

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Curso académico 2023/2024



**ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS GRANDES INCENDIOS
FORESTALES EN CANARIAS. 2012-2023**

Trabajo realizado por Alejandro Dávila Peraza

Tutor:

Jaime Salvador Díaz Pacheco

Cotutor:

Abel López Díez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a los tutores de este trabajo por su entrega y dedicación, y a los investigadores Nerea Martín Raya y Jordan Correa González por su compromiso e implicación en el desarrollo de esta investigación. En segundo lugar, no quisiera olvidarme de la ayuda y apoyo de mis padres, siempre presentes en el transcurso de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1 Los grandes incendios forestales.....	8
3.2 El riesgo de incendios forestales en Canarias	14
4. METODOLOGÍA Y FUENTES	18
Fase 1. Etapa exploratoria	19
Fase 2. Elaboración del marco teórico	19
Fase 3. Construcción de la base de datos	20
Fase 4. Análisis de los resultados	26
Fase 5. Discusión y conclusiones	26
5. RESULTADOS	26
5.1 Aspectos generales.....	27
5.2 Variables físicas y ambientales.....	30
5.3 Variables de impactos	31
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	36

RESUMEN

El aumento de la despoblación en las zonas rurales, el abandono de tierras y la disminución de los aprovechamientos forestales han provocado que los ecosistemas forestales evolucionen hacia una configuración más peligrosa y de mayor combustibilidad, incrementando el riesgo de incendio. Al mismo tiempo, el cambio climático está exacerbando los factores que contribuyen a la generación de los grandes incendios forestales y, por ende, estos fenómenos están representando un riesgo multidimensional en numerosas regiones del mundo. La terciarización de la economía y el abandono agrícola en Canarias ha beneficiado que estos desastres se hayan convertido en fenómenos recurrentes a partir de mediados del siglo XX en el archipiélago. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la evolución que han desarrollado los grandes incendios forestales entre 2012 y 2023 en Canarias. Para satisfacer este objetivo principal, se ha creado una base de datos que pudiese dar respuesta a las necesidades del estudio junto con la consulta a otras fuentes de información acreditadas. Este trabajo muestra como la aparición de unas condiciones atmosféricas habituales en Canarias determina la aparición de la gran mayoría de estos episodios.

ABSTRACT

The increase in depopulation in rural areas, the abandonment of land and the decrease in forest use have caused forest ecosystems to evolve towards a more dangerous and more combustible configuration, increasing the risk of fire. At the same time, climate change is exacerbating the factors that contribute to the generation of large forest fires and, therefore, these phenomena are representing a multidimensional risk in many regions of the world. The tertiarization of the economy and the agricultural abandonment in the Canary Islands has benefited from the fact that these disasters have become recurring phenomena from the mid-twentieth century onwards in the archipelago. This work aims to characterize the evolution that the large forest fires have developed between 2012 and 2023 in the Canary Islands. To satisfy this main objective, a database has been created that could respond to the needs of the study along with the consultation of other accredited sources of information. This work shows how the appearance of common atmospheric conditions in the Canary Islands determines the appearance of the vast majority of these episodes.

1. INTRODUCCIÓN

Los grandes incendios forestales se han fijado como uno de los eventos catastróficos con mayores consecuencias ambientales, sociales y económicas. A nivel ambiental provocan la destrucción de hábitats naturales, la pérdida de biodiversidad, la erosión del suelo, la contaminación del aire y del agua, y contribuyen al calentamiento global y al cambio climático debido a las grandes cantidades de dióxido de carbono que emiten. En el ámbito económico pueden causar daños materiales en propiedades e infraestructuras, así como afectar a ciertas actividades económicas como el turismo. En cuanto al marco social, representan un peligro para la seguridad pública dado que pueden poner en riesgo la vida de las personas que viven en áreas afectadas y, en el peor de los casos, pueden provocar la pérdida de vidas humanas.

Determinadas condiciones climáticas como la sequía, los vientos fuertes y las altas temperaturas, contribuyen considerablemente a la propagación y la intensidad de estos incendios. Durante los últimos años, los grandes incendios forestales han aumentado en frecuencia y magnitud en muchas regiones del mundo, circunstancia que numerosos expertos vinculan al cambio climático, considerando que este es un factor que puede estar contribuyendo al desarrollo y comportamiento de estos. Fruto de este cambio climático, las masas forestales sufren mucho más estrés hídrico debido a la disminución de los totales pluviométricos y de la prolongación del periodo estival. Por ello, la vegetación contiene una mayor proporción de partes muertas y secas, siendo más vulnerables al fuego y contribuyendo a un comportamiento más extremo de los incendios (Fababú *et al.*, 2020).

Todo ello ha conllevado un aumento en el riesgo en el marco de los incendios forestales, especialmente en aquellas zonas donde la urbanización, en muchos casos dispersa, entra en contacto con las franjas forestales, ya que en estos sectores los incendios no afectan únicamente a las masas vegetales, sino que también, debido a su proximidad, a la trama urbana, provocando una verdadera amenaza para la población residente. Por tal razón, uno de los retos a los que se enfrentan las autoridades competentes para la reducción del riesgo de los incendios forestales es la elaboración de políticas ambientales y territoriales específicas para cada región, adaptadas a sus características singulares.

Para poder reducir las causas del riesgo de incendios forestales es importante realizar trabajos que estudien las causas y la evolución en cada una de las regiones en las que se manifiesta este problema. En esta línea, uno de los territorios que más se ha visto

perjudicado en las últimas décadas por la influencia de estos incendios de gran intensidad son las islas Canarias, archipiélago situado en el Océano Atlántico a 97 kilómetros de Marruecos y el Sáhara, y aproximadamente a 1.400 km² de la península Ibérica. El archipiélago está conformado por ocho islas, cuatro islotes y una serie de roques, que, divididos administrativamente en dos provincias, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas, suman una superficie que asciende a 7.501 km². Su situación, a caballo entre la zona templada y la tropical, junto con la proximidad al Sahara, van a configurar una serie de rasgos climáticos particulares que la diferencian de otros sectores continentales de su entorno (Gobierno de Canarias, s.f).

De esta manera, las islas Canarias se encuentran situadas en una región atlántica que presenta un clima en el que los veranos suelen ser suaves, sin apenas precipitaciones y con una sensación térmica cálida, y unos inviernos poco rigurosos, con unas temperaturas medias de 18,8°C. Por su parte, las precipitaciones son relativamente escasas a causa de diferentes factores, como la estructura vertical de las masas de aire generadas por los alisios, que, al estar caracterizadas por una gran estabilidad atmosférica, son poco propensas a generar importantes precipitaciones (Font, 1959 y Hernández *et al.*, 2012).

Una vez contextualizado este trabajo, conviene mencionar que los grandes incendios forestales comenzaron a manifestar unas consecuencias particularmente negativas para la población a mediados del siglo pasado, a raíz de un importante cambio socioeconómico que supuso el abandono del medio rural en Canarias. De esta manera, la vegetación ha ido recolonizando terrenos que anteriormente eran habidos por agricultores, pastores, leñadores y pinocheros, generando unas condiciones muy favorables para originar y propagar incendios de gran magnitud, influenciados, entre otras variables, por la estructura pirófitas de esta creciente vegetación (Cerezal y Borges, 2020). En este aspecto, la proliferación de estos grandes incendios forestales está directamente vinculada con las invasiones de aire sahariano. Tal y como se reflexionará a lo largo del trabajo, estas se vinculan en gran medida con la propagación de los grandes incendios en Canarias, habiéndose constatado un importante aumento en las velocidades de propagación durante dichos episodios (Dorta, 2001).

En detalle, desde 1968 se han producido 34 incendios de este tipo que han calcinado aproximadamente el 94% de la superficie regional, dando como resultado una de las ratios más elevadas del conjunto nacional (Rasilla *et al.*, 2018). Las tendencias futuras indican

que el cambio climático agravará estos escenarios como consecuencia del calentamiento global y de la intensidad de las olas de calor (Dorta *et al.*, 2018). Por ende, se requiere del desarrollo de una serie de políticas ambientales, forestales, territoriales y educativas que deben enfocarse en la singularidad del modelo insular canario para contribuir a disminuir el riesgo de incendios forestales.

La reiterada aparición de estos siniestros en el territorio canario ha motivado el interés para la elaboración de este trabajo, que trata de dar respuesta a algunas de las grandes cuestiones aún sin resolver a nivel académico. En efecto, el objetivo principal que persigue el presente trabajo es la caracterización de los GIF en Canarias entre 2012 y 2023. Para ello, se ha elaborado una base de datos que incluyese las variables más determinantes para la caracterización territorial de dichos incendios.

Cabe destacar que el presente estudio contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en especial al número 11 (*Ciudades y Comunidades Sostenibles*), que persigue que “las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. Dicho objetivo intenta reducir el riesgo de desastres, en este caso ante los incendios forestales, siendo este trabajo partícipe y colaborador en la reducción de este riesgo en las islas Canarias y por ende, poniéndose a disposición del Gobierno de Canarias para emprender las medidas de prevención y adaptación necesarias (Naciones Unidas, s.f).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal que persigue el presente trabajo consiste en analizar y caracterizar los grandes incendios forestales acontecidos entre 2012 y 2023 en Canarias a partir de una serie de variables.

En aras de satisfacer el objetivo principal, destacan los siguientes objetivos secundarios que complementan al mismo:

1. Elaborar un marco teórico que abarque los principales contenidos a tratar en el presente Trabajo de Fin de Grado.
2. Construir una base de datos que caracterice los grandes incendios forestales en Canarias entre 2012 y 2023, tratando de integrar en ella información relevante para el estudio de estos fenómenos en Canarias. En concreto, se pretende abordar la evolución de estos eventos, sus causas y, sobre todo, su caracterización territorial.

3. Realizar una serie de consultas a la base de datos, a partir de las que puedan esclarecerse algunas incógnitas referidas a los grandes incendios forestales en Canarias, respecto a su evolución, causas y caracterización territorial.

3. MARCO TEÓRICO

Dado el objetivo principal de este trabajo, el presente apartado abordará el fondo teórico que de manera general se vincula con el mismo. De este modo, se han establecido dos ejes temáticos a desarrollar: los grandes incendios forestales; y el riesgo de incendio forestal en Canarias. En cada uno de estos ejes se tratan todas las cuestiones que se han considerado de importancia para entender tanto el objetivo del trabajo como el contexto en el que se inserta el mismo.

3.1 Los grandes incendios forestales

El fuego ha sido un agente de cambios sobre el territorio, en la evolución y el mantenimiento de los ecosistemas, así como parte elemental de los sistemas de vida humanos desde tiempos atávicos. A lo largo de la historia, su rol ecológico ha sido fundamental como regulador de procesos, particularmente cuando su procedencia es consecuencia de procesos naturales. Sin embargo, este rol ecológico se ha visto ensombrecido por los enormes desastres que han provocado su inapropiado uso y sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana (Castillo *et al.*, 2003).

De manera simple, el fuego, en términos físicos, es un proceso de combustión que se genera a partir de tres componentes; un combustible para poder quemar, suficiente temperatura para iniciar la ignición y oxígeno para alimentar la reacción química. En el caso de los incendios forestales, la propagación del fuego atiende a factores como el relieve o la topografía, la biomasa o combustible (el grado de humedad de la vegetación, su estructura y las especies que la componen) y el tiempo atmosférico (la humedad del aire, la temperatura y la velocidad y dirección del viento). Como resultado, la suma de todas estas variables determinará el comportamiento del fuego y las medidas llevadas a cabo para apagar y extinguir el incendio (Mora, 2020).

Siendo cierto lo anterior, la generación de incendios forestales y, más concretamente, de los grandes incendios forestales (en adelante GIF), se conforma como un fenómeno ciertamente originado por el fuego, pero cuyas causas obedecen a una complejidad mucho más amplia en la que se confluyen múltiples factores. Por ejemplo, es necesario que la

vegetación presente una humedad baja que coincida con factores climatológicos favorables para la propagación (alta temperatura, baja humedad relativa del aire y sequía). Estas variables pueden ser determinantes para que se produzca un incendio forestal, pero los factores que hacen que este fenómeno se inicie y se propague hasta alcanzar la dimensión de un GIF, generalmente corresponden a una serie más amplia de condicionantes. Dicho esto, se podría afirmar que los factores que más determinan el régimen de incendios forestales en un territorio se relacionan con: el estado de la biomasa, la variabilidad en la disponibilidad hídrica y las igniciones (fuentes de calor); en ausencia de algunas de estas variables difícilmente se producirán incendios (Juli, 2012).

Según Puente (2015) y Juli (2012), los orígenes de los incendios forestales son :

- Naturales. En su gran mayoría son los rayos, pero existen otros factores como volcanes o las caídas de piedras que también pueden generar incendios.
- Antrópicos, causados por el ser humano directa o indirectamente. Dentro de ellos se diferencian los siguientes:
 - Accidentes o negligencias. En ellos, la causa del incendio es una imprudencia o accidente sin intención previa de ser provocado.
 - Intencionados, en los que el autor tiene la intención de provocarlos.
 - Desconocidos, es decir, aquellos cuyo origen no se puede determinar.
 - Reproducidos, es decir, aquellos incendios que se reactivan posteriormente tras haberse declarado extinguido.

Actualmente, la mayoría de los incendios forestales son causados por las actividades humanas, aunque ello varía dependiendo del lugar y del año. En áreas con escasas densidades de población (ecosistemas boreales), o en zonas con un importante registro de rayos (sabanas africanas), el número de incendios provocados por el hombre es ínfimo, de manera que la mayoría son de origen natural. Sin embargo, en un importante número de ecosistemas, incluidos los ecosistemas mediterráneos, la mayoría de los incendios son generados por el ser humano (Juli, 2012). En el caso español, en el decenio 2006-2015, los incendios intencionados son los más numerosos, representando más de la mitad del total (52,70%). Por su parte, las negligencias y accidentes fueron responsables del 28,07% de los siniestros, y el rayo, que es la única causa que de forma natural existe en nuestro territorio, representó sólo el 4,92% del total de siniestros (MITECO, 2019).

Otro de los condicionantes climáticos que a menudo se señala como interviniente en la conformación del riesgo de incendio forestal es aquel que tiene que ver con la aridez o la escasez hídrica. La sequía es un fenómeno hidrometeorológico que tiene origen en un déficit de precipitaciones con respecto a los valores habituales de una región dada. Algunos autores la consideran como uno de los factores climáticos más favorables a la propagación de los incendios, debido a que incrementa el grado de inflamabilidad del combustible. La sequía se ha manifestado como un aspecto recurrente, y en muchos casos una anormal frecuencia de incendios forestales suele ser un indicador de la severidad de la sequía sobre una región, debido a que el comportamiento del fuego está fuertemente relacionado con el contenido de humedad del combustible muerto (Carracedo *et al.*, 2012).

Por último, respecto a las causas que pueden estar relacionadas con la evolución de los GIF, debe mencionarse el cambio climático. Durante el siglo XX, el índice de riesgo de incendios forestales se ha incrementado en España en paralelo al aumento de temperaturas experimentado. Algunas proyecciones señalan que la península Ibérica sufrirá un calentamiento muy elevado, que podría alcanzar 4°C en invierno y 6°C en verano para finales de este siglo (Moreno, 2007). Asimismo, el ascenso de las temperaturas hará que las olas de calor presenten mayor una virulencia al trasladarse, en el futuro próximo, masas de aire más cálidas que las actuales. En esta línea, diversas investigaciones demuestran, además, un aumento, que ya se está produciendo, no solo en la intensidad sino también en el número de olas de calor (Dorta *et al.*, 2020).

La proyección de estas situaciones de cambio climático indica que el índice de riesgo de incendio forestal aumentará en toda España hasta finales de siglo (Moreno, 2007). Al igual que ocurre con las sequías, el aumento térmico consecuencia del propio cambio climático está produciendo un aumento en la intensidad de las olas de calor, contribuyendo estas, a su vez, al desarrollo y comportamiento más agresivo de los incendios forestales (Díaz, 2018). Como resultado, esto puede resultar en una con mayor frecuencia de situaciones en las que sea muy difícil hacer frente a los GIF (Moreno, 2007).

El artículo 6 de la LM define incendio forestal como “*el fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte*”. Esta misma Ley define “monte” en su artículo 5 como “*a todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o*

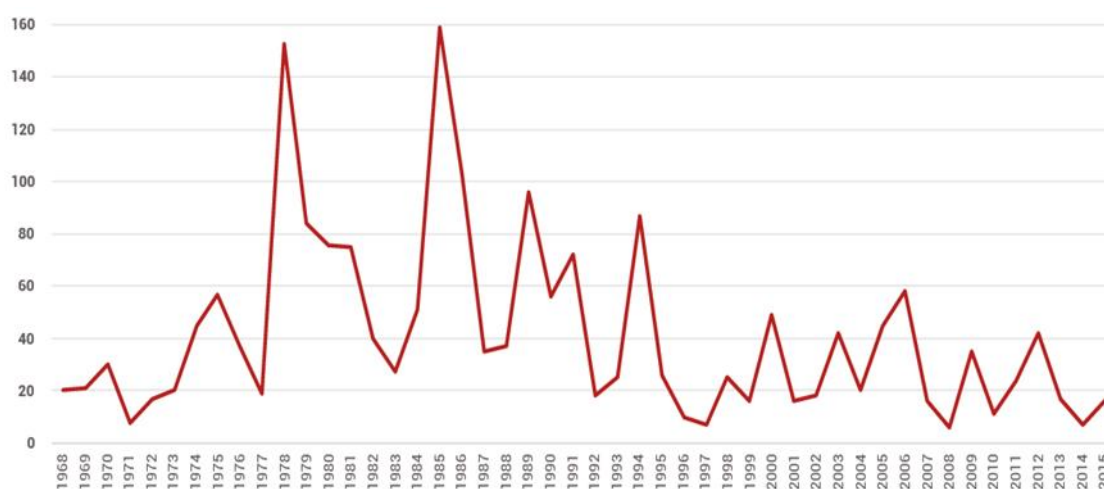
plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas". Asimismo, considera "forestal" (artículo 6) a "todo aquello relativo a los montes". Los combustibles forestales son la materia orgánica presente en los montes que se encuentran disponible para la combustión en los incendios forestales, donde se incluyen la biomasa de plantas vivas y sus partes (follaje, tallos, ramas y raíces), así como sus restos (troncos de árboles, residuos leñosos hojas que se encuentran en el mantillo, al igual que la materia orgánica del suelo) (Morfin *et al.*, 2012). La Administración forestal española clasifica a los GIF a aquellos que afectan a superficies iguales o superiores a 500 hectáreas en toda la extensión de la España peninsular y 250 en hectáreas en las Islas Canarias (Carracedo, 2015 y Huesca *et al.*, 2008). A ciencia cierta, estos incendios provocan relevantes impactos de diversa índole por el número de hectáreas que afectan, ya que, en gran medida, representan la mayoría de superficie nacional afectada por el fuego cada año (MITECO, 2019).

Los incendios forestales que cada año soportan nuestros bosques constituyen un grave problema para la degradación del medioambiente, tanto a escala regional como global. En el caso de la Unión Europea, cada año se contabilizan más de 50.000 incendios que han llegado a rondar las 500.000 hectáreas quemadas, siendo España y Portugal dos de los países más afectados (González-Calvo *et al.*, 2007). Uno de los mayores impactos de los incendios forestales sobre el medio ambiente son los efectos sobre el cambio climático, puesto que la combustión de enormes cantidades de biomasa da lugar a la emisión de gases químicamente activos, tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano y otras partículas más pequeñas. A esto se le suma el impacto negativo sobre la salud humana, debido a enfermedades respiratorias derivadas de las emisiones de los propios incendios, tal como ha sucedido en México, Honduras, Guatemala y en el sudeste de los Estados Unidos (Castillo *et al.*, 2003). En este contexto, otro de los problemas provocados por los incendios forestales son las enormes extensiones de vegetación y pasturas que destruyen, siendo una de las principales causas de los procesos de fragmentación de hábitats y ecosistemas (Mora, 2020). Además, los incendios tienen también consecuencias sobre el suelo dependiendo de la intensidad del calentamiento; en un fuego intenso en bosque de coníferas se pueden llegar a alcanzar los 1000 °C, mientras que en un bosque de matorrales el calentamiento puede llegar a 500-700 °C, y en incendios de pastizales el límite ronda los 200 °C de máxima temperatura. En cualquier caso, se trata de temperaturas suficientemente altas como para modificar las propiedades

del suelo (Rosero y Osorio, 2013). Los incendios, en definitiva, modifican las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo (Iglesias, 1993) y dan lugar a la degradación de su estructura, incrementando la erosionabilidad e infertilidad y llevándolos a un nivel de pobreza nutritiva considerable.

En lo que se refiere a la evolución reciente de los GIF en el territorio peninsular español, ha habido una tendencia ascendente hasta 1985 (año con mayor número de GIF de toda la serie y muy parecido a los acontecidos en 1978), y una evolución decreciente hasta la actualidad. Los años con menor número de GIF son los comprendidos entre 2006 y 2015 (6 GIF en 2008 y 7 en 2014) (figura 1). Por su parte, el número de GIF ha ido disminuyendo con respecto a décadas anteriores, siendo los años comprendidos entre 1978 y 1988 aquellos con mayor número de GIF, y los últimos de la serie estudiada (2006-2015) con los valores más reducidos. A pesar de que la variabilidad interanual del número de GIF ha ido descendiendo conforme al paso de los años, destacan algunos años como 1989, 1994, 2000, 2006 o 2012 donde se ha producido un incremento de los GIF por condiciones meteorológicas adversas. Por ejemplo, véase el año 1994, que estuvo marcado por una ola de calor temprana junto con un periodo de sequía muy importante que dio lugar a 88 GIF en todo el año, 80 de estos durante el verano. El descenso de los GIF a partir de finales del siglo XX puede ser debido a la progresiva incorporación de medios terrestres y aéreos para combatir los incendios. En este sentido, a finales del siglo XX se alcanzó el mayor potencial de extinción aéreo entre el Estado y las comunidades autónomas (MITECO, 2019).

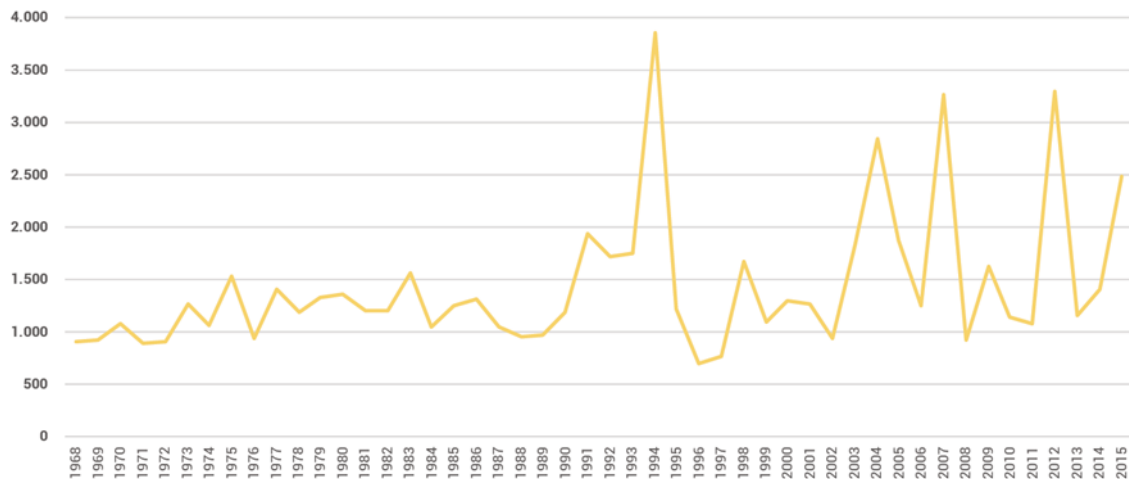
Figura 1. Evolución de los GIF, 1968-2015



Fuente: MITECO (2019)

Si, como se muestra en la figura 1, el número de GIF se ha reducido desde los años setenta del siglo XX, no ocurre lo mismo con el cambio que se produce en la extensión de este tipo de incendios forestales (figura 2).

Figura 2. Evolución de la superficie media anual afectada por los GIF, 1968-2015



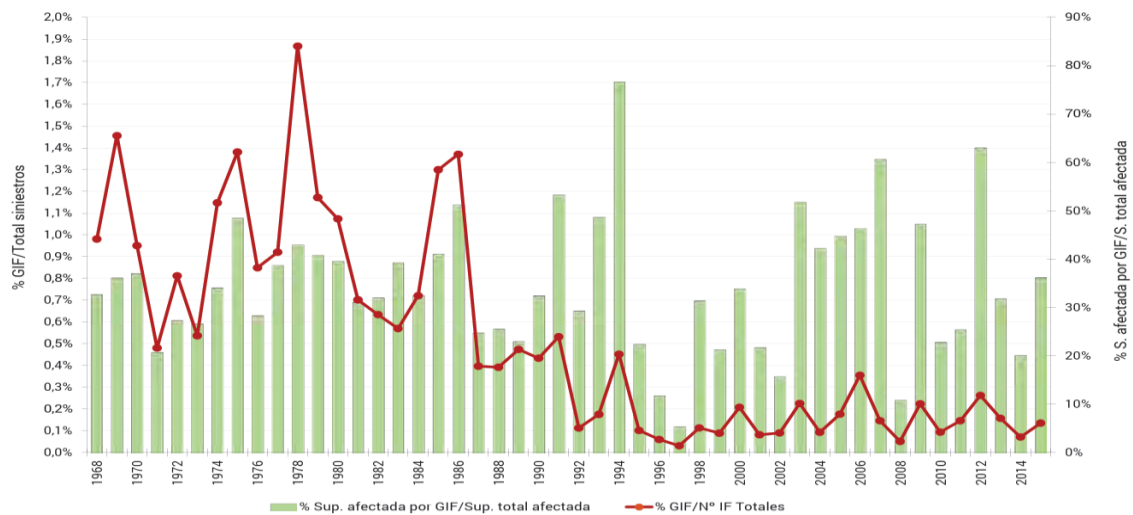
Fuente: MITECO, 2019

En la primera mitad de la serie (1968-1993) no se observa una gran variabilidad en lo que se refiere a la superficie afectada cada año por los GIF puesto que ningún año superó las 2.000 hectáreas, al contrario que entre 1994 y 2015, donde sí se alcanzan valores medios superiores a las 2.500 hectáreas (destacando 1994 donde se llegó incluso a las 3.800 hectáreas) (figura 2). Se señalan algunos años como 1994, donde de los 88 GIF que se produjeron, 8 de ellos quemaron superficies superiores a las 15.000 hectáreas y 3 de ellos a las 24.000 hectáreas. En 2004 solo se contabilizaron 20 GIF, pero se produjo el segundo mayor incendio del que hay registro en España en las Minas de Río Tinto (Huelva/Sevilla), con 29.867 hectáreas quemadas. En 2007 se produjeron 16 GIF, número muy inferior a la media de GIF de la serie (41), pero dos de estos arrasaron con 16.820 y 18.672 hectáreas en Tenerife y Gran Canaria, respectivamente (Cubero, 2023 y MITECO, 2019).

En definitiva, aunque en España se aprecia una disminución en el número de GIF, estos son cada vez más capaces de quemar más extensión superficial. Entre las diferentes causas que inician y propagan este tipos de incendios, una de las más señaladas es el aumento de la superficie forestal, junto con la carga de combustible acrecentada debido al abandono de usos, así como las prácticas agrícolas en zonas de transición y la

terciarización de los espacios rurales, provocando que los GIF sean cada vez de más complejo control y extinción (Puente, 2015).

Figura 3. Porcentaje de hectáreas quemadas por los GIF con respecto a la superficie total quemada, 1968-2015



Fuente: MITECO, 2019

Si observamos el porcentaje que representan los GIF en cuanto al total de siniestros sucedidos (figura 3), este ha experimentado una tendencia decreciente, pasando de representar el 1,8% en 1978 (valor más alto de la serie) a apenas el 0,15% en 2015. No obstante, el porcentaje de superficie afectada por los GIF muestra una variabilidad interanual sin tendencia; se observa una variación que depende, en buena medida, de las condiciones climáticas concretas existentes cada año. Sin embargo, pese a que se reduce el número de GIF, la superficie quemada por estos no disminuye y se confirma que, incluso, pueden afectar a más superficie.

3.2 El riesgo de incendios forestales en Canarias

Las islas Canarias se han consolidado durante las últimas décadas como un excelente emplazamiento para millones de turistas que desean visitar el archipiélago gracias a su excelente clima, caracterizado por una suavidad de sus temperaturas medias y precipitaciones, en general, escasas e irregulares. Sin embargo, el cambio climático implicará importantes transformaciones en estas condiciones, dando lugar a fenómenos meteorológicos que pueden afectar a la actividad turística y a su economía, que podría sufrir pérdidas de hasta 4.500 millones de euros (Huerga, 2023). Este último hecho determina que ciertas amenazas derivadas del clima tales como precipitaciones intensas,

lluvias torrenciales, fenómenos inestables de origen tropical y olas de calor, que son determinantes en la propagación de incendios forestales, se puedan materializar en Canarias de manera recurrente. De tal modo, esta amenaza puede irse convirtiendo en una de las más preocupantes en el marco de un territorio densamente poblado y transformado, donde no se han atendido los posibles riesgos que esto conlleva (Dorta *et al.*, 2020).

Las olas de calor en Canarias merecen una mención especial, dada su importancia en relación con los incendios forestales; en primer lugar, el número de estas es considerablemente mayor en los últimos años, con 24 episodios entre 1996 y 2015 (Dorta *et al.*, 2018). Además, las mayores intensidades, entendidas como la temperatura máxima de la ola de calor, se han manifestado a lo largo del siglo XXI. En relación con ello, el riesgo de incendio forestal se ha incrementado debido a su vinculación con las advecciones saharianas, muchas veces responsables de las olas de calor. En segundo lugar, los mayores GIF en la historia de Canarias han acontecido en el siglo XXI; como ejemplo, en 2007 se produjeron tres GIF de forma paralela en Gran Canaria, Tenerife y La Gomera, afectando en conjunto casi a 36.000 has. Además de las olas de calor, existen algunas condiciones previas que también favorecen la aparición de los GIF; por ejemplo, según Rasilla *et al.*, (2018), los inviernos secos y cálidos contribuyen al incremento de la frecuencia de los GIF en el verano siguiente y el estrés hídrico de la vegetación, ligado principalmente a la sequía, facilita el nacimiento de estos y dificulta su extinción. En definitiva, a pesar de que apenas el 14% de los días del año están marcados por este “tiempo del sur”, el 94% de la superficie quemada total arde en estos días. Por tal razón, se afirma que las invasiones de aire sahariano son las principales responsables de la superficie quemada en Canarias, puesto que incrementan el número de incendios, así como las velocidades de propagación. Además, existen otras variables derivadas del clima que pueden favorecer la aparición de numerosos incendios forestales (Dorta, 2001).

El riesgo de incendio forestal en Canarias no obedece únicamente a las citadas variables climáticas, sino que también depende de otros componentes que determinan que un territorio sea vulnerable frente a este tipo de desastres. En este sentido, a lo largo de las últimas décadas se han producido determinados cambios en los usos del suelo que están contribuyendo su incremento; un ejemplo de ello es el crecimiento de zonas urbanizadas próximas a ámbitos con una importante vegetación forestal (Martín, 2012).

En el contexto de los incendios forestales, el límite difuso entre la ciudad y el campo, o, entre el uso del suelo urbano y el uso del suelo rústico, se identifica en Canarias, al igual

que ocurren muchos otros espacios del mundo urbanizado, lo que se denominan las zonas de *interfaz urbano-forestal* o *interfaces urbano-forestales* (Martín, 2012). Las zonas de interfaz urbano-forestal (en adelante, IUF) son territorios donde las áreas forestales confluyen con espacios urbanos. En ellas, la ocurrencia de los incendios forestales genera situaciones de emergencia para la población residente debido a su cercanía con combustibles forestales que presentan una elevada peligrosidad para el inicio o desarrollo de un incendio. La existencia de este riesgo suele contemplarse en los planes urbanísticos o territoriales. Sin embargo, a pesar de que todas las normativas autonómicas de incendios forestales contemplan el riesgo debido a la presencia de espacios edificados, los avances han sido diferentes según cada Comunidad Autónoma y solamente algunas elaboran una gestión adaptada a la particularidad de su región en lo que se refiere a los incendios forestales (Padilla, 2023 y Herrero-Corral, 2012).

El incremento de la importancia de las IUF está muy vinculado con los procesos de urbanización que afectan a un territorio concreto. En Canarias, el crecimiento de los servicios y el turismo en el último tercio del siglo XX favoreció un crecimiento acelerado y desordenado de los asentamientos humanos que se ubicaron de forma dispersa en el territorio (Leiva, 2019). En este sentido, el crecimiento de los espacios residenciales ha aumentado el proceso de dispersión urbana, donde la gran mayoría de viviendas se han desarrollado lejos de las ciudades, descuidando en muchas ocasiones el cumplimiento de la regulación en el medio rural; por ejemplo, en el municipio de Los Realejos, en Tenerife, existen localidades como Las Llanadas o Benijos en las cuales las edificaciones se encuentran bastante diseminadas, discontinuas y muy próximas a sectores con una importante densificación de masas forestales (Martín, 2012 y Cabrera, 2016).

Conforme al desarrollo del proceso urbanizador, existe otro componente que ha contribuido a la expansión de las interfaces como el crecimiento de la cobertura vegetal natural en detrimento de las áreas cultivadas (Martín, 2012). A día de hoy, la contribución del sector primario al PIB de la economía canaria es testimonial; en la década de los años cincuenta, esta actividad llegó a representar un tercio del Producto Interior Bruto, así como el 40% de la población activa, mientras que en la actualidad ha pasado a representar solo el 3,3% de los activos y apenas el 1,1% del PIB, cifras muy lejanas que las que representa el sector servicios (76,4%), principal motor de la economía canaria (Fernández y Martín, 2012). En efecto, los paisajes agrarios han perdido importancia a raíz del fenómeno de la terciarización de la economía en Canarias y, por ende, la agricultura

también ha visto naufragar la relevancia que la caracterizó en la época de auge histórico de la economía agroexportadora. Todo ello ha experimentado una profunda modificación en la ocupación profesional de la población; la colectividad que en el pasado se dedicaba al sector primario ha desplazado la fuerza de trabajo hacia sectores económicos menos sacrificados y mejor remunerados que la agricultura, como es el caso del sector terciario, basado principalmente en la actividad turística y, más concretamente, en la hostelería, la restauración o el comercio (Alonso, 2020).

En definitiva, el abandono de los cultivos y la pérdida de producción del campo en áreas de transición de la trama urbana a la forestal han propiciado la aparición de nuevos paisajes en desamparo, donde la consecuencia más inmediata es la formación de masas vegetales con una constitución muy favorable para arder, propagar el fuego rápidamente y ocasionar incendios de considerable magnitud, además de producir una notable amenaza para la población residente en los ámbitos urbanos próximos (Martín *et al.*, s.f).

Entender la evolución de las IUF y su vinculación con los GIF, se está convirtiendo en una de las claves para la reducción del riesgo ante los incendios forestales en Canarias (Padilla, 2023). Las IUF concentran un importante número de población no adaptada al entorno rural y que, desafortunadamente, no cuenta con conocimientos acerca de la dinámica natural de los incendios forestales (Badia y Valleperas, 2015). Además, entre los aspectos que ya se señalan para dirigir acciones de prevención de incendios forestales vinculados a las IUF(duda) destacan:

- La ordenación del territorio, que debe actuar sobre la localización de las infraestructuras y los usos del suelo con el propósito de evitar la ubicación de ciertos elementos de riesgo como viviendas, líneas de tren o líneas eléctricas en lugares vulnerables (Fababú *et al.*, 2020).
- El mantenimiento de las tierras de cultivo como campos frutales, campos arados, castaños o viñedos. Esta debería, a ojos de los investigadores, ser la principal medida, ya que además de constituir la más económica y eficaz, interrumpe la propagación del fuego evitando esfuerzos adicionales en determinadas infraestructuras de prevención como las franjas perimetrales. En este aspecto, el pastoreo controlado también se está postulando como medida para la gestión del combustible forestal (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2007), puesto que cuando este se produce en enclaves como los barrancos, convierte el cañaveral en un prado, aminorando el riesgo de incendios forestales.

- El establecimiento de protocolos de preparación y formación para la población que reside en las IUF con el objetivo de proteger a los habitantes y de mejorar la capacidad de respuesta ante un incendio forestal (Cerezal y Borges, 2020 y Serra *et al.*, 2019).

A pesar de algunos esfuerzos llevados a cabo para el estudio de los GIF en Canarias (ISTAC, s.f, y Rasilla *et al.*, 2018) todavía se requiere avanzar en el desarrollo de investigaciones de carácter más exhaustivo, sobre todo de los GIF que han tenido lugar en el archipiélago durante el siglo XXI. De entre las afirmaciones que hoy se pueden realizar a cerca de estos fenómenos, una de ellas es su carácter estacional, ya que la mayoría se concentra en la época estival entre julio y septiembre con un máximo en agosto (Dorta, 2001). Además, una particularidad que presentan los GIF (> 250 has) en Canarias es que suelen desarrollarse entre los 300 a los 2000 m de altitud, sobre superficies de pendiente acusada, generalmente por encima de los 10 grados (Rasilla *et al.*, 2018), cuestiones que tratarán de ser contrastadas a través de la base de datos elaborada para este trabajo. A este respecto, otra peculiaridad que se produce en Canarias es que, a pesar de que la ocurrencia de incendios forestales es escasa en comparación con el conjunto nacional, cuando se produce uno de estos, la probabilidad de que se convierta en GIF es la más elevada de todo el país, a lo que se le añade la complejidad que presenta la orografía insular, circunstancia que también complica la accesibilidad para las maniobras de extinción, sumado a un cúmulo de condiciones meteorológicas desfavorables eventuales. Además, la lejanía con la península ibérica dificulta el traslado de medios y recursos para la extinción del incendio (MITECO, 2019).

Algunos años han quedado en la memoria por el suceso de estos desastres; es el caso de los años como 2007, en el que ardieron en Tenerife 16.820 ha, muchas de ellas en el Parque Nacional de las Cañadas del Teide y 18.627 ha en Gran Canaria, de las cuales 3.500 ha se extendieron por el LIC de Tejeda, Inagua y Pajonales, y en el más reciente, acontecido en agosto de 2023 en Tenerife, se arrasaron cerca de 14.000 ha, convirtiéndose en el más grave de ese año en todo el conjunto nacional y considerado para las autoridades como el peor sucedido en la isla en los últimos 40 años (MITECO, 2019 y FEMP, 2023).

4. METODOLOGÍA Y FUENTES

El presente trabajo se ha desarrollado siguiendo una secuencia metodológica dividida en diferentes fases que guardan un contacto directo con los objetivos planteados en este

trabajo (figura 4). Las fases iniciales (1 y 2) tienen un carácter exploratorio y de revisión bibliográfica; la siguiente fase está vinculada con procesos de recopilación de datos, preparación y estandarización de estos (fase 3); y, por último, en las fases finales se analizan los resultados y se establecen una serie de conclusiones relacionadas con la resolución del objetivo principal de este trabajo (fases 4 y 5).

Figura 4. Etapas metodológicas del estudio



Fuente: elaboración propia

A continuación, se realiza una síntesis de la metodología y las fuentes empleadas en cada una de las diferentes fases:

Fase 1. Etapa exploratoria

En primer lugar, se determinó el tema de estudio, tras comprobar previamente la disponibilidad de información bibliográfica y cartográfica con el propósito de poder completar una serie de objetivos posteriormente definidos. Tras constatar que se disponía de documentación suficiente, se procedió a la consulta en detalle de fuentes bibliográficas, en su mayoría científicas, relacionadas con los GIF, como el aumento de la zonas de interfaz urbano-forestal, los factores climáticos que propician la aparición de estos fenómenos, la evolución que han experimentado los GIF en el conjunto nacional, y otras cuestiones que permiten obtener conocimientos específicos en función de las necesidades de la investigación.

Fase 2. Elaboración del marco teórico

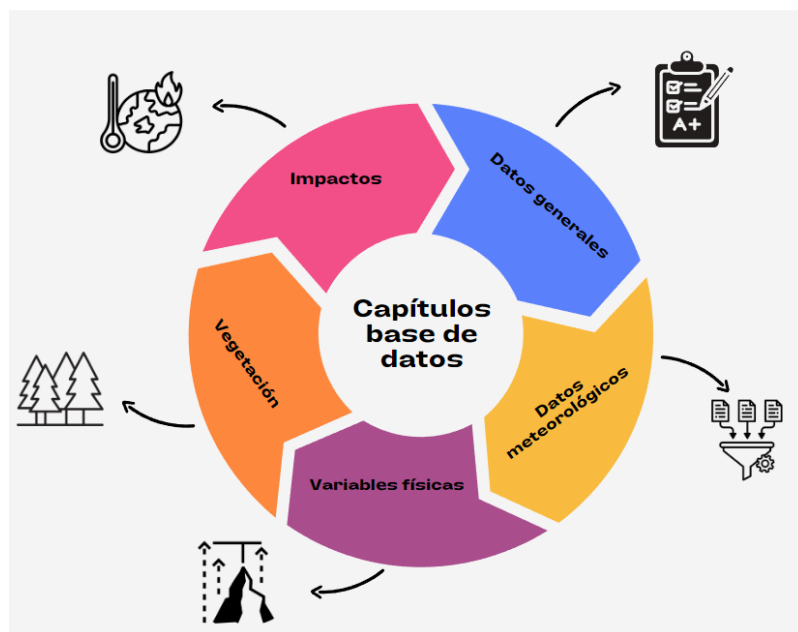
Concluida la etapa inicial exploratoria, se procedió a la construcción del marco teórico, que se organizó dos ejes principales: en primer lugar, los GIF, donde se estudiaron las causas que provocan la aparición de este tipo de desastres, y sus derivadas consecuencias. Además, se incluye aquí la creciente influencia del cambio climático, y, en segundo lugar, el riesgo de incendios forestales en Canarias. Este eje se centra en los aspectos más locales de diversa índole que posibilitan la aparición de estos episodios en el archipiélago, como las advecciones saharianas, las olas de calor y el incremento de las zonas de interfaz urbano-forestal.

La elaboración del marco teórico se completó a raíz de la consulta de múltiples fuentes de información, tales como informes publicados por organismos como el MITECO, artículos académicos y legislación relacionada con el tema de estudio. Además, fueron consultados recursos cualificados que pudieran cumplimentar este capítulo con una brevedad adecuada a una investigación de esta naturaleza.

Fase 3. Construcción de la base de datos

Una vez redactado el marco teórico, se elaboró una base de datos destinada a recabar la información que, de acuerdo con las pesquisas realizadas en las fases anteriores, podrían tener relación con el origen y la expansión de los GIF en Canarias. La base de datos está estructurada en cinco bloques: (1) datos generales; (2) datos meteorológicos; (3) variables físicas, (4) vegetación; y (5) impactos, tal y como se observa en la figura 5.

Figura 5. Capítulos de la base de datos



Fuente: elaboración propia

4.1 Datos generales

Los datos generales de la base de datos proporcionan toda aquella información básica y fundamental sobre cada gran incendio forestal acontecido, contextualizando cada uno de ellos antes de profundizar en otras posibles variables más específicas.

Dada la inexistencia de información oficial publicada al respecto del punto concreto en el que se inicia cada GIF, se ha tomado como referencia el primer punto caliente registrado

satelitalmente. Dichos puntos se encuentran almacenados en el *Fire Information for Resource Management System* de la NASA (NASA, 2024). En concreto, los datos proceden del sensor MODIS Collection 6.1, cuya resolución es de un kilómetro y ofrece información desde noviembre del año 2000. En aquellos casos en los que el sensor detecta más de un punto caliente a una misma hora, se ha optado por escoger aquel que, de acuerdo con las crónicas e informes emitidos el día del incendio, resulta más coherente desde una perspectiva espacial. Por lo tanto, la duración de cada GIF se ha calculado tomando como referencia la fecha del primer y último punto caliente. Asimismo, se incluyen referencias para situar el incendio espacialmente, el número de municipios afectados y la superficie afectada en cada uno de ellos, además del número de evacuados y víctimas, en caso de haberlos. Las restantes variables han sido extraídas del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024), Copernicus (s.f) y el Sistema de Información Territorial de Canarias (SITCAN, s.f).

Tabla 1. Variables empleadas en los datos generales

Descripción
Código del incendio: isla/m/aa
Fecha del inicio: dd/m/aa
Mes del inicio
Hora del inicio
Duración del incendio en días
Fecha de finalización: dd/m/aa
Hora finalización
Coordenadas UTM punto inicial
Código CCAA según ISTAC; ej: CAN
Código PROV según ISTAC; ej: 05
Código ISLA según ISTAC; ej: 384: Tenerife
Código municipio 1 según ISTAC; ej: 026: La Orotava
Hectáreas afectadas en municipio 1
Superficie total afectada en hectáreas
Total de municipios afectados
Total de víctimas humanas
Total de personas evacuadas

Fuente: elaboración propia

4.2 Datos meteorológicos

Las condiciones meteorológicas tienen un impacto significativo en el desarrollo del incendio forestal ya que influyen en el comportamiento y en la propagación del fuego. La recopilación y el análisis de estos datos ayudan a los órganos de gestión de los incendios

forestales a tomar decisiones concretas sobre la evacuación, la asignación de recursos y las estrategias de extinción.

Con el objetivo de determinar las condiciones meteorológicas reinantes durante el día de inicio de cada incendio forestal, se han obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) los datos correspondientes a la temperatura (máxima, media y mínima), la humedad relativa (máxima, media y mínima), la velocidad media del viento y la racha máxima registrada en el día de inicio de cada GIF. En este sentido, para cada incendio se ha seleccionado una estación meteorológica de referencia en las proximidades del punto de comienzo, cuyas condiciones ambientales se presuponen similares a las de la zona en la que se produce la ignición. Por su parte, en aras de caracterizar la altitud a la que suele situarse la inversión térmica, se han recabado los datos correspondientes a los sondeos atmosféricos realizados diariamente en la estación de Gúímar (60018), almacenados por la Universidad de Wyoming (University of Wyoming, 2024).

Tabla 2. Variables meteorológicas empleadas en base de datos

Descripción
Temperatura máxima en el día del incendio en grados centígrados
Temperatura mínima en el día del incendio en grados centígrados
Temperatura media en el día del incendio en grados centígrados
Humeda relativa máxima en el día del incendio
Humedad relativa mínima en el día del incendio
Humeda relativa media en el día del incendio
Velocidad del viento media en el día del incendio en km/h
Racha de viento máximo en el día del incendio en km/h
Altura de inversión en el día del incendio en metros

Fuente: elaboración propia

4.3 Variables físicas

Las variables físicas del terreno incluyen una diversidad de características naturales que no solo afectan a la intensidad y la propagación del fuego, sino que también son importantes en lo que se refiere a la gestión y planificación de la extinción de los incendios forestales. En este sentido, la pendiente influye en la velocidad y en la dirección de propagación del fuego y del viento. La orientación del terreno, por su parte, influye sobre los mismos aspectos que la pendiente y, además, puede afectar a la humedad y a la sequedad del combustible. La altitud presenta incidencia sobre la temperatura, y en la humedad ambiental, así como en la densidad y composición del tipo de vegetación presente.

Las islas Canarias presentan una topografía que varía significativamente desde terrenos llanos a montañas con fuertes pendientes que, junto con la altitud que alcanzan algunas de estas, caracterizan la dinámica de los incendios forestales. Se trata, pues, de una región cuya accesibilidad a ciertos enclaves se convierte en una tarea laboriosa, lo que introduce dificultades en las operaciones de extinción de los incendios forestales (Neris *et al.*, s.f).

En líneas generales, las variables físicas del terreno han sido obtenidas mediante ciertos procesos operativos del Modelo Digital del Terreno ofrecido por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG, s.f).

Tabla 3. Variables físicas empleadas en base de datos

Variable	Descripción
Altitud	Altitud dividida en intervalos de 250 metros desde los 0 hasta los 2500 metros, calculando las hectáreas afectadas en cada franja
Pendiente	Pendiente dividida en intervalos de 10 grados desde los 0 hasta los 90 grados, calculando las hectáreas afectadas en cada franja
Orientación	Orientación dividida según los principales puntos cardinales (N,NE,E,SE,S,SW,W,NW) calculando las hectáreas afectadas en cada orientación

Fuente: elaboración propia

4.4 Vegetación

La vegetación desempeña un papel fundamental en la dinámica de los incendios forestales puesto que es el combustible esencial que alimenta el fuego. En Canarias, el pinar conforma la comunidad vegetal potencial de mayor densidad y extensión, siendo esta una de las más inflamables debido a la resina que contienen y una de las más propensas a arder y propagar el fuego rápidamente. Ciertos factores como la mencionada densidad, el contenido de humedad y la altura y composición de la vegetación, influyen en el comportamiento de los incendios forestales; por ejemplo, la vegetación muerta y seca tiende a arder más fácilmente que la vegetación viva y húmeda (Melián, 2023).

El análisis de la vegetación afectada por los GIF se ha sintetizado en tres categorías; bosques de frondosas, coníferas y mixtos. Dada la indisponibilidad del mapa de vegetación del Gobierno de Canarias, para obtener la información referente a la vegetación se ha tomado como referencia el mapa de vegetación del Corine Land Cover, ofrecido por Copernicus (s.f).

Tabla 4. Variables empleadas en vegetación

Descripción
Afección en bosques de frondosas en % sobre el total del perímetro
Afección en bosques de coníferas en % sobre el total del perímetro
Afección en bosques de mixtos en % sobre el total del perímetro

Fuente: elaboración propia

4.5 Impactos

Los incendios forestales generan una serie de impactos negativos en el medio ambiente, en la economía y en la sociedad. En esta línea, estos fenómenos generan pérdidas locales en la economía al perder el atractivo turístico de las áreas afectadas y provocan riesgos directos para la salud y seguridad de las personas debido a las grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases que se emiten. Sin embargo, los principales impactos tienen lugar sobre las propiedades (físicas, químicas y biológicas) y sobre la productividad del suelo, afectando de esta manera a un número importante de hábitats de especies animales y vegetales (Mora, 2020). En el caso de las islas Canarias, los incendios forestales recorren extensas áreas de vegetación siendo estas en numerosas ocasiones designadas y gestionadas para conservar su biodiversidad y reservas naturales.

Dado que el mapa de cultivos ofrecido por el Gobierno de Canarias se encuentra desactualizado, puesto que el último ofrecido es del 2018, se ha tomado como referencia el ofrecido por Copernicus (s.f). Por otra parte, para el cálculo de las hectáreas de Espacios Naturales Protegidos afectadas se ha utilizado el mapa correspondiente a dichas áreas ofrecido por el SITCAN (s.f).

Tabla 5. Variables empleadas en impactos

Descripción
Impactos sobre cultivos en % sobre el total del perímetro
Impactos en infraestructuras aeroportuarias en % sobre el total del perímetro
Impactos en tejidos urbanos discontinuos en % sobre el total del perímetro
Impactos en tejidos urbanos continuos en % sobre el total del perímetro
Impactos en zonas industriales en % sobre el total del perímetro
Impactos en instalaciones deportivas en % sobre el total del perímetro
Hectáreas de parques nacionales afectados
Hectáreas de parques naturales afectados
Hectáreas de parques rurales afectados
Hectáreas de reservas naturales integrales afectadas
Hectáreas de reservas naturales especiales afectadas
Hectáreas de monumentos naturales afectados
Hectáreas de paisajes protegidos afectados
Hectáreas de sitios de interés científico afectados
Hectáreas afectadas no protegidas

Fuente: elaboración propia

Para obtener gran parte de la información de índole geográfica, como las franjas de altitud, pendiente y orientación, el procedimiento llevado a cabo ha sido el siguiente; previa descarga cartográfica según las variables establecidas en la base de datos, se han ejecutado diferentes procesos operativos como georreferenciaciones del perímetro de varios GIF conversiones de archivos ráster a vectorial y reclasificaciones de capas, en aras de disponer de la totalidad de la información estandarizada y adecuada a las necesidades del estudio.

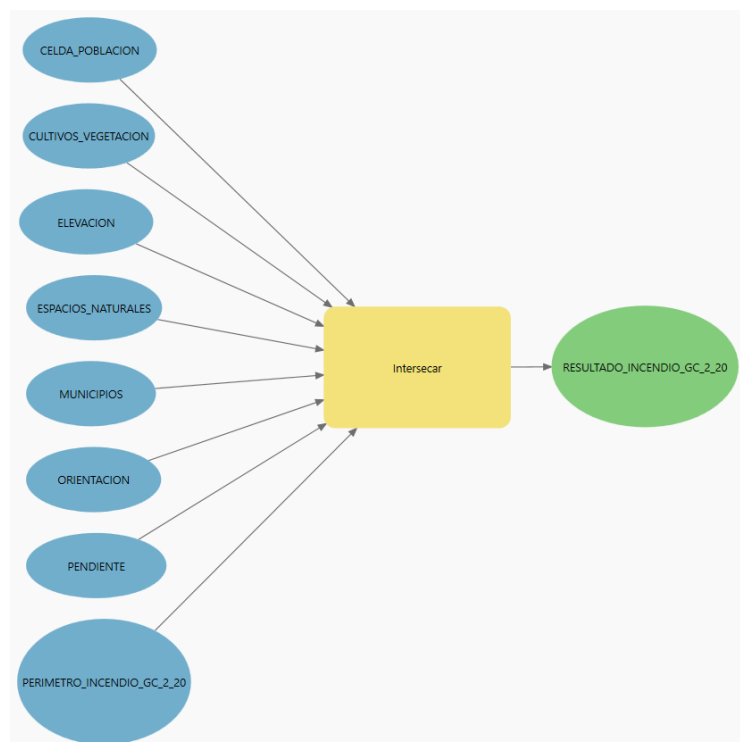
Tabla 6. Ejemplo de reclasificación

Variable (Pendiente)	Reclasificación
PEN_0_10 grados	1
PEN_10_20 grados	2
PEN_20_30 grados	3
PEN_30_40 grados	4
PEN_40_50 grados	5
PEN_50_60 grados	6
PEN_60_70 grados	7
PEN_70_80 grados	8
PEN_80_90 grados	9

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, se realizó un intersecado de las variables cartográficas representadas en polígonos vectoriales para el análisis de cada GIF. Para agilizar los procesos de análisis, fue elaborado un modelo empleando la herramienta *ModelBuilder* en el software ArcGIS Pro.

Figura 6. Modelo para intersecar información vectorial de distintas variables con la capa del incendio de 2020 en Gran Canaria



Fuente: Trabajos del autor en ModelBuilder de ArcGIS Pro

Fase 4 . Análisis de los resultados

Una vez finalizada la fase anterior, se han realizado una serie de preguntas a la base de datos, como, por ejemplo, la evolución de la superficie quemada en los Espacios Naturales Protegidos y la estacionalidad de aparición de estos fenómenos, donde a través de gráficos, mapas y tablas se ha elaborado el apartado 5 del trabajo.

Fase 5. Discusión y conclusiones

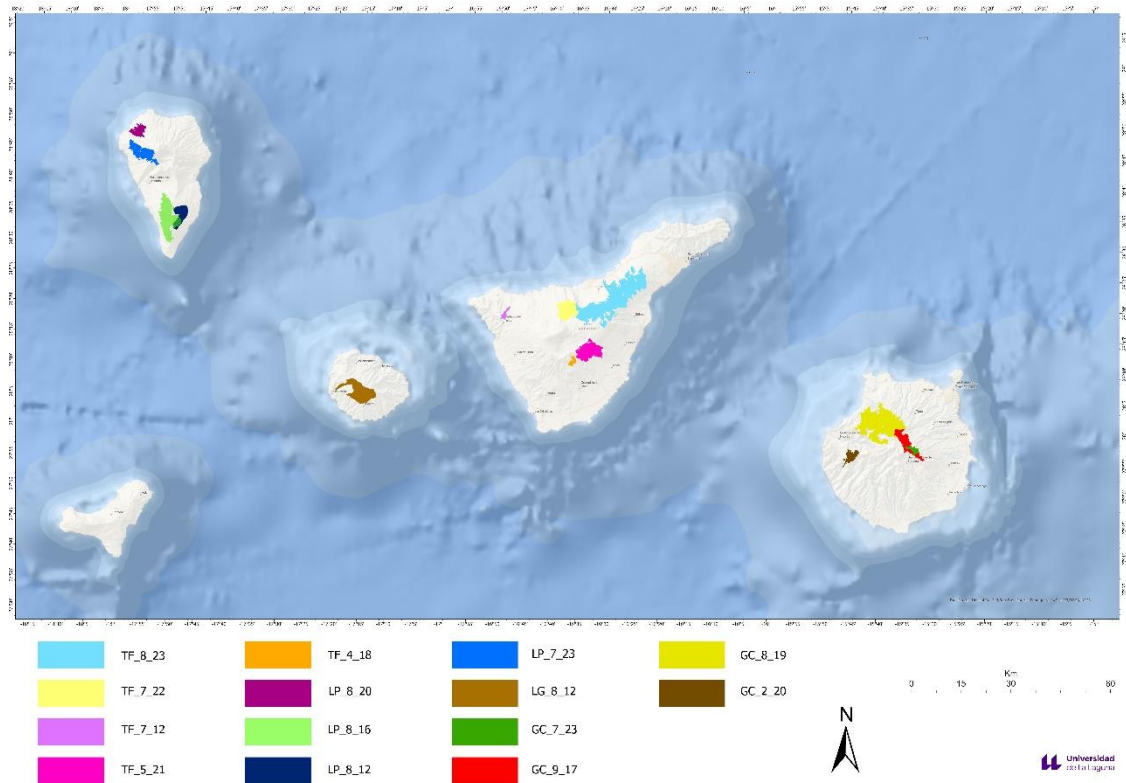
La última fase metodológica ha consistido en establecer una discusión y una serie de conclusiones referentes al objetivo principal de este trabajo, es decir, caracterizar los GIF en Canarias entre 2012 y 2023 y su evolución en este periodo observado, sobre todo, los resultados del análisis.

5. RESULTADOS

Se ha procedido a la representación de los resultados alcanzados que se distribuirán por criterios para, finalmente, elaborar una evaluación global acerca de la evolución de los GIF en las islas Canarias.

5.1 Aspectos generales

Figura 7. Localización GIF en Canarias 2012-2023



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN y Copernicus

En primer lugar, según se observa en la figura 7, los GIF en Canarias han acontecido en todas las islas excepto en El Hierro, Lanzarote y Fuerteventura, dado que en estas dos últimas la suavidad de sus relieves, junto con la falta de vegetación densa reducen las posibilidades de aparición de incendios forestales. En esta línea, en La Gomera sólo se ha producido un fenómeno de esta magnitud en agosto de 2012, siendo uno de los más destacados en cuanto a la superficie recorrida por el fuego (3895,4 ha) (Tabla 7). En La Palma y en Gran Canaria han tenido lugar un total de 8 GIF repartidos de igual manera, con especial importancia los acontecidos en 2016 y 2019 por el número de hectáreas quemadas (4638,7 y 9321,1 respectivamente) así como por el número de municipios afectados y la duración del de 2019 (los valores más destacados de la serie estudiada), resultando imprescindible mencionar los sucedidos en 2017 y 2020 en Gran Canaria debido al deceso de dos personas. En la isla de Tenerife han tenido lugar la mayoría de los GIF acaecidos en el periodo de estudio (35%). El último, sucedido en agosto del año 2023, es el más grave no solo por las hectáreas afectadas (13728), sino por el número de

municipios con superficie afectada (12) y personas evacuadas (26.000, aproximadamente).

Tabla 7. Datos relevantes acerca de los GIF 2012-2023

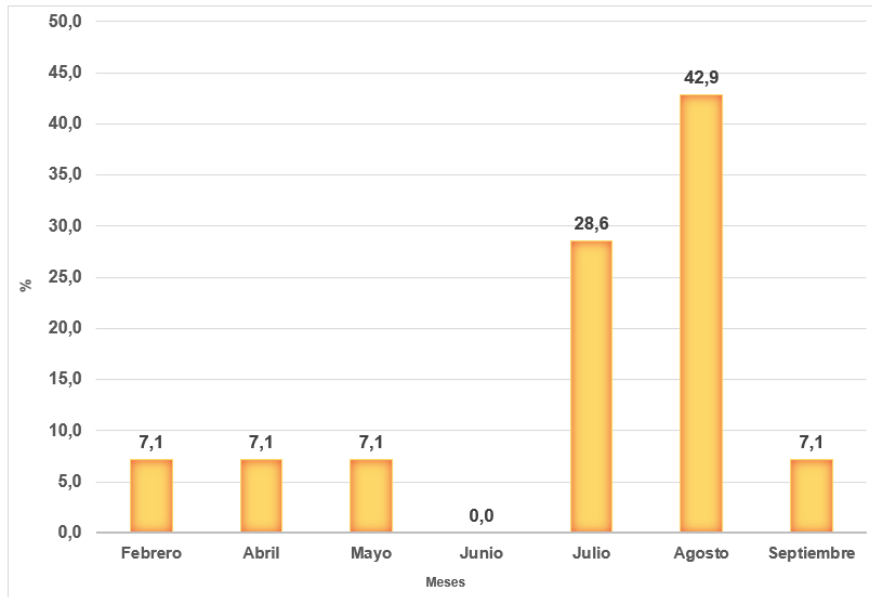
Código incendio isla/m/aa	Superficie quemada (ha)	Municipios afectados	Duración (días)
LP/7/23	2429,83	3	2
TF/8/23	13728	12	6
GC/7/23	455,6	6	1
TF/7/22	2997,7	5	4
TF/5/21	3088,1	3	5
LP/8/20	1112,1	1	2
GC/2/20	1482,1	3	1
GC/8/19	9321,1	8	10
TF/4/18	388,5	1	2
GC/9/17	2434,45	8	1
LP/8/16	4638,7	5	4
TF/7/12	338,13	4	4
LG/8/12	3895,5	6	5
LP/8/12	1894,08	2	2

Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN, Copernicus y NASA

Entre 2012 y 2023 se han producido un total de 14 GIF, que han afectado a 48203, 8 ha, siendo la isla de Tenerife la más perjudicada (20540,2 ha). En este aspecto, los GIF han afectado a 67 municipios, siendo La Orotava, en Tenerife, el más afectado, con 5.255, 4 ha, seguido de Artenara, en Gran Canaria, con 3731,2 ha calcinadas por el fuego.

Por otra parte, los GIF en el ámbito de estudio son proclives a desarrollarse entre febrero y septiembre (figura 8). Concretamente, son más propensos a desarrollarse durante el periodo estival, puesto que el 71,5% de estos y el 85% de la superficie quemada se localiza entre julio y agosto debido probablemente a una serie de condiciones que se estudiarán en el apartado 5.2.

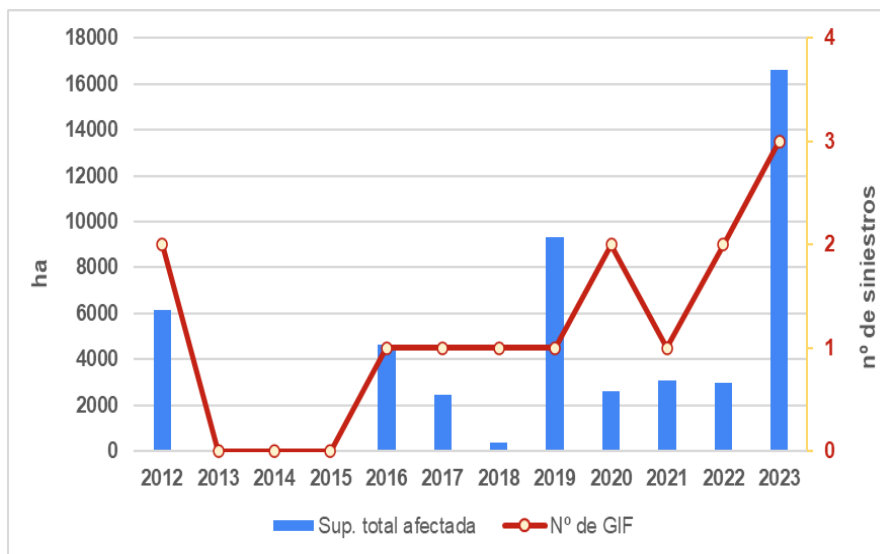
Figura 8. Distribución porcentual de GIF por meses en Canarias 2012-2023



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN y Copernicus

La evolución de la superficie quemada por GIF no manifiesta ninguna tendencia (figura 9), sino una variabilidad anual influenciada en gran medida por las condiciones climáticas reinantes durante el comienzo y transcurso de cada siniestro. Sin embargo, el número de GIF sí presenta una tendencia creciente con el transcurso de la serie, siendo esperable un aumento en los próximos años debido, junto a otras variables, al aumento de las temperaturas y de las olas de calor.

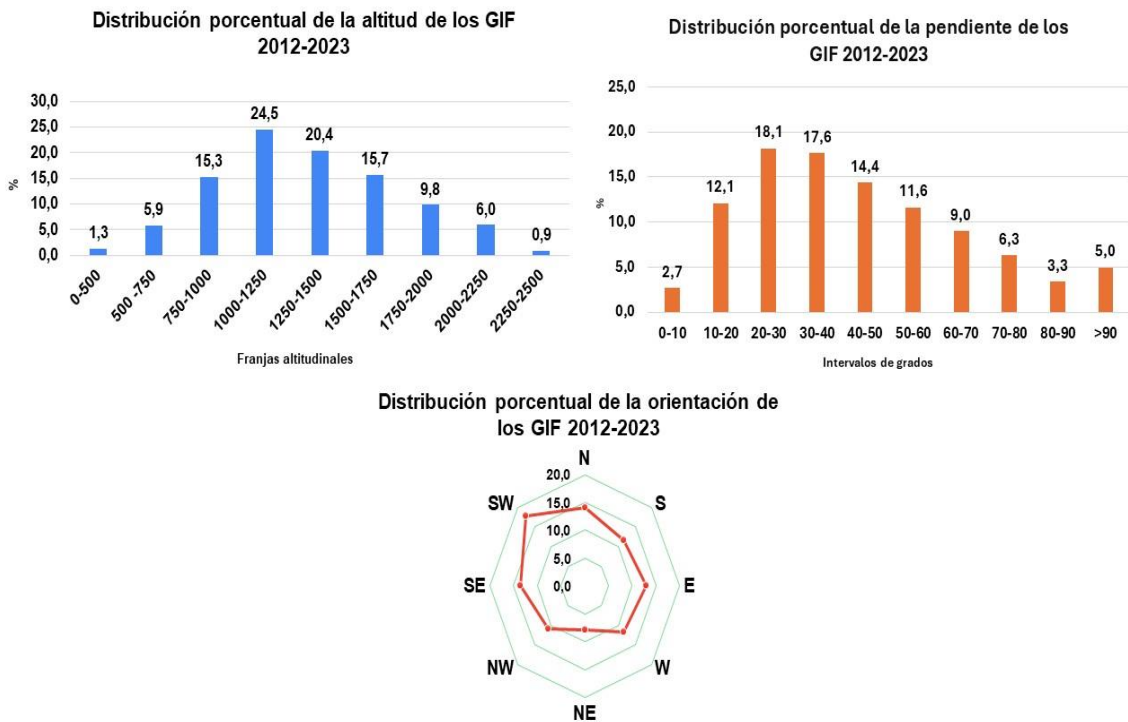
Figura 9. Evolución superficie quemada por GIF 2012-2023



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN y Copernicus

5.2 Variables físicas y ambientales

Figura 10. Aspectos físicos de los GIF



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN, Copernicus y CNIG

El 24,5 % de la superficie afectada por los GIF en Canarias se sitúa en la franja altitudinal entre los 1000 y 1250 metros (11832,3 ha). En esta línea, las franjas altitudinales más perjudicadas son las comprendidas entre los 750 y los 1750 metros, representando en conjunto el 76% de la superficie afectada (figura 10). Habitualmente, los GIF se desarrollan sobre superficies por encima de los 500 metros sobre el nivel del mar, no habiendo apenas incidencia por debajo de esta cota, hasta los 2250 metros, donde solo muy ocasionalmente se supera esta última altitud; únicamente los incendios acontecidos en Tenerife en 2021 y 2023 afectaron a un total de 199,6 y 200,8 ha, respectivamente, por encima de esta altitud. En este aspecto, otra singularidad de estos fenómenos en el archipiélago es que suelen originarse en una cota altitudinal determinada para luego desplazarse verticalmente, alcanzando varias franjas altitudinales y no desarrollándose en la misma cota donde se inician.

Por su parte, los GIF en Canarias apenas transcurren sobre terrenos con pendientes superiores a los 80 grados (8,3%) ni por debajo de los 10 grados (2,7%) (figura 10). Principalmente se desarrollan sobre superficies con una pendiente entre 20 y 40 grados;

en concreto, el 35,7% de la superficie afectada presenta una inclinación comprendida dentro de este intervalo. Asimismo, también se producen, aunque en menor medida, sobre terrenos con una pendiente entre los 10 y 20 grados (12,1%) y 40 y 50 grados (14,4%).

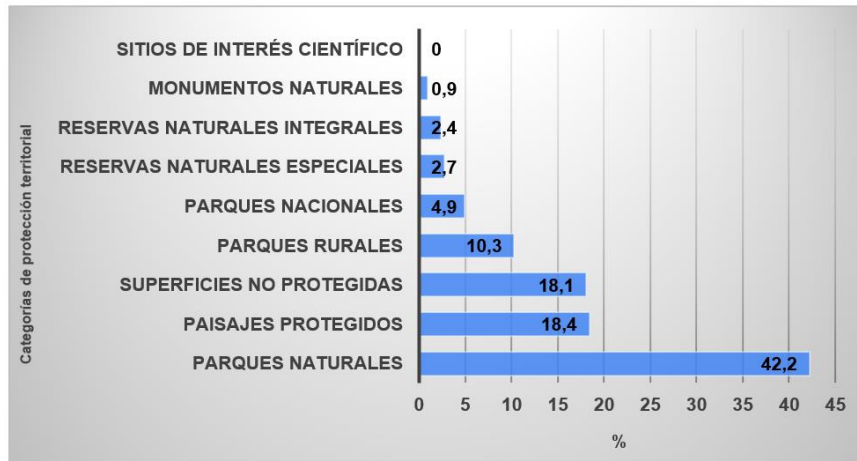
En otro orden de cosas, las superficies afectadas con orientación NE son las que menor incidencia del fuego presentan (7,8%), debido probablemente a que estos terrenos suelen estar más húmedos al estar expuestos a la llegada de los alisios. Sin embargo, las superficies orientadas al SW son las más perjudicadas (17,6%) por el fuego, quizás a consecuencia de la mayor incidencia solar y de la menor humedad presente (figura 10).

En cuanto a las variables meteorológicas, todos los GIF presentan en su día de inicio temperaturas máximas superiores a los 25°C, alcanzado en algunos casos los 36,7°C en el caso del ocurrido en agosto del 2012 en La Palma, y temperaturas mínimas de 16°C en algunos como el acontecido en julio de 2022 en Tenerife. Con respecto a la humedad, algunos GIF se inician con una humedad mínima del 7 y del 9%, mientras otros alcanzan valores máximos del 98 y 96% en el caso de los ocurridos en julio de 2022 en Tenerife y en julio de 2023 en La Palma, respectivamente. Además, algunos GIF como el de febrero de 2020 en Gran Canaria o el de agosto del 2012 en La Gomera han alcanzado rachas de vientos moderadas de hasta 29,2 y 22,2 km/h, respectivamente.

Por otro lado, en el día de inicio de trece de los catorce GIF analizados, la altura de la inversión térmica inferior o próxima a los 500 metros. Así, en algunos casos, la altura de la inversión es extraordinariamente baja (123, 127 y 134 metros), desarrollándose únicamente un GIF con una altura de la inversión superior a 1000 metros. Según Dorta (2001), la altura de la inversión térmica se sitúa en una banda promedio entre los 400 y 600 metros durante el periodo estival en días con predominio de aire sahariano, y sobre los 1000-1200 metros con predominio de masas de aire marítimas durante el mismo periodo. En esta línea, de los 10 GIF que se han originado durante el periodo estival (72%), 9 de ellos se han producido con una altura de inversión inferior a los 500 metros, por lo tanto, envueltos bajo un aire caliente y seco exponiendo de manera considerable a la vegetación forestal canaria ante el riesgo de incendio forestal.

5.3 Variables de impactos

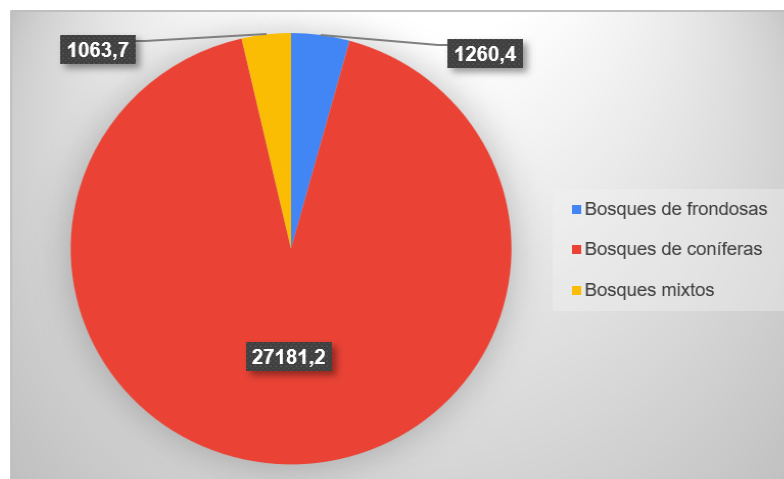
Figura 11. Distribución porcentual de las categorías de protección territorial según la superficie total quemada por los GIF 2012-2023



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN y Copernicus

Con el propósito de determinar las características de las superficies afectadas por los GIF en el periodo establecido, los Parques Naturales han sido la categoría de protección territorial más afectada por estos fenómenos (42,2%), seguido de los Paisajes Protegidos (18,4%) y las superficies no protegidas (18,1%) (figura 11). Las demás categorías de protección se han visto escasamente afectadas, destacando los Monumentos Naturales o los Sitios de Interés de Científicos, en los que no se ha producido prácticamente incidencia (0,9 y 0%, en el orden dado).

Figura 12. Superficie total quemada en hectáreas por los GIF 2012-2023 según categorías de vegetación



Fuente: elaboración propia a partir de SITCAN y Copernicus

Los bosques de coníferas han sido los más perjudicados por los GIF (27181,2 ha) (figura 12), probablemente por ser la categoría dominante en los bosques canarios, constituidas principalmente por *Pinus Canariensis*. Las otras dos grandes categorías de vegetación se

han visto afectadas por el fuego en mucha menor medida; 1260,4 ha en el caso de los bosques de frondosas (integrados principalmente por *Erica Arboria*), y 1063,7 ha en el caso los bosques mixtos, con presencia de ambas especies.

Finalmente, algunos GIF han afectado a superficies cultivadas; es el caso del incendio acontecido en julio de 2012 en Tenerife. En el mismo, de las 338,1 ha afectadas, 164,6 de ellas (51,3%) eran superficies labradas. Por su parte, en el evento sucedido en La Palma en agosto del 2020, un 7,5% de la superficie quemada (1112,1 ha) eran terrenos cultivados. Otros GIF del periodo estudiado han dañado terrenos de estas características, pero con valores inferiores al 4% sobre el total del perímetro en todos los casos.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tal y como se ha expuesto, para analizar la evolución de los GIF en Canarias en los últimos años se ha elaborado una base de datos con las principales variables consideradas de interés para determinar las características esenciales de los mismos en las islas. A partir del estudio de todas variables incluidas y de su correspondiente estandarización acorde a las necesidades del estudio, se han cumplimentado los distintos campos fijados en la base de datos.

Como ha quedado de manifiesto, los GIF en Canarias se desarrollan principalmente en las islas de mayor altitud (Tenerife, Gran Canaria y La Palma), puesto que en las demás no ha habido registro de existencia de estos fenómenos excepto en La Gomera, donde sí se contabiliza un GIF de considerada importancia por las hectáreas recorridas por el fuego. De 2013 a 2015 no se ocasionó ningún desastre de esta magnitud, destacando los años 2012 y 2023 por ser los que más episodios registran, (se contabilizan 3 GIF en cada uno). En términos generales, los GIF en el archipiélago canario recorren una media de 3443,1 ha, afectan aproximadamente a unos cinco municipios y cerca de 3000 personas son evacuadas por cada fenómeno de estas dimensiones.

Respecto a las variables meteorológicas, los GIF en el archipiélago se inician con temperaturas mínimas superiores a los 16°C y temperaturas máximas por encima de los 25°C, alcanzando en algunos casos los 37°C. La velocidad media del viento en el día de inicio de los GIF es inferior a los 11 km/h, aunque en algunas ocasiones se originan rachas que sobrepasan los 28 km/h en el transcurso de los mismos. Además, como se ha podido comprobar, la altura de la inversión térmica en los días de comienzo de los GIF suele

situarse, como mucho, a los 500 metros en trece de los catorce GIF registrados, estando únicamente por encima de los 1000 metros en el acontecido en julio de 2023 en Gran Canaria. A este respecto, se confirma la hipótesis expuesta por algunos autores de que en presencia de aire sahariano es cuando se producen más GIF en el archipiélago dado que, en el periodo de estudio, el 92% de estos episodios se han producido bajo estas condiciones meteorológicas, especialmente durante el periodo estival.

Por su parte, la evolución de la superficie quemada no muestra ninguna tendencia puesto que los GIF con mayores superficies se reparten sin manifestar un claro patrón a lo largo del periodo estudiado. Sin embargo, el número de GIF sí muestra una evolución creciente y se espera que siga en auge como consecuencia del calentamiento global, que probablemente aumentará la gravedad y periodicidad de las olas de calor (Dorta *et al.*, 2018).

Con certeza se conoce que las superficies más afectadas son aquellas que se sitúan entre los 750 y los 1750 metros, siendo las comprendidas entre los 1000 y 1750 metros las más afectadas por el fuego debido a que es donde se localizan las masas forestales con mayor densidad. Por su parte, las superficies situadas entre los 750 y 1000 metros también son afectadas, aunque en menor medida, coincidiendo estas con las zonas de interfaz urbano-forestal. De esta manera, es evidente que el abandono agrícola experimentado durante las últimas décadas en Canarias ha favorecido la recolonización de especies vegetales, en muchos casos pirófitas, cerca de ámbitos urbanos y provocando un riesgo muy significativo para la población residente. Además, los GIF se desarrollan principalmente sobre pendientes medianamente acusadas comprendidas entre los 20° y 50°, y en menor grado se desenvuelven sobre pendientes más pronunciadas por encima de 50° que dificultan las maniobras de extinción en ocasiones. Asimismo, los terrenos más influenciados por el fuego son los orientados hacia el SW y los que menos hacia el NE.

Respecto a los impactos en la vegetación y en los cultivos de los GIF, hay que tener en cuenta que se ha utilizado una fuente de información cuya resolución no es, quizás, muy precisa, aunque cuenta con el beneficio de poderse emplear en distintos contextos geográficos. De esta forma, estas variables podrían precisarse con más detalle si se empleara una fuente local, pero, como se ha comentado en el apartado metodológico, en este trabajo se ha utilizado el *Corine Land Cover* debido a que esta fuente se encuentra a disposición en toda Europa y permite realizar las mismas labores de estudio en cualquier

otro ámbito europeo. A raíz de lo anterior, algunos GIF han afectado a terrenos cultivados, aunque sin apenas influencia, destacando únicamente el acontecido en 2012 en Tenerife donde más de la mitad del total de la superficie quemada por el fuego eran superficies labradas. En el caso de la vegetación, los GIF afectan prácticamente en su totalidad a los bosques de coníferas, siendo los bosques de frondosas y mixtos escasamente afectados. Por su parte, los GIF afectan fundamentalmente a los Parques naturales y, en menor medida, a los Paisajes Protegidos.

Tras conocer la evolución, las características y las causas que propician la aparición de los GIF en el ámbito insular canario, es de suma importancia mencionar una serie de acciones que, a la luz de la investigación llevada a cabo, contribuirían a aminorar el riesgo por incendios forestales en el archipiélago. En primer lugar, es fundamental implantar medidas preventivas que sean planificadas acorde al entorno y a los habitantes del espacio, como la limpieza alrededor de viviendas donde la vegetación sea peligrosa en cuanto a la generación del fuego, así como campañas educativas que promuevan la participación ciudadana con el fin de alcanzar una sensibilización y familiarización respecto a los incendios forestales. En segundo lugar, es trascendente el establecimiento de políticas que promuevan las prácticas agrícolas, evitando de esta manera el progresivo abandono de las parcelas de cultivos e impulsando la compra de estos productos en su ámbito más próximo. Finalmente, es imprescindible dotar de los recursos más avanzados a todos los órganos que trabajan en emergencias, desde la prevención a la extinción, con el fin de lograr una mayor eficiencia, una respuesta más rápida y una mayor seguridad para el personal actuante en la línea del frente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso González, J. (2020). *Los cultivos agrícolas en Canarias: los cambios y causas* (Trabajo fin de grado, Universidad de La Laguna). <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/20174/Los%20cultivos%20agricolas%20en%20Canarias%20los%20cambios%20y%20sus%20causas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Badia, A., & Valldeperas, N. (2015). El valor histórico y estético del paisaje: claves para entender la vulnerabilidad de la interfaz urbano-forestal frente a los incendios. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 19.
- Cabrera García, J. (2016). Estudio de la dispersión urbana “urban sprawl” en el sector sur del municipio de Los Realejos (Trabajo fin de grado, Universidad de La Laguna). <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2952/ESTUDIO%20DE%20LA%20DISPERSION%20URBANA%20%c2%bfURBAN%20SPRAWL%c2%bf%20EN%20EL%20SECTOR%20SUR%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20LOS%20REALEJOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carracedo Martín, V., Diego Liaño, C., & Rasilla Álvarez, D. (2012). Análisis regional de los fuegos en España y su relación con la sequía.
- Carracedo Martín, V. (2015). *Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria*. (Tesis doctoral, Universidad de Cantabria). <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/6541>
- Castillo, M., Pedernera, P., & Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA*, 19, 44-53.
- Cerezal, J. C. S., & Borges, J. N. (2020). Retos de la gestión forestal y ambiental en las Islas Canarias en el siglo XXI. *Retos de la gestión forestal y ambiental en las Islas Canarias en el siglo XXI*.
- CNIG (IGN) (s.f). *Centro de descargas*. Gobierno de España. <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- Copernicus (s.f). *Servicio de vigilancia terrestre*. Visor de datos. <https://land.copernicus.eu/en/map-viewer>

Cubero, V. (11 de octubre de 2023). *Los 15 mayores incendios forestales de la historia de España*. Plataforma tierra. <https://www.plataformatierra.es/actualidad/15-incendios-forestales-mas-grandes-espana>

Díaz Hernández, A. J. (2018). Análisis de las olas de calor en primavera en Canarias.

Dorta, P. J. A. (2001). Aproximación a la influencia de las advecciones de aire sahariano en la propagación de los incendios forestales en la provincia de Santa Cruz de Tenerife. In *Actas del XVII Congreso de Geógrafos Españoles: Oviedo, noviembre de 2001* (pp. 158-162). Departamento de Geografía. https://www.researchgate.net/publication/295075698_Aproximacion_a_la_influencia_de_las_adveraciones_de_aire_sahariano_a_la_propagacion_de_los_incendios_forestales_en_la_provincia_de_Santa_Cruz_de_Tenerife

Dorta Antequera, P., López-Díez, A., & Díaz Pacheco, J. (2018). El calentamiento global en el Atlántico Norte Suroriental. El caso de Canarias. Estado de la cuestión y perspectivas de futuro. *Cuadernos Geográficos*, 57(2), 27-52.

Dorta Antequera, P., López Díez, A., Díaz Pacheco, J., Máyer Suárez, P., & Romero Ruiz, C. (2020). Turismo y amenazas de origen natural en la macaronesia. Análisis comparado. *Cuadernos de Turismo*, (45), 61-92. <https://doi.org/10.6018/turismo.426041>

Fababú, D. D., Fernández, J. B., & Knecht, F. J. N. (2020). La prevención de grandes incendios forestales en Gran Canaria. La gestión del paisaje ante la era del cambio global. In *Retos de la gestión forestal y ambiental en las Islas Canarias en el siglo XXI: libro homenaje: Ingeniero de Montes Don Isidoro Sánchez García* (pp. 85-108). Colegio de Ingenieros de Montes.

Federación Española de Municipios y Provincias. (FEMP). (2023). Tenerife: el incendio más grave de 2023. *Gobierno Local*, 1, 49-51. <https://www.femp.es/sites/default/files/multimedia/Tenerife%2C%20el%20incendio%20m%C3%A1s%20grave%20de%202023.pdf>

Fernández, C. S., y Martín, V. O. (2016). Crisis económica y retorno a la actividad agrícola en Canarias. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (70). <https://doi.org/10.21138/bage.2163>

Font Tullot, I. (1959). El clima de las Islas Canarias. *Anuario de estudios atlánticos*, 1(5), 57-103.

Gobierno de Canarias. (s.f). *Características generales: geografía*.
https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/scs/1/plansalud/psc02/psc02_11.htm

González-Calvo, A., Hernández Leal, P.A., Arbelo, M., Barreto, A., & Arvelo Valencia, L. (2007). Evaluación del riesgo de incendios forestales en las Islas Canarias usando datos AVHRR y MODIS. *Teledetección*. 27-33.

Hernández Martín, R., Marzol Jaén, M. V., Bolaños González, J. I., Santana Talavera, A., Simancas Cruz, M. R., Rodríguez Rodríguez, Y., & García Cruz, J. I. (2012). El clima en Canarias como recurso turístico frente a sus principales mercados emisores y competidores.

Herrero-Corral, G. (2012). Adaptación de la Gestión Frente a incendios en los territorios de riesgo urbano-forestal en España.

Huesca, M., González-Alonso, F., Cuevas, J. M., & Merino de Miguel, S. (2008). Estimación de la superficie quemada en los incendios forestales de Canarias en 2007 utilizando sinérgicamente imágenes MODIS y anomalías térmicas. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 17(3), 308-316.

Huerga, A. (10 de marzo de 2023). *Cómo afectará el cambio climático a las Islas Canarias*. ZEO. <https://plataformazeo.com/es/como-afectara-el-cambio-climatico-a-las-islas-canarias/>

Iglesias López, M.T. (1993). *Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (Pinus Pinaster), en Arenas de San Pedro (Ávila)*. (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.)
<https://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/D/1/AD1016201.pdf>

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2024). *Relación de municipios y sus códigos por provincias 2024*. Gobierno de España.
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177031&menu=ultiDatos&idp=1254734710990

Instituto Canario de Estadística (ISTAC). (s.f). Estadística de incendios forestales en Canarias. Series anuales o mensuales. Islas Canarias. 1968-2022. Gobierno de Canarias.
https://www3.gobiernodecanarias.org/istac/statistical-visualizer/visualizer/collection.html?resourceType=collection&agencyId=ISTAC&resourceId=E04002B_000001

- Juli, P. (2012). Incendios Forestales. Una visión desde la ecología.
- Leiva Hernández, J. (2019). *Análisis de las políticas de movilidad en la isla de Tenerife. 1980-2018*. (Trabajo fin de grado, Universidad de La Laguna). <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/16357/Analisis%20de%20las%20politicas%20de%20movilidad%20en%20la%20isla%20de%20Tenerife%201980-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (BOE núm.280, de 22 de noviembre de 2003).
- Martín, L. E. R., Morales, A. G., Suárez, Y. P. M., Flaño, P. R., Espino, E. P. C., & Calvento, Y. L. H. (s.f). Del patrimonio de banales. In *II Congreso Internacional de Terrazas* (p. 304).
- Martín, L. G. (2012). Las interfaces urbano-forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*.
- Melián Valverde, A. (2023). *Efectos sobre la vegetación del Incendio Forestales de Gran Canaria del año 2019. Una aproximación mediante Tecnologías de la Información Geográfica*. (Trabajo fin de grado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/120178>
- MITECO. (2019). Estadística general de incendios forestales. Incendios forestales. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-datos.html>
- Mora, J. E. G. (2020). INCENDIOS FORESTALES: causas e impactos. *El Antoniano*, 135 (1), 68-113.
- Moreno, J. M. (2007, mayo). Cambio global e incendios forestales: una visión desde España. In *4a Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Sevilla 2007*.
- Morfín Ríos, J., Jardel Peláez, E., & Michel Fuentes, J. (2012). *Caracterización y cuantificación de combustibles forestales*. Comisión nacional forestal Universidad de Guadalajara.

Naciones Unidas (s.f). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

NASA. (2024). *Fire Information for Resource Management System*. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>

Neris Tomé, J., Santamarta Cerezal, J. C., Prieto Prieto, F., Agulló Pérez, J., & García Villegas, P. (s.f). Hidrología, erosión y restauración de suelos volcánicos afectados por incendios forestales: experiencia en las Islas Canarias.

Padilla Donate, D. (2023). *La delimitación de la interfaz urbano-forestal como indicador: el caso del valle de La Orotava (Tenerife)* (Trabajo fin de grado, Universidad de La Laguna).

Puente Puente, J.M. (2015). *Educación ambiental e incendios forestales en España*. (Trabajo fin de grado, Universidad de Cantabria). <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13331/PuentePuenteJoseManuel.pdf?sequence=1&isAllowed=n>

Rasilla, D., Carracedo, V., & Cuero, Á. (2018). Tiempo, clima y grandes incendios forestales en las Islas Canarias.

Rosero Cuesta, J., Osorio Giraldo, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. *Cuaderno Activa*, 5 (1), 59-67. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/130>

Ruiz-Mirazo, J., Robles Cruz, A. B., Jiménez, R., Martínez, J. L., López-Quintanilla, J., & González-Rebollar, J. L. (2007). La prevención de incendios forestales mediante pastoreo controlado: el estado del arte en Andalucía.

Serra Davos, M., Plana Bach, E., & Cerdan Heredia, R. (2019). La integración del riesgo de incendios forestales en el urbanismo: una aproximación normativa, analítica y práctica para el caso de Cataluña. In *XI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Santiago de Chile, Junio 2019*. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya.

SITCAN (s.f). *Canarias incendios forestales*. Gobierno de Canarias.
https://servicios.sitcan.es/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=362b7b2072884162a785857f86e14eeb&page=page_6

University of Wyoming (2024). *Atmospheric Soundings*. <https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>