas de pino:

Et NL = 460.96 Toneladas métricas de CO₂/ año

Nota:

El valor promedio de compra de la tonelada métrica de CO₂, a los países emergentes es de US\$10.00/Ton.

Así la venta de los bonos de carbono no emitidos sería de:

2.-) Ingreso (bono de carbono)= 460.96 Toneladas métricas de CO₂/ año * US\$10.00 = US\$4,609.61 = RD\$194,295.06

a) Ingresos brutos por energía producida

Et= 100 kw * 8,640 Hrs/año = 864,000 kw Hr/año

Ct= Et * t = 864,000 kw Hr/año * \$0.32/kwHr = ***RD\$276,480.00***

3.-) Así el ingreso total producido sería de: RD\$470,775.0615/año = US\$11,169.04/año

4.-) Reducción de exportación de petróleo

5.-) Mitigación a las causas de los potenciales incendios y sus costos en vidas, propiedades, recursos y efectos de invernadero de sus emisiones de co₂.

6.-) Nicho de negocios con la recolección y comercialización de la hojarasca y/o de la energía que podría producir.

15.- Conclusiones y recomendaciones

Los incendios forestales están presentes en nuestro país cada año, al acercarse la temporada de sequía. Con desarrollos a nivel nacional de este tipo de proyecto de Sostenibilidad en el manejo de "Parques Forestales", se pretende fortalecer y establecer estrategias de contingencia para reducir los elementos causantes del crecimiento desmedido de los fuegos naturales o de origen humana, que hacen peligrar vidas y propiedades. El proyecto también pretende establecer las líneas maestras del desarrollo de una herramienta computacional con una plataforma para enlazar los portales Webs existentes que tributan libremente a la temática del cuidado del planeta,

para así obtener las informaciones de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) pertinentes a las áreas temáticas medioambientales de nuestras regiones en forma automatizada y en tiempo real.

Así con la recogida de la hojarasca seca de los árboles (Pinos) para su posterior utilización como combustible en plantas de generación de energía eléctrica, o sea la recolección de **las pinasas** de las hojas de pino que contienen una resina que al calentarse producen gas que sirve para mover un generador eléctrico, se produce energía, disminución de las causas del fuego (al retirar del triángulo del fuego el elemento combustible), se podrían aprovechar las aparentes debilidades y se convertirían en reales oportunidades. Así, se potenciaría el que los Sistemas de Respuesta con Alertas Tempranas, junto con el uso adecuado de la biomasa de las hojas de agujas del pino- ricas en resina y energía del carbón, para constituir una fortaleza, en vez de amenaza, oportunidades de negocios en el nicho de las energías renovables, y en una invaluable ayuda a la conservación del Ecosistema, de los Parques y de las áreas protegidas del territorio nacional.

16.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA y Consultas Webs:

16.1.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] ANDERSON, H.E.; (1970). *Forest fuel ignitibility*. Fire Technology 6(4):312-319
- DELAVEAUD, P.; (1981). *Le feu, outil sylvicole? Utilization pratique des données de combustibilité*.
- [2] Mémoire de 3ème année, ENITEF. INRA. Station de Sylviculture Méditerranéenne. Avignon.
91 pp + anexos.
- [3] BADENHOP, M B y RODRÍGUEZ, N, (1970), Land Tenure in the Dominican Republic, Santo Domingo.
- [4] BOSE, B. K.: Power Electronics and AC Drives, New Jersey, Pentice- Hall, s/f.
- [5] BURROUGH, P.A. (1986) Principles of Geographic Information Systems for Land Resource
- [6] **CHUVIECO, E. (1990)** Fundamentos de Teledetección. Ed. RIALP S.A., Madrid, España.
- [7] **CEARA DE, I A**, (1986), Land Tenure and Agroforestry in the Dominican Republic, Social Forestry Network Paper 3d, Overseas Development Institute, Londres.
- [8] **Centro de Orientación Económica**, (1988), 'Integración de las Instituciones Vinculadas a la Foresta en la República Dominicana', Informe al Congreso, No 35.
- [9] GUIJARRO, M. & HERNANDO, C.; (2000). *Comportamiento del fuego en la hojarasca de Pinus pinea L*. Actas del 1er Simposio del pino piñonero (*Pinus pinea L.*). Vol. I: 263-268.
Valladolid. 22-24 de febrero de 2000.
- [10] McALPINE, R.S. & XANTHOPOULOS, G.; (1989). *Predicted vs observed fire spread rates in ponderosa pine fuel beds: a test of American and Canadian systems*.

Proceedings of the 10th Conference on Fire and Forest Meteorology, Ottawa. pp. 287-294.

[11] Navia J. y S. Ochoa. (1997). Manual de construcción de horno de leña de tiro invertido. Documento de trabajo No. M4, GIRA, Pátzcuaro, Mich.

[12] Rodolfo Díaz Jiménez, Víctor M. Berrueta Soriano
Programa de energía rural, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada A. C. (GIRA) Centro comercial El Parián Int. 17, Col Morelos, CP. 61609, Pátzcuaro, Michoacán, México Teléfono y Fax: (434)3423216, e-mail: rodolfodiazj@yahoo.com.mx, vberrueta@oikos.unam.mx

[13] TRABAUD, L.; (1976). *Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne*. Oecol. Plant. 11 (2): 117-136.

[14] TRABAUD, L.; (1989). *Les feux de forêts. Mécanismes, comportement et environnement*. Ed. France sélection. Paris. 278 pp.

[15] VALETTE, J.C. *et al.*; (1994). *Influence of slope and fuel load on fire behaviour in pine needles fuel beds*. In Proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research, Coimbra, pp. 319-329.

[16] VEGA, J.A. *et al.*; (1993). *Forest fire prevention through prescribed burning: experimental study on fire effects on litter and soil*. Contract n° CE/STEP-CT-90-0087. Informe final. CIF Lourizán. Pontevedra (No publicado).

[17] VENTURA, J.M.P. *et al.*; (1988). *Combustão de resíduos florestais*. Algunos resultados. In Actas das Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais, Coimbra, Tomo 1: 2.3.1-14.

16.2.- Consultas Webs:

[18]. <http://www.fao.org/docrep/013/al494S/al494s.pdf>

[19]. <http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm010.htm>

[20]. http://www.youtube.com/watch?v=zvPa_yEE4E

[21]. http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2001/ast28aug_1/

Internet <<http://modis-fire.umd.edu/>>).

[22]. <http://activefiremaps.fs.fed.us/fireptdata/modis_fire_2009_050_conus.e00.gz>
http://activefiremaps.fs.fed.us/fireptdata/modis_fire_2009_050_conus_shapefile.zip

[23]. info@gruponovaenergia.com · www.gruponovaenergia.com

17.- Valoración de los impactos

Para el siguiente análisis es importante conocer los criterios que utilizaremos. Luego del cálculo del Índice Total del Impacto, se llega a una de las siguientes conclusiones:

- Compatible:** de rápida recuperación sin medidas correctoras.
- Moderado:** la recuperación tarda cierto tiempo pero no necesita medidas correctoras o solo algunas muy simples.
- Severo:** la recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras más complejas.

□ **Crítico:** supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras (este es el tipo de impactos que, en teoría al menos, hacen inviable un proyecto).

A estas resoluciones se llega a través de la siguiente fórmula:

(E) Extensión (puntual o amplia, con valores de 1, 3, 5).

(D) Distribución (puntual o continua, con valores de 1 y 0.5).

(O) Oportunidad (oportuna o inoportuna, con valores de 1 y 2).

(T) Temporalidad (Infrecuente, frecuente y permanente, con valores de 0.5, 1 y 2).

(R) Reversibilidad (reversible e irreversible, con valores de 1 y 2).

(S) Signo (+ ó -).

(M) Magnitud (baja, media, alta, con valores de 1, 3, 5).

Con estos valores calculamos el Índice Total de Impacto (IT), que tiene la siguiente fórmula:

$$IT = [(M * T + O) + (E * D)] * R * S$$

Que se valora de la siguiente manera:

30-50 Crítico.

15-30 Severo.

5-15 Moderado.

< 5 Compatible.

CALCULOS

(E) Extensión = Puntual (1)

(D) Distribución = Puntual (1)

(O) Oportunidad = Inoportuna (2)

(T) Temporalidad = Permanente (0.5)

(R) Reversibilidad = Irreversible (1)

(S) Signo = +

(M) Magnitud = Baja (5)

$$IT = [(M * T + O) + (E * D)] * R * S$$

$$IT = [(5 * 0.5 + 2) + (1 * 1)] * 1 (+) = 5.5$$

Impacto Moderado.

18.- ANEXOS

18.1.- Las clases de los fuegos forestales

Se diferencian las siguientes clases de fuegos forestales:

Fuego de superficie

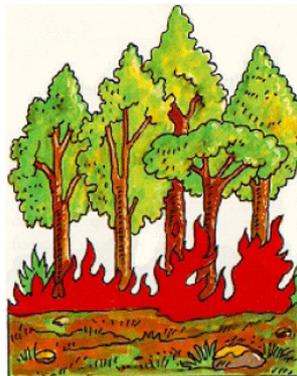


Figura 24. Superficies boscosas incendiadas

Se extienden quemando el tapiz herbáceo y el matorral. Este tipo de vegetación, al acusar rápidamente la falta de humedad y arder con facilidad, resulta muy propicio a la iniciación y propagación de las llamas.

18.2.- Fuego de copas

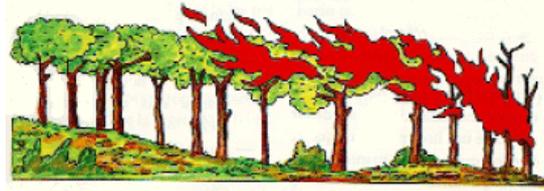


Figura 25. Fuegos forestales en las copas de los árboles

Avanzan consumiendo las copas de los árboles. Como la fuerza del viento es mayor a nivel de copas que a nivel de matorral, el fuego de copas avanza más rápidamente que el de superficie.

18.3.- Fuego de subsuelo



Figura 26. Fuegos forestales en el subsuelo

Son los que se propagan bajo la superficie, alimentados por materia orgánica seca, raíces o turba; su desplazamiento es lento, yendo detrás de los de superficie.

18.4.- Propagación del fuego

La velocidad de propagación de los incendios difiere, no solo de unos siniestros a otros, sino en sus distintos frentes de fuego.

Se denomina:

BORDE de un incendio a su perímetro en llamas.

CABEZA a la parte del borde por donde el fuego avanza con mayor rapidez.

COLA a aquella en que menos progresa.

FLANCOS a los contornos laterales.



Figura 27. Flancos de las superficies boscosas incendiadas

A efectos de extinción, para localizar el lugar donde presentar combate y determinar el número de personas y clase de elementos que han de intervenir, interesa conocer los siguientes fenómenos:

En general, los materiales inflamables arden en presencia de oxígeno (siempre disponible en el aire atmosférico) y de una fuente calor. En los incendios forestales el combustible que tiene capacidad de inflamarse es la vegetación. Dicha vegetación está compuesta básicamente por celulosa, hemicelulosa y lignina, compuestos orgánicos formados por cadenas de Carbono (C) con Oxígeno (O) e Hidrógeno (H) también llamados polímeros. La combustión con llama (inflamación) de esta vegetación por tanto la podemos definir mediante una sencilla fórmula química como: Combustible forestal $(CHO)_n + \text{Oxígeno } (O_2) + \text{calor} \longrightarrow \text{Agua } (H_2O) + \text{Dióxido de carbono } (CO_2) + \text{Energía}$

19.- COMBUSTIBLES ECOLÓGICOS

Un biocombustible ecológico se puede generar a partir de comprimir la celulosa del pino

- Pellet Din Plus _ 226€/Ton
- Pellet industrial _ 120€/Ton
- Astilla _ 100€/Ton
- Gasóleo _ 0,95€/litro

20.- ALGUNAS CIFRAS RELACIONADAS CON EL SECTOR FORESTAL DE LA RD

- **Superficie terrestre del país:** 4,198,000 Has
- **Tierra de vocación forestal:** 67% del territorio
- **Utilización de la tierra:** 38% del territorio utilizado adecuadamente; el 24 % sobre utilizado, 35% subutilizado
- **Superficie con bosque:** 1,585,300 Has (32.9 % del territorio); 5.8% conífero, 17.2% latifoliado húmedo, 9.2% latifoliado seco y 0.7% humedales)
- **Superficie en áreas protegidas:** 1,150,000 Has (24% del país); 86 sitios / 13 categorías
- **Superficie bajo manejo forestal:** 47,917 Has
- **Superficie en plantaciones:** 70,000 Has
- **Superficie de manglares:** 32,520 Has
- **Superficie bajo riego:** 429,156 Has
- **Superficie en pastos:** 475,000 Has en 9,108 fincas

- **Superficie en caña de azúcar:** 453,548 Has
 - **Superficie en cacao:** 219,225 Has
 - **Superficie en café:** 150,753 Has
 - **Biodiversidad:** 5,600 especies de plantas vasculares (36% endémica, más de 700 arbóreas)
 - **Visitas a áreas protegidas:** 2,700,376 personas (86% extranjeros) (20002005)
 - **Red hidrográfica:** 108 cuencas; 270 lagunas
 - **Demanda anual de madera:** 760,000 m³
 - **Importación de madera y sus derivados:** US\$241 millones (2005)
 - **Producción industria maderera local:** 85,000 m³ por año (12.5% demanda)
 - **Contribución al PBI total:** 1%
 - **Consumo de energía:** 80.5% combustibles fósiles; 19.5% hidroeléctricas (2005)
 - **Emisiones de CO₂:** 2,813 toneladas per capita en 1998
 - **Consumo de carbón y leña:** 10.4% de la población
 - **Consumo de GLP:** 313,814,244 galones (2005)
 - **Producción de carbón según permisos de transporte:** 1,6 millones de sacos de 75 libras en 1982 a 48,973 en el 2005
 - **Producción de leña según permisos de transporte:** 1,557 toneladas métricas (promedio 20002005)
 - **Incendios forestales:** 5,815 incendios afectaron 307,828 Has (19622005)
 - **Tenencia de la tierra:** 409,959 campesinos sin tierra; 1.8% de propietarios poseen 55% de las tierras cultivables; 82% de propietarios con solo el 12%
 - **Población total:** 8,565,541; urbana: 68% (censo 2002)
 - **Crecimiento promedio anual de la población:** 1.6% (199298)
 - **Analfabetismo (población edad 15 +):** 17% (rural)
 - **Desempleo oficial:** 17%.
 - **Tasa de participación económica:** 55%
 - **Pobreza extrema:** 15%
 - **Pobreza no extrema:** 37%
 - **Población con acceso a agua potable:** 65%
 - **Población con pozos sépticos:** 13%
 - **Déficit habitacional:** 800 mil viviendas
- Datos originales**

Los siguientes datos provienen directamente de la cobertura de SIG utilizado para la preparación del mapa de vegetación. Tablas (6- 8).

Categoría	Área (hectareas)
Zona Poblada	71,663.22
Caña	479,858.49
Cultivos Intensivos	297,956.88
Arroz	174,526.56
Cítrico	13,415.67
Coco	15,271.47
Cacao	224,776.89
Café	159,095.07
Palma Africana	13,512.24
Agricultura Mixta	442,222.02
Pasto	398,637.27

Categoría de FRA	Extracción de madera industrial			Extracción de combustibles de madera		
	1990	2000	2005	1990	2000	2005
Volumen total (1000 m ³ c.c.)	7.25	7.25	31.88	639	639	732
...del cual procedente del área de bosque	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Valor unitario (moneda nacional / m ³ c.c.)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Valor total (1000 moneda nacional)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Nota: Las cifras de los años de referencia corresponden a los promedios para los periodos de cinco años 1988-1992, 1998-2002 y 2003-2007 respectivamente.

Categoría	Área (hectareas)
Escasa Vegetacion	77,391.27
Sabana de Humedales de Agua Dulce	1,087.56
Eneal	102.51
Mangle	30,652.47
Sabana de Humedales Salobres	12,017.07
Bosque de Humedales de Agua Dulce (drago)	4,172.76
Mina	41.31
zona no clasificada	20,855.70
Matorral Seco	403,635.42
Bosque Seco	231,519.42
Matorral/bosque Latifoliado	110,849.13
Bosque Latifoliado Semi Humedo	79,911.90
Bosque Latifoliado Humedo	245,635.29
Bosque Latifoliado Nublado	130,682.61
Bosque Conífera Abierto	12,907.35
Bosque Conífera Denso	176,290.29
Matorrales Seco	210,699.90
Bosque Seco	203,511.87
Matorral/bosque Latifoliado	127,872.81
Bosque Latifoliado Semi Humedo	127,670.40
Bosque Latifoliado Humedo	151,918.83
Bosque Latifoliado Nublado	20,316.33
Bosque Conífera Abierto	25,255.35
Bosque Conífera Denso	21,998.79
Matorrales Seco	3,373.20
Bosque Seco	3,473.91
Matorral/bosque Latifoliado	4,964.31
Bosque Latifoliado Semi Humedo	4,511.70
Bosque Latifoliado Humedo	21,938.22
Bosque Latifoliado Nublado	5,638.59
Bosque Conífera Abierto	177.84
Bosque Conífera Denso	19,893.24
TOTAL ÁREAS EMERGIDAS	4,781,903.13
Presas	8,812.80
lagos y lagunas	27,457.74
	36,270.54

Año	Plantaciones particulares	Plantaciones de la Secretaría	Total
1972	3,177,465	3,177,465	
1973	4,223,546	4,223,546	
1974	831,963	831,963	
1975	396,624	3,493,517	3,890,141
1976	701,645	701,645	
1977	2,729,483	2,729,483	
1978	1,725,152	1,725,152	
1979	847,596	847,596	
1980	1,360,000	1,360,000	
1981	586,880	586,880	
1982	1,985,840	1,985,840	
1983	5,012,441	722,384	2,223,628
1984	1,207,800	2,055,480	3,263,280
1985	1,250,119	1,434,428	2,684,547
1986	864,620	1,704,955	2,569,575
1987	979,696	704,127	1,683,823
1988	1,855,376	1,709,936	3,565,312
1989	2,023,003	2,419,004	4,442,007
1990	1,674,218	1,466,505	3,140,723
1991	1,363,200	2,597,952	3,961,152
1992	1,113,280	1,480,588	2,593,868
1993	1,688,431	1,168,657	2,857,088
1994	1,299,458	844,998	2,144,456
1995	1,890,053	1,246,921	3,136,974
1996	2,369,718	1,190,427	3,560,145
1997	2,449,563	1,293,907	3,743,470
1998	2,917,498	872,176	3,789,674

Año	Plantaciones particulares	Plantaciones de la Secretaría	Total
1999	3,093,049	5,074,605	8,167,654
2000	3,260,363	5,488,952	8,749,315
2001	3,801,064	3,246,491	7,047,555
2002	3,609,051	3,921,667	7,530,718
2003	920,400	10,459,408	11,379,808
Total	40,527,828	73,766,655	114,294,483

Observaciones: De los 11,379,808 árboles plantados en el año 2003, corresponden a:

Especies nativas 3,855,874 33.88%

Especies exóticas 7,523,934 66.11%