



INFORME

Sistema Nacional de Alerta Temprana de Riesgos de Incendios Forestales en la República Dominicana

Martin Rapilly



“Conservación Efectiva de Bienes y Servicios Ecosistémicos en Paisajes Productivos de Montaña Amenazados”

Sistema Nacional de Alerta Temprana de Riesgos de Incendios Forestales en la República Dominicana

Informe

Diseño del Sistema de Alerta Temprana de Riesgos de Incendios Forestales Revisado y Actualizado

Diciembre 2023

Santo Domingo, República Dominicana

Instituciones:

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Unidad coordinadora del proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos

Elaborado por:

Martin Rapilly

Maquetación general

Juan Carlos Quezada

Impresión

Imprenta Amigo del Hogar

Este material fue elaborado en el marco del proyecto 106286 "Conservación Efectiva de Bienes y Servicios Ecosistémicos en Paisajes Productivos de Montaña Amenazados" implementado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD o UNDP, por sus siglas en inglés) y financiamiento otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF, por sus siglas en inglés).

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de sus respectivos autores y/o autoras, y no representan necesariamente las posiciones de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, y las de los Estados Miembros de la ONU.

Para citar documento:

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021 "Evaluación Estratégica Social y Ambiental (SESA) Sistematización de experiencias del Proyecto Conservación efectiva de bienes y servicios ecosistémicos en paisajes de montaña amenazados, Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos, Santo Domingo RD* Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación siempre y cuando sea citada la fuente.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Introducción | 04 |
| Diseño del Sistema de Alerta Temprana | 04 |
| Adquisición de datos | 04 |
| Base de datos | 08 |
| Dashboard | 08 |
| Simbología del mapa | 08 |
| Capas adicionales | 10 |
| Estadísticas descriptivas | 11 |
| Selección espacial | 12 |
| Selección temporal | 13 |
| Manuales de procedimiento | 13 |
| Caracterización de las unidades de uso de suelos según los riesgos de incendios forestales. | 14 |
| Definición de las estrategias de respuesta correspondiente en el caso de brotes de incendios forestales. | 15 |

Introducción

Este informe presenta los resultados del proceso de diseño del Sistema de alerta temprana de riesgos de incendios forestales creado para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El diseño del Sistema corresponde al producto 2 de la consultoría en actualización del Sistema Nacional de Alerta Temprana de incendios forestales en la República Dominicana. Dicho producto incluye también la caracterización de las unidades de uso de suelos según los riesgos de incendio y la definición de las estrategias de respuesta correspondientes en el caso de los brotes de incendios forestales.

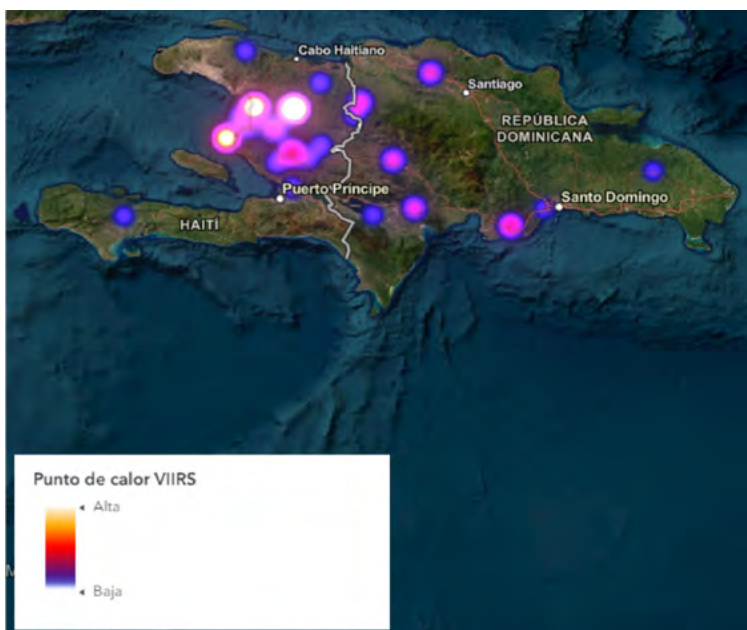
Diseño del Sistema de Alerta Temprana

El Sistema de Alerta Temprana de Riesgos de Incendios Forestales, elaborado para la República Dominicana, se basa en la recolección de datos en tiempo real para su presentación de forma resumida en mapas y estadísticas descriptivas, para fines de toma de decisiones por parte de las instituciones de prevención y respuesta.

Una alerta temprana se define como el conocimiento temprano de las condiciones extremas de peligro [...] (DeGroot, 2011).

El sistema desarrollado permite crear alertas, realizar el monitoreo en tiempo real de las acciones de respuesta y medir el impacto del incendio forestal para mejorar las acciones de prevención.

Ilustración 1: Ejemplo de Heatmap con los puntos de calor sobre la isla Hispaniola.



Adquisición de datos

La adquisición de las informaciones en tiempo real se basa en dos tipos de datos:

- Los puntos de calor captados por satélite

Los satélites permiten captar la emisión de ondas electromagnéticas en los infrarrojos térmicos del espectro. Los sensores permiten determinar la posición del punto de calor con más o menos precisión, en función de la resolución espacial de la fuente. Los puntos de calor identificados corresponden a fuentes de emisión de calor que pueden ser naturales o antrópicas. La gran mayoría de los puntos de calor detectados corresponde a incendios forestales o quemas agrícolas; una mínima parte corresponde a incendios urbanos o actividades industriales, como chimeneas de industrias metálicas o mineras.

Para cada punto de calor identificado, se puede estimar la energía emitida a fin de inferir sobre la magnitud del incendio y su capacidad para seguir desarrollándose. Esa energía se mide en potencia y se expresa en Vatios (W) o Julios por segundos (J/s). La extensión del incendio se puede evaluar mediante la extensión de puntos de calor agrupados y/o cálculo de heatmap o clusters que permiten ubicar las zonas de mayor concentración de puntos de calor.

Se agrega también un indicador de confianza para cada punto de calor identificado a fin de que sea posible descartar los falsos positivos. El nivel de confianza se basa en la repetitividad y potencia del punto de calor captado.

Anteriormente, hasta octubre del 2022, se usaban típicamente los puntos de calor captados por la misión MODIS, debido a que dicha misión contaba con dos satélites en oposición orbital y una amplia área de barrido; por lo tanto, cada espacio del territorio nacional de la República Dominicana podía ser visto dos veces por día (cada 12 horas), si la cobertura de nube no lo

impedía. Dicha misión MODIS fue reemplazada por los instrumentos VIIRS¹ que cuentan con características similares:

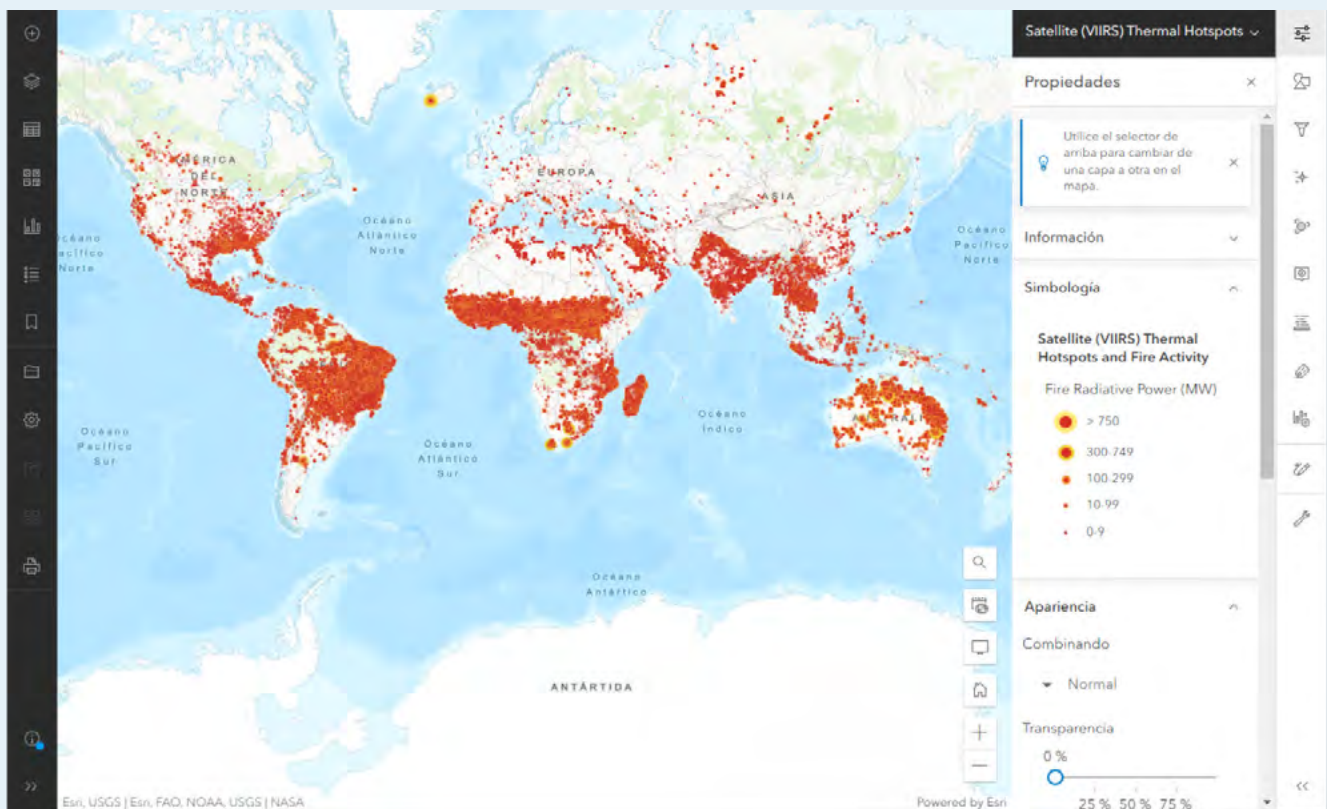
Los instrumentos VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) están montados en dos satélites (NOAA-20 y NOAA-21) con órbita casi polar ubicada a 830 km de altitud. Los sensores permiten obtener datos a 375 m de resolución espacial que son remuestreados a 500 m. Los datos posibilitan identificar los puntos de calor cada 12 horas.

Para el Sistema de Alerta Temprana se adquieren los datos directamente desde un servicio de ArcGIS que procesa los datos brutos para crear una capa de puntos de calor a nivel mundial actualizada cada 15 minutos. Dicho servicio se encuentra disponible y puede accederse a él en el siguiente enlace: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=dece90af1a0242dcbf0ca36d30276aa3>

Ese servicio gratuito fue utilizado para presentar los puntos de calor en tiempo real sobre la República Dominicana en la plataforma de monitoreo final (Dashboard). Se delimitó el área de interés, correspondiente a la República Dominicana y modificamos la simbología para visualizar dos aspectos de interés: la potencia del incendio y el número de horas que pasaron después de la primera detección. La potencia se representa con un figurado de color y el número de horas pasadas con una transparencia progresiva de los puntos de calor (mientras más antiguo, más transparente).

Adicionalmente, usamos los puntos de calor para agregar estadísticas descriptivas como realizar un conteo sobre las últimas 24 horas y presentar la evolución del número de puntos de calor detectados por día.

Ilustración 2: Servicio ArcGIS de puntos de calor elaborada con datos VIIRS



¹ <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/viirs/>

- Los reportes en terreno adquiridos por el personal del Programa Nacional de Manejo del Fuego del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de las Oficinas provinciales y municipales y de los ayuntamientos.

En base a la experiencia del personal del Programa Nacional de Manejo del Fuego (PNMF), del Departamento de Tecnología de la Información y Comunicación y de la Dirección de Información Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se elaboró un formulario con preguntas pertinentes para reportar los incendios forestales detectados y/o registrados por el personal de campo. El formulario permite recopilar diferentes tipos de datos e informaciones:

Primeramente, posibilita recopilar informaciones sobre la hora, lugar, intensidad, daños del incendio y posibles causas con el fin de identificar la amenaza.

Segundo, permite recopilar informaciones sobre las actividades de respuesta que fueron implementadas en terreno: número de personas que trabajan en terreno para el control del incendio, tipo de herramientas y equipos disponibles, vehículos terrestres y aéreos usados, y otros datos.

Tercero, permite recopilar informaciones sobre los medios de detección es decir las personas que reportan el incendio y sus fuentes de información con el fin de controlar la veracidad de las informaciones enviadas. El usuario debe firmar el formulario en pantalla para confirmar también su identidad y que pueda servir como soporte para seguimiento en procesos de investigación.

Ilustración 3: Posibles causas del incendio

Ilustración 4: Medios de detección del incendio forestal

Ilustración 5: Medios desplegados para las actividades de respuesta.

Ilustración 6: Firma del usuario

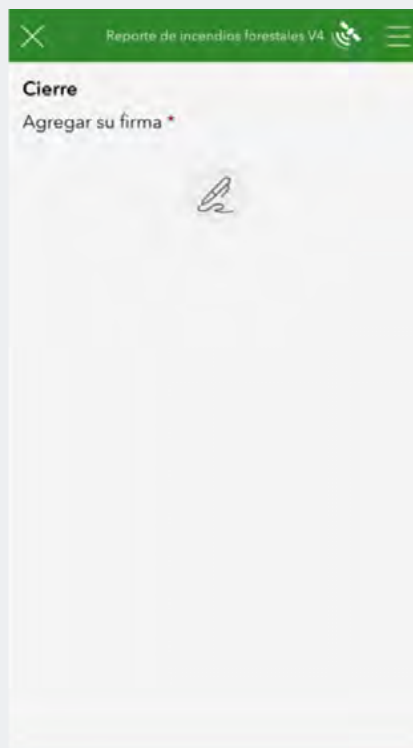


Ilustración 7: Informaciones sobre el encuestador que hace el reporte



Ilustración 8: Fechas de control y extinción



Ilustración 9: Toma de coordenadas



Ilustración 10: Recopilación de evidencias



Cuarto, permite agregar informaciones sobre la finalización del incendio, con fechas de control y de extinción.

El formulario fue digitalizado para que pueda ser usado a través de teléfonos inteligentes (smartphones) y enviado por internet. El hecho de usar formularios digitales en vez de formularios en papel tiene varias ventajas:

Permite usar las diferentes funcionalidades de un smartphone para enviar multimedia y guardar evidencias del incendio como fotos, videos, grabaciones audios, puntos georreferenciados vía la antena GPS.

Permite, también, limitar el riesgo de error, debido a que podemos limitar las respuestas posibles con una lista de opciones para cada pregunta: el encuestador en terreno no llena nada

a mano y tiene una sola forma de entrar la información, lo que facilita la consulta a posteriori de la base de datos. Evita también los errores de digitalización de informaciones en papel de parte de un operador que recibe formularios en papel y debe entrar las informaciones a una computadora.

Agiliza el proceso y permite ganar mucho tiempo en la actualización de la base de datos. Los formularios digitales pueden ser enviados en segundos o minutos vía internet a la base de datos, lo que permite crear un sistema de monitoreo en tiempo real o casi real. En lugares que no tienen acceso al internet, los usuarios pueden llenar formularios y esos son enviados automáticamente al momento en que el smartphone tiene acceso a la red de internet.

Para elaborar el formulario digital, usamos el programa ArcGIS Survey123 Connect que tiene la ventaja de crear un formulario que está directamente conectado con la base de datos ubicada en el Cloud (o en un servidor de la institución, si es necesario). El formulario está primeramente elaborado en Excel para definir cada pregunta y las opciones de respuesta. Ese formulario está publicado vía ArcGIS Survey123 para subir a la plataforma ArcGIS Online. Por último, los usuarios en terreno pueden descargar la aplicación ArcGIS Survey 123 Collect con credenciales particulares para descargar el formulario en blanco y empezar a reportar incendios forestales.

En cuanto al uso del formulario offline, es decir en una zona que no tiene acceso al internet, agregamos unos fondos de mapas (imágenes satelitales de alta resolución y capas vectoriales de poblados, calles, caminos, carreteras, ríos con su toponimia) que son descargados al inicio por los usuarios. Dichos datos pueden ser consultados en terreno sin acceso al internet para ubicarse con precisión en el mapa y poner la posición correcta del incendio, si el usuario no está directamente encima del área quemada.

El formulario en su versión Excel elaborado para recopilar informaciones sobre incendios forestales en terreno puede ser descargado por esta vía:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/17-bl7MJr-nutRJVeJqlBxzliRz8yNfTcw/edit?usp=sharing&oid=101774094792319271502&rtpof=true&sd=true>

Base de datos

Las informaciones recopiladas en terreno alimentan una base de datos en ArcGIS Online en tiempo real. Dicha base de datos es revisada por el supervisor del Programa Nacional de Manejo del Fuego para confirmar las informaciones enviadas o entradas, y para actualizarlas.

A medida que las actividades de respuesta se organizan para controlar un incendio forestal, los medios de respuesta involucrados cambian (personal, equipos, vehículos). Esos números y el estatus del incendio (sin control, bajo control, finalizado) son modificados por el supervisor para presentar los datos actualizados y seguir organizando la logística de respuesta en el resto del país.

Dashboard

La base de datos revisada y actualizada alimenta la plataforma de monitoreo en tiempo real (Dashboard). Dicha plataforma usa la base de datos para crear una representación cartográfica de los puntos de calor y de los reportes en terreno sobre varios fondos cartográficos.

Simbología del mapa

Los puntos de calor son representados de color amarillo con un tamaño que varía en función de la potencia del incendio. Los reportes en terreno se representan de varios colores en función del estatus del fuego: verde si el incendio está finalizado, anaranjado si el incendio está bajo control y rojo para el primer reporte, cuando no ha habido acciones de respuesta implementadas.

Los fondos de mapas o capas pueden ser cambiados por el usuario. Se puede poner una representación sencilla del territorio con un fondo topográfico que presenta el relieve con sombreado y curvas de nivel, poblados y vías, ríos y toponimia general. También se puede usar un fondo basado en imágenes satelitales de muy alta resolución espacial para visualizar el territorio y agregar las capas base encima (ríos, poblados y más). Existen alrededor de 20 fondos de mapas disponibles para la gestión e interpretación de la información por el usuario.

Ilustración 11: Base de datos en ArcGIS Online

Inicio Galería Mapa Escena Notebook Grupos Contenido Organización

Reportes de incendios forestales V4_results Información general Datos Visualización Uso Avanzada

Tabla Campos

La edición está deshabilitada, pero tiene privilegios para editar esta capa.

Haga clic en un valor de la tabla para cambiarlo. Datos actualizados: 12 dic 2023, 12:15

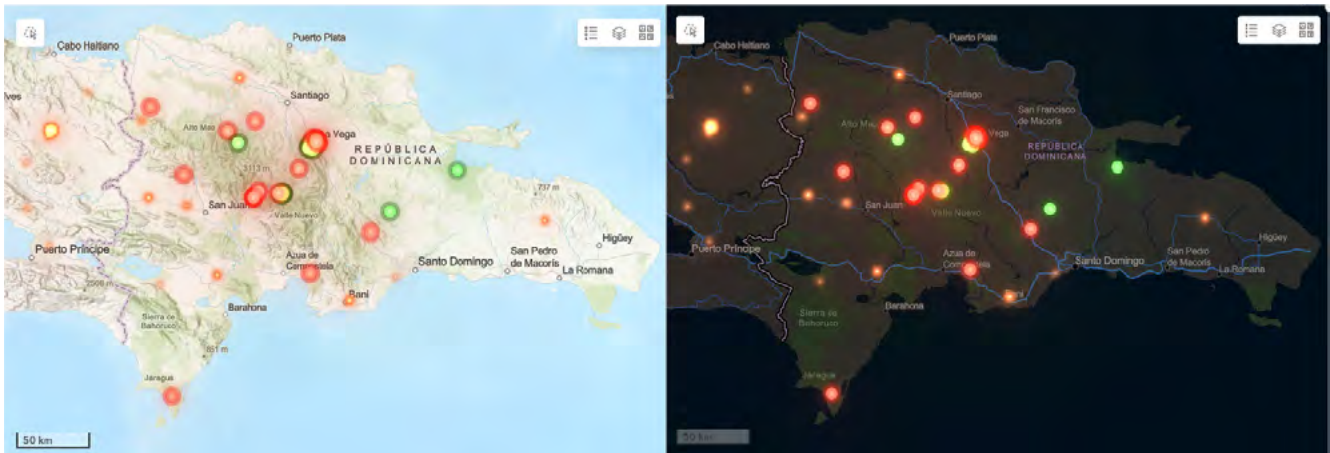
Reporte de incendios forestales V4 (Entidades: 35, Seleccionado: 0)

| logo_inicio | Seleccionar el n... | Entrar su nombr... | Seleccionar la fe... | Seleccionar la h... | Selección el m... | Seleccione Fech... | Selecciona la ho... |
|-------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|
| | Gerónimo Abreu | | 12/10/2023 12:00 p. m. | 18:01 | Detección de Puntos de Calor | 12/10/2023 12:00 p. m. | |
| | Gerónimo Abreu | | 12/10/2023 12:00 p. m. | 18:24 | Detección de Puntos de Calor | 12/10/2023 12:00 p. m. | |
| | Jimmy Abreu | | 12/10/2023 12:00 p. m. | 19:27 | Ciudadano en carretera | 12/11/2023 12:00 p. m. | |
| | Gerónimo Abreu | | 12/10/2023 12:00 p. m. | 20:04 | Llamada Línea Verde | 12/12/2023 12:00 p. m. | |
| | Jimmy Abreu | | 12/10/2023 12:00 p. m. | 20:06 | Llamada Línea Verde | 12/11/2023 12:00 p. m. | |
| | Jimmy Abreu | | 12/11/2023 12:00 p. m. | 11:46 | Detección Directa | 12/8/2023 12:00 p. m. | 10:00 |
| | Gerónimo Abreu | | 12/12/2023 12:00 | 07:19 | Ciudadano en | 12/13/2023 12:00 | |

Ilustración 12: Simbología usada en el mapa interactivo



Ilustración 13: Ejemplos de fondos de mapas disponibles.

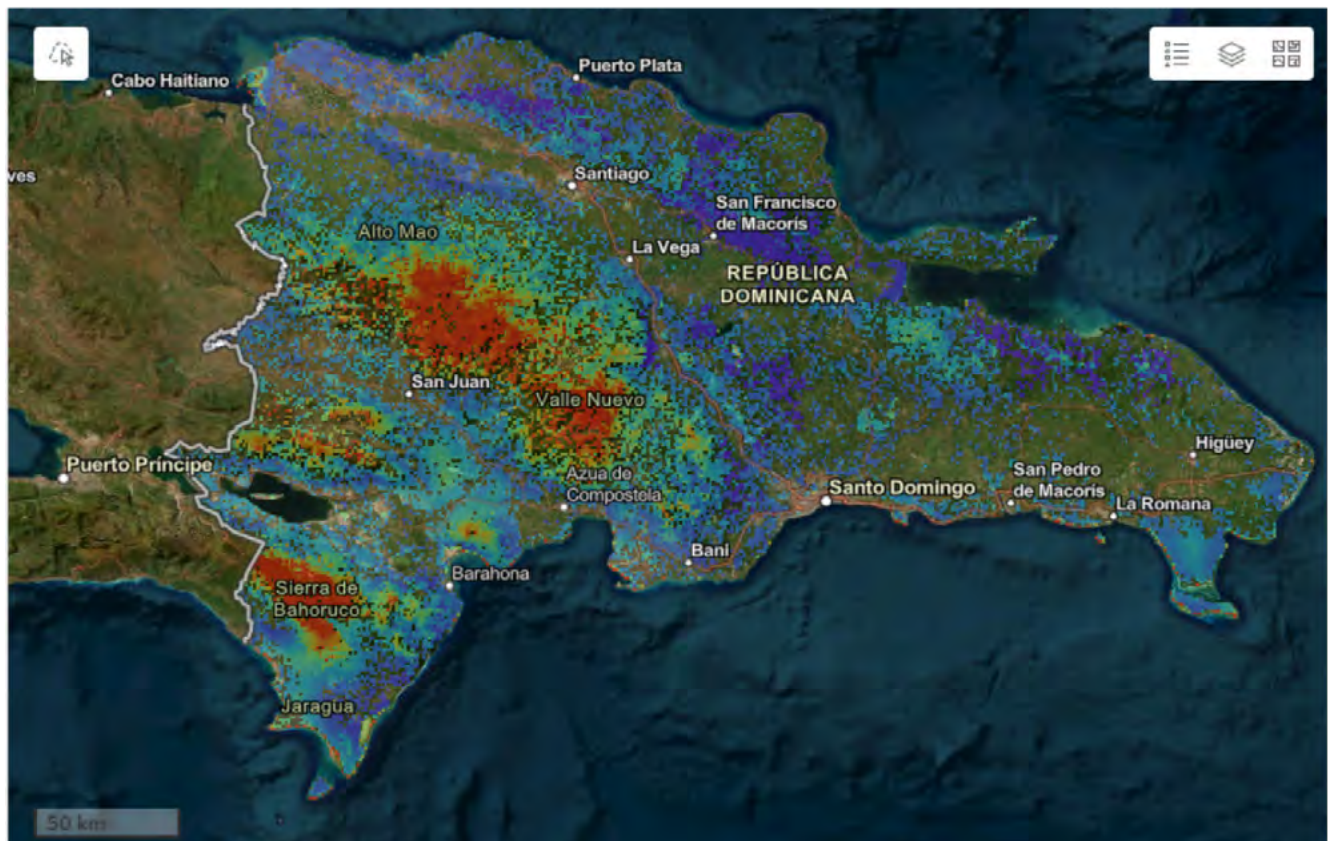


Capas adicionales

Se incluyen varias capas necesarias para el análisis espacial de los incendios forestales: límites administrativos (provincias, municipios), límites de áreas protegidas, límites de zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, capa de

uso y cobertura forestal del 2019, capa de riesgos de incendios forestales del 2022. Esas capas pueden ser visualizadas o no, en función de las necesidades del usuario. La toponimia de cada elemento de esas capas fue agregada. Se hace notar que son usadas también para el cálculo de estadísticas descriptivas.

Ilustración 14: Capa de riesgos de incendios forestales en el mapa interactivo.



Estadísticas descriptivas

La plataforma presenta diferentes tipos de estadísticas descriptivas.

Un primer grupo, ubicado a la izquierda del panel de la plataforma, presenta la situación actual de los incendios en la República Dominicana. Se presenta el número de

reportes de incendios activos, bajo control y finalizados, el número de puntos de calor sobre el territorio nacional, el número de hectáreas afectadas por los incendios forestales según los reportes realizados en terreno, los medios de detección usados para hacer el reporte (torre de observación, ciudadanos en carretera u otros), el nivel de riesgos de incendios forestales y el tipo de cobertura forestal afectada.

Ilustración 15: Estadísticas descriptivas sobre situación actual de los incendios forestales.

Ilustración 16: Gráfica de evolución del número de hectáreas afectadas por día



Ilustración 17: Estadísticas sobre logística de la respuesta a incendios forestales.

El segundo grupo presenta un análisis de evolución temporal (ilustración 16). Se presenta la evolución del número de reportes por día y la evolución del número de hectáreas afectadas por día.

El tercer grupo corresponde a estadísticas sobre la logística y acciones de respuesta. Se presenta el número de personal que trabaja en terreno, el número de equipos usados y el número de vehículos involucrados en las actividades de respuesta.

Por último, a través de la plataforma, los usuarios pueden descargar la base de datos para realizar gráficas y reportes adicionales.



Ilustración 18: Base de datos descargable desde la plataforma.

| Seleccionar el nombre del encuestador | Entrar su nombre y apellido | Seleccionar la fecha | Seleccionar la hora | Selecciona la hora de detección | Escriba el nombre de la persona que reportó el incendio | Selecciona el estado |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|---|----------------------|
| Gerónimo Abreu | | 10/12/2023, 12:00 | 18:01 | | | Activo |
| Gerónimo Abreu | | 10/12/2023, 12:00 | 18:24 | | | Eliminado |
| Jimmy Abreu | | 10/12/2023, 12:00 | 19:27 | | | Activo |
| Gerónimo Abreu | | 10/12/2023, 12:00 | 20:04 | | | Activo |
| Jimmy Abreu | | 10/12/2023, 12:00 | 20:06 | | | Eliminado |
| Jimmy Abreu | | 11/12/2023, 12:00 | 11:46 | 10:00 | | Eliminado |
| Gerónimo Abreu | | 12/12/2023, 12:00 | 07:19 | | | Eliminado |
| Otro | Martin Rapilly | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 19:50 | Fulano de tal | Activo |
| Hector Mateo | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 14:50 | Martin valdez | Activo |
| Josue Ptecbiz | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 15:49 | Mengano | Activo |
| Yendy Taveras | | 12/12/2023, 12:00 | 10:57 | 06:05 | Yeury Savifon | Eliminado |
| Filemon Batista | | 12/12/2023, 12:00 | 10:40 | 10:49 | Vitgenes | Activo |
| Otro | Teresa Disla | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:50 | Carlos Rondon | Activo |
| Jorge De Los Santos | | 14/12/2023, 12:00 | 10:41 | 10:52 | Juan perez | Activo |
| Roberto Camacho | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:50 | Radamé Gutierrez. | Activo |
| Otro | Jose Alfredo Duran | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 18:50 | Jesus santos | Activo |
| Otro | Freddy Matías | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 11:50 | | Eliminado |
| Ivelisse De La Cruz | | 12/12/2023, 12:00 | 11:28 | 11:28 | Juan payanoivellawe | Activo |
| Yohan Ruiz | | 12/12/2023, 12:00 | 10:40 | 22:50 | Santo Ferrera | Activo |
| Ivan Reyes | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:50 | Rogelio | Activo |
| Gerónimo Abreu | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 09:51 | Benedito | Eliminado |
| Santo Genao | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:52 | Don ramon | Eliminado |
| Elizabeth Martinez | | 12/12/2023, 12:00 | 10:42 | 04:00 | José Pérez | Activo |
| Yurnio Ortiz | | 12/12/2023, 12:00 | 10:40 | 10:50 | Adria trejo | Activo |
| Jimmy Abreu | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:50 | | Activo |
| Tomas Peralta | | 12/12/2023, 12:00 | 10:39 | 10:51 | Juan Perez | Activo |
| Otro | Francisco alvarez | 12/12/2023, 12:00 | 10:55 | 10:57 | Alex | Activo |

Última actualización: hace 3 minutos

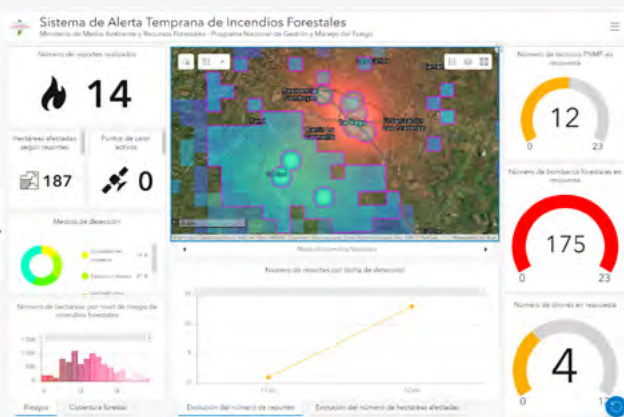
Mapa de incendios forestales | Base de datos de incendios forestales | Equipos usados para respuesta

Selección espacial

Se puede realizar una selección de objetos en el mapa interactivo de dos maneras: con el lazo para determinar un área particular de interés y obtener todas las estadísticas descriptivas mencionadas anteriormente con base en esos objetos.

Ilustración 19: Selección con el lazo en el mapa interactivo.

Ilustración 20: Selección por filtro espacial.

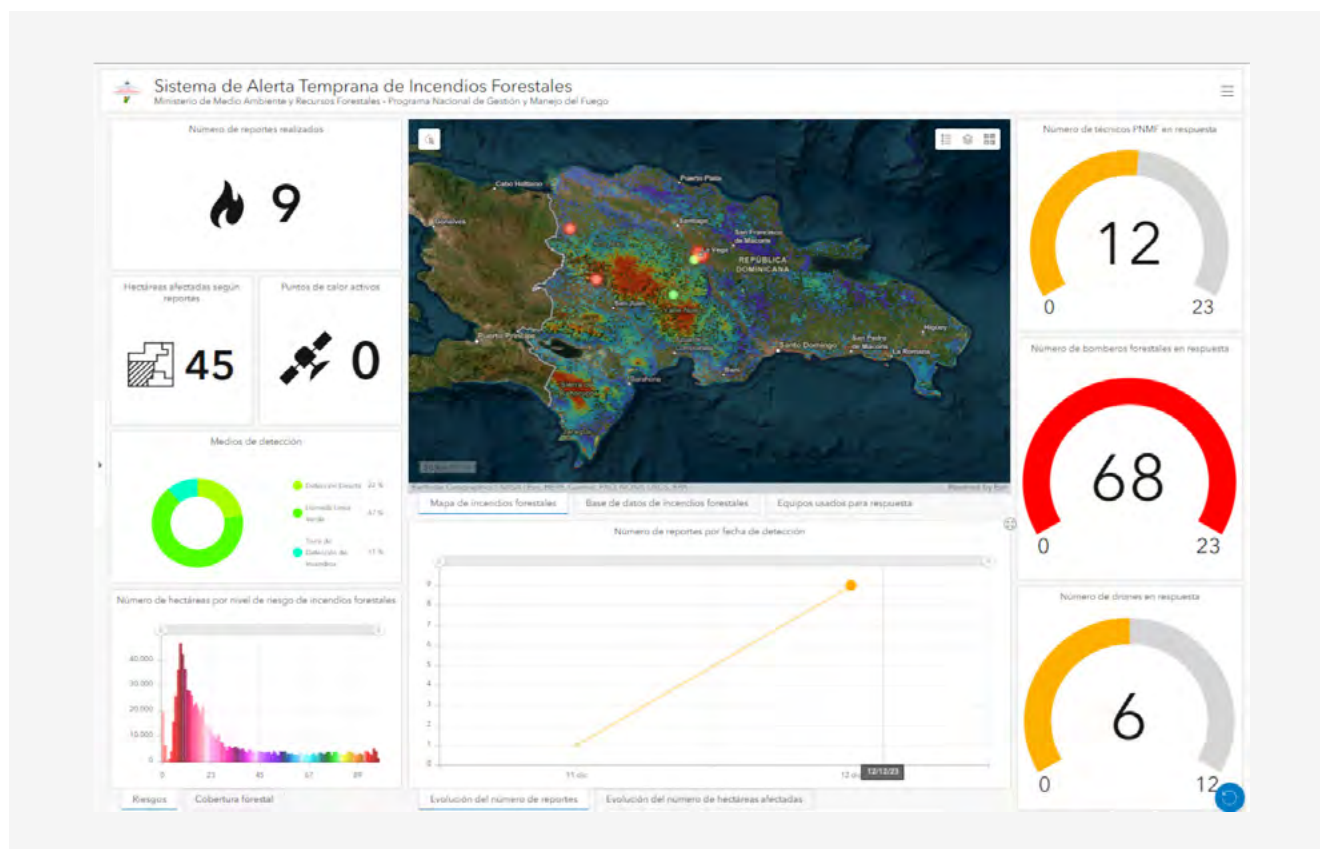


También se pueden usar los filtros espaciales basados en las capas administrativas, en la capa de áreas protegidas y en la capa de zonas de amortiguamiento de áreas protegidas. Dichos filtros permiten seleccionar uno o varios elementos para provocar un cambio de extensión en el mapa interactivo, la aparición de los límites y el cambio en las estadísticas descriptivas para esas áreas.

Selección temporal

Se puede realizar selección temporal de dos maneras: vía el filtro temporal para seleccionar un rango de fechas de interés y vía las gráficas temporales (de número de reportes o de número de hectáreas afectadas). Ambos sistemas permiten modificar la representación cartográfica y las estadísticas descriptivas.

Ilustración 21: Selección temporal vía el gráfico.



Manuales de procedimiento

Para los pasos de elaboración del formulario digital e instalación en un smartphone (en Open Data Kit o en ArcGIS Online), se crearon tres manuales de procedimiento que pueden ser descargados por esta vía:

- ▶ Manual para elaboración de formularios digitales en Open Data Kit e instalación en Google Drive u Open Data Kit Aggregate: <https://>

docs.google.com/document/d/1JzpXnk_GHTB-ve6MkkutULcvRP0jml_qy/edit?usp=sharing&oid=101774094792319271502&rtpof=true&sd=true

- ▶ Manual para instalación del formulario digital en teléfonos inteligentes (smartphone) con ArcGIS Survey123: <https://drive.google.com/file/d/1L-nuB-Mgu4hQUdSPfHoirOIYxv6lrDNt/view?usp=sharing>

- ▶ Manual para instalación del SAT de incendios forestales en ArcGIS Enterprise: <https://drive.google.com/file/d/1LATHanQwspyE64PFRdPQnqNVy-CHoRTVu/view?usp=sharing>

- ▶ Se elaboró también un video en YouTube con las instrucciones para instalación del formulario en smartphones: <https://youtu.be/6T6576U54jU>

Caracterización de las unidades de uso de suelos según los riesgos de incendios forestales

Se realizó previamente un análisis de riesgos de incendios forestales basado en las áreas quemadas detectadas por teledetección sobre 20 años de información disponible y las características ambientales de esas áreas (altitud, pendiente, cobertura) mediante un análisis estadístico llamado regresión logística.

Con base en el análisis de regresión logística, podemos identificar los tipos de bosques más propensos al desarrollo de un incendio forestal por su contenido en combustible y su capacidad de ignición con una precisión de 30 metros.

Analizamos los tipos de bosques con un p-value inferior a 0.05 en el modelo de regresión logística, es decir los bosques para los cuales las relaciones entre el suceso de un incendio (medido por teledetección sobre 20 años de datos) y las características ambientales evaluadas son establecidas estadísticamente. Por lo tanto, analizamos la influencia de los siguientes tipos de bosques: bosque latifoliado húmedo, bosque de conífera denso, bosque de conífera disperso, matorral latifoliado, bosque latifoliado húmedo, cacao y palma africana.

Entre esos tipos de bosques o cobertura, se identificaron dos grupos:

- ▶ los que tienen una relación directa, es decir que la presencia de ese tipo de bosque o cobertura corresponde a un aumento de la probabilidad de ocurrencia de un incendio. Estos son los tipos bosque latifoliado húmedo, bosque de conífera denso, bosque de conífera disperso, matorral latifoliado, bosque latifoliado húmedo y palma africana.
- ▶ los que tienen una relación inversa directa es decir que la presencia de ese tipo de bosque corresponde a una reducción de la probabilidad de ocurrencia de un incendio. Solo el tipo de cobertura de

Cacao tiene una relación inversa con un coeficiente negativo.

Para fines de interpretación, convertimos los valores de logs (odds) dados por el análisis de regresión logística en odds-ratio para definir la importancia de cada tipo de bosque en las probabilidades de desarrollo de un incendio. Calculamos la exponencial de logs (odds) de cada tipo y obtuvimos los siguientes valores, de mayor a menor:

- ▶ palma africana: un odds-ratio de 6.122 lo que corresponde a un aumento de 512% de la relación entre ese tipo de cobertura y el suceso de un incendio forestal.
- ▶ bosque de conífera disperso: 6.090 lo que da un aumento de 509%
- ▶ matorral latifoliado: 3.49, aumento de 249%
- ▶ bosque latifoliado semihúmedo: 2.508, aumento de 150%
- ▶ bosque de conífera denso: 2.12, aumento de 112%
- ▶ bosque latifoliado húmedo: 1.82, aumento de 82%
- ▶ cacao: 0.12, reducción de 88%.

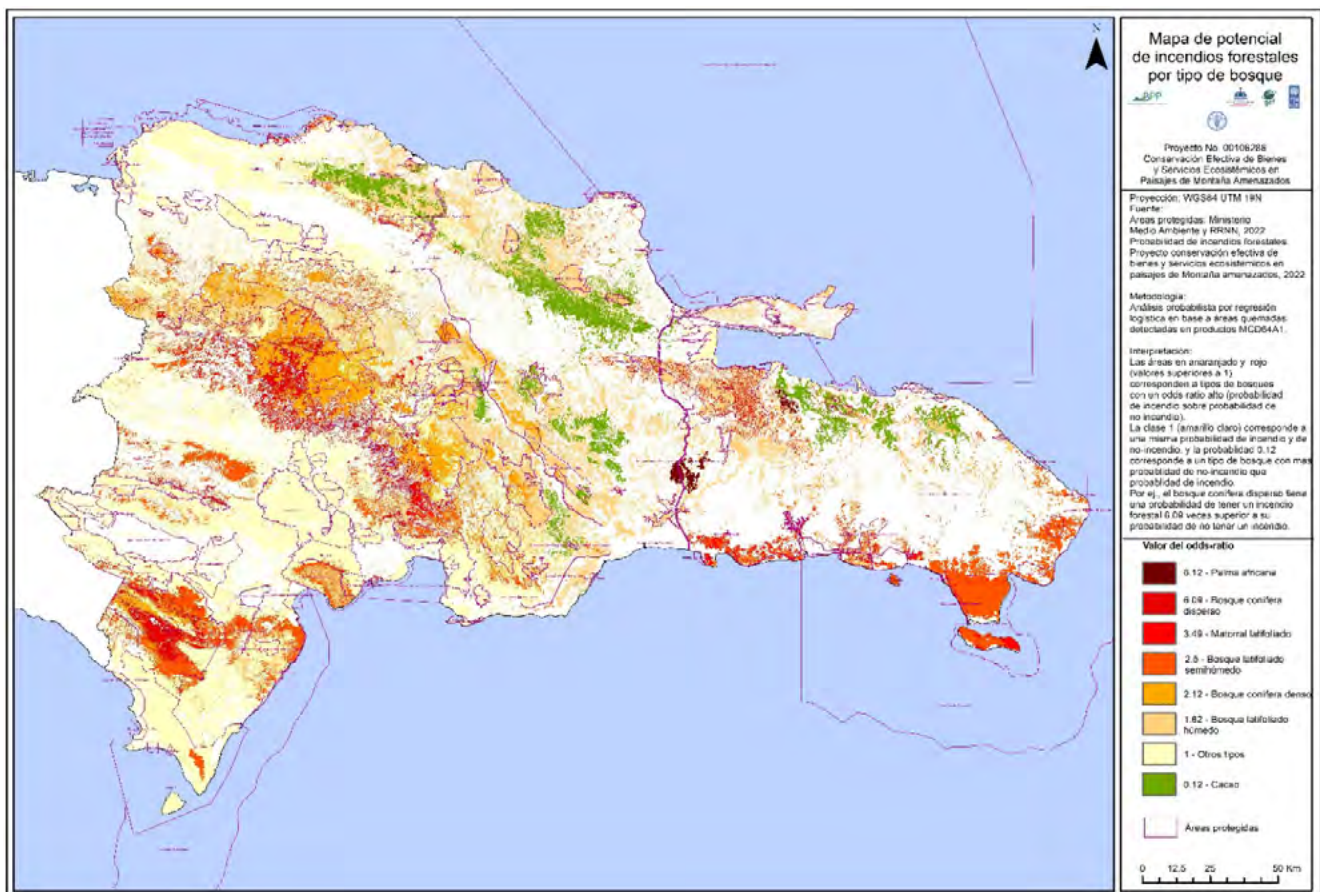
Los valores citados significan, por ejemplo, que la relación entre la presencia de un bosque latifoliado semihúmedo y un incendio aumenta de un factor 2.508 en comparación con la ausencia de ese tipo de cobertura forestal. Mientras que la presencia de un cultivo de cacao con su bosque de sombra reduce esa relación de un factor 8.33 (1/0.12).

Representamos el potencial de incendios por los logs (odds) y no por odds-ratios debido a que los logs (odds) permiten tener una simetría alrededor de 0 (valor de no cambio de probabilidad, sin correlación) entre los valores positivos (valores correspondientes a un aumento de probabilidad de incendio forestal) que van de 0 hacia el

infinito y los valores negativos (van de 0 hacia -infinito). Si usamos los odds-ratios, el valor central sería 1 (no cambio de probabilidad), los valores positivos variarían de 1 al infinito y los valores negativos entre 0 y 1. Eso provoca una disimetría en la clasificación de los datos y dificulta la representación correcta en la cartografía (la solución sería justamente pasar esos valores en escala logarítmica, lo que hacemos al usar los logs (odds)).

En el mapa de potencial de incendios forestales, según el tipo de bosques, a continuación, las áreas con color anaranjado y rojo (con valores superiores a 1) corresponden a los tipos de bosques con un odds-ratio alto, es decir que tienen alta probabilidad de desarrollo de un incendio. Las de color amarillo claro representan áreas con la misma probabilidad de tener o no un incendio. En cambio, la zona en verde tiene más probabilidad de que no se desarrolle un incendio. Por ejemplo, el bosque de conífera disperso

Ilustración 22: Mapa de potencial de incendios forestales por tipo de bosque



tiene una probabilidad de tener un incendio forestal 6.09 veces superior a no tener un incendio.

Definición de las estrategias de respuesta correspondiente en el caso de brotes de incendios forestales

Las estrategias generales de respuesta fueron identificadas previamente por el Ministerio de Medio Ambiente y

Recursos Naturales (MMARN) y por el Centro de Operaciones de Emergencia, institución estatal especializada en la Gestión de Riesgos de Desastres.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como órgano rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales en la República Dominicana, desarrolló la Estrategia Nacional de Manejo del Fuego para República Dominicana 2021-2030. Dicha estrategia tiene

como objetivo “Establecer las pautas para el manejo responsable del fuego a fin de contrarrestar los efectos negativos de la incidencia de los incendios forestales en la conservación de la biodiversidad, la degradación de la tierra y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos” (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022).

Las acciones de prevención, investigación, detección, monitoreo, control y restauración son realizadas a través del Programa Nacional de Gestión y Manejo del Fuego del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dicho Programa cuenta con un Sistema Nacional de Detección y Monitoreo de Incendios Forestales, con 11 torres de observación, con mediciones satelitales frecuentes y con un sistema de reporte en terreno.

El personal directivo del Programa tiene su sede en la oficina principal del Ministerio de Medio Ambiente en Santo Domingo y un Centro Nacional de Detección y Monitoreo de Incendios Forestales, ubicado dentro del recinto del Instituto Técnico de Estudios Superiores en Medio Ambiente y Recursos Naturales (ITES-MARENA), en Jarabacoa, provincia La Vega, Regional Norte de Incendios Forestales. Estas instalaciones son el centro de operaciones del programa nacional de manejo del fuego.

Las acciones de prevención y control de los incendios forestales como tales son realizadas por un equipo especializado de bomberos forestales, organizado por provincia sobre todo el territorio nacional. Este cuerpo especializado recibe, además, el apoyo de las brigadas de reforestación del MMARN, ubicadas en las comunidades, para combatir los incendios.

Otras instituciones apoyan al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y participan en el proceso de respuesta a brotes de incendios forestales, como el Ministerio de Defensa con su Unidad Humanitaria de Rescate y su capacidad de transporte aéreo para el personal y agua (Bambi Bucket), la Defensa Civil con su red de voluntarios en todo el país, las Alcaldías, la Cruz Roja Dominicana con su cuerpo de voluntarios para la atención prehospitalaria y suministro de am-

bulancias, las ONG para las actividades de prevención y control de incendios, los grupos comunitarios que constituyen brigadas voluntarias y las asociaciones de guías ecoturísticos que forman brigadas de voluntarios para el control de los incendios forestales.

Desde el punto de vista estructural, las labores de respuesta se organizan en tres regionales de incendios, cada una con un encargado/a. Cada oficina provincial y municipal del MMARN dispone de un técnico calificado como responsable de la gestión de las actividades de prevención y control de incendios forestales, además del monitoreo y la coordinación a nivel local. En la actualidad se dispone de 30 brigadas de prevención y control de incendios forestales con 10 personas cada una, distribuidas en las áreas de mayor riesgo.

El Centro de Operaciones de Emergencia (COE) dispone también de un Plan de contingencia para apoyar las intervenciones en el control de incendios forestales en cumplimiento de su mandato establecido en el artículo 12 de la Ley 147-02 sobre Gestión de Riesgos. El plan describe el rol de los sectores funcionales del COE en caso de incendio forestal, identificado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Este plan se aplica cuando los incendios forestales amenazan asentamientos humanos e instalaciones críticas y cuando el número de incendios activos sobrepasa la capacidad de los bomberos forestales y brigadas del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El objetivo del plan es “sumarse al esfuerzo de control de un incendio forestal por medio de la ejecución de una estrategia de intervención sectorial dirigida a proteger a las personas, apoyar la extinción del fuego y, proteger instalaciones críticas que puedan ser afectadas por el fuego” (COE, 2015). El plan se orienta principalmente hacia acciones de coordinación para apoyar las operaciones de control de incendios.

En caso de un incendio que reúna las condiciones mencionadas previamente, el COE entra en acción después de haber sido solicitado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Las acciones interinstitucionales y sectoriales son dirigidas por el

COE en coordinación con el Viceministerio de Recursos Forestales. Las acciones corresponden a la vigilancia del incendio, a la emisión de alertas, la activación de los sectores de intervención, el apoyo en la identificación de problemas operativos, la emisión de informes

de situación, la definición de prioridades, la coordinación de la boleta EDAN (Evaluación de daños) y la información de la situación a la Comisión Nacional de Emergencias.



Biodiversidad en Paisajes Productivos





Biodiversidad en Paisajes Productivos

Ministerio de Medio Ambiente
Av. Cayetano Germosén
esq. Gregorio Luperón, El Pedregal
Santo Domingo, Rep. Dominicana
Teléfono: +1 809-537-0909
info.bpp@undp.org

bpp_undp.org

   @bpn