



El cambio climático y su relación con los incendios, las emisiones de gases de efecto invernadero y la salud humana

Trabajo de Final de Grado

Grado en Geografia, Medi ambient i Planificació Territorial

Facultat de Filosofia i Lletres

Universitat Autònoma de Barcelona

Curso 2024-2025

Alumno: Víctor Sánchez Parra

Tutor: P. Graham Mortyn

Índice de contenidos

1. Introducción.....	4
1.1. Motivación y perspectiva	6
1.2. Hipótesis y objetivos	7
1.3. Estructura	9
1.4. Metodología	10
2. Marco Teórico.....	11
2.1. Cambio climático: causas y consecuencias generales	11
2.2. Incendios forestales y domésticos en el contexto del cambio climático	14
2.3. Impacto de los incendios en la salud humana: efectos físicos y mentales	16
2.4. Impacto económico de los incendios forestales	17
2.5. Casos de estudio: tres graves episodios recientes.....	19
3. Marco Práctico	21
3.1. Enfoque metodológico	21
3.2. Revisión bibliográfica y documental.....	21
3.3. Estudio de casos	22
3.4 Entrevistas semiestructuradas.....	23
3.5. Análisis de datos sobre emisiones, salud y clima.....	23
4. Análisis y discusión de los resultados	26
4.1. Introducción al análisis.....	26
4.2. Comparativa ambiental y climática de los tres casos	26
4.3. Análisis de emisiones y calidad del aire.....	27
4.4. Impactos sobre la salud respiratoria humana.....	30
4.5. Testimonios y percepciones profesionales	31
5. Discusión crítica de los resultados	34
5.1. Confirmación de una tendencia: incendios más frecuentes e intensos	34
5.2. El fuego como generador y consecuencia del cambio climático.....	34
5.3. Salud humana: una dimensión descuidada del problema	35
5.4. El valor de las miradas profesionales	35
5.5. Hacia una respuesta integral y preventiva.....	35
6. Conclusiones	36
6.1. Principales hallazgos	36
6.2. Límites del estudio	36
6.3. Propuestas de mejora y líneas futuras de trabajo.....	37
6.4. Reflexión personal.....	37
7. Bibliografía y Consultas	38
8. Anexo	41

Resumen

Este trabajo final de grado analiza la conexión entre el cambio climático, los incendios forestales, las emisiones de gases de efecto invernadero y la salud humana. Se examinan tres episodios recientes —en California, Columbia Británica y la Amazonía brasileña— para evaluar cómo el aumento de incendios influye en la calidad del aire y en la salud de las poblaciones expuestas. A través de una metodología basada en revisión bibliográfica, análisis de datos y entrevistas a profesionales (bomberos y neumólogos), se construye un enfoque integral que combina el análisis ambiental con el sanitario. El estudio incorpora mapas temáticos y gráficos de evolución para visualizar el impacto espacial y temporal de los incendios. Las conclusiones subrayan la necesidad de una mayor integración entre la gestión de riesgos, las políticas ambientales y la salud pública, proponiendo futuras líneas de actuación para mitigar sus efectos.

Palabras clave: cambio climático, incendios, salud, emisiones, gases, vulnerabilidad, contaminación, bomberos, políticas.

Resum

Aquest treball final de grau explora la relació entre el canvi climàtic, els incendis forestals, les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle i la salut humana. A través d'un marc teòric sòlid i una aproximació metodològica qualitativa, es pretén analitzar com els incendis recents —especialment a Califòrnia, la Colúmbia Britànica i l'Amazònia brasilera— han afectat la qualitat de l'aire i han incrementat la vulnerabilitat de diversos grups socials. L'estudi es complementa amb entrevistes a professionals com bombers i pneumòlegs, que aporten una visió pràctica i experiencial dels efectes que tenen aquests fenòmens sobre el terreny i en la salut respiratòria. Així mateix, es presenten gràfics i mapes elaborats amb dades oficials per visualitzar l'evolució de partícules contaminants i àrees cremades. El treball conclou amb una reflexió crítica sobre els reptes que comporta la crisi climàtica i apunta línies futures d'actuació i recerca.

Paraules clau: canvi climàtic, incendis, salut, emissions, gasos, vulnerabilitat, contaminació, bombers, polítiques.

Abstract

This final undergraduate thesis investigates the relationship between climate change, wildfires, greenhouse gas emissions, and human health. Focusing on recent fire episodes in California, British Columbia, and the Brazilian Amazon, the study explores how increased wildfire activity affects air quality and public health. The methodology combines bibliographic review, data analysis, and interviews with firefighters and pulmonologists to build a comprehensive, multidisciplinary perspective. Graphs and thematic maps based on official data illustrate the evolution of particulate matter and burned areas. The research concludes with a critical reflection on the challenges posed by the climate crisis and suggests future pathways for policy and scientific research to address environmental and health risks more effectively.

Keywords: climate change, fires, health, emissions, gases, vulnerability, pollution, firefighters, policies.

1. Introducción

El cambio climático se ha convertido en uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI, manifestándose a través de fenómenos como el aumento de la temperatura global, la alteración de los patrones de precipitación y la intensificación de eventos climáticos extremos. Entre estos eventos, los incendios forestales han cobrado una relevancia particular debido a su creciente frecuencia y severidad en diversas regiones del mundo. Estos incendios no solo devastan ecosistemas y comunidades, sino que también liberan cantidades significativas de gases de efecto invernadero (GEI), contribuyendo al calentamiento global y generando efectos adversos en la salud humana.

La relación entre el cambio climático y los incendios forestales es bidireccional. Por un lado, el calentamiento global propicia condiciones más cálidas y secas, aumentando la probabilidad de incendios. Por otro lado, los incendios liberan grandes volúmenes de GEI, que a su vez intensifican el cambio climático. Este ciclo de retroalimentación positiva se ha evidenciado en un estudio reciente realizado por Copernicus *“Los incendios forestales pueden emitir cientos de veces más CO₂ que toda la población humana de la misma zona durante un año”* el 31 de agosto de 2023, que muestra cómo las emisiones de CO₂ y otros GEI provenientes de incendios forestales incrementan la concentración de estos gases en la atmósfera, exacerbando el calentamiento global.

Además de su impacto ambiental, los incendios forestales representan una amenaza significativa para la salud pública. Según el Kunak (Monitoreo de la calidad del aire en exteriores) el humo generado contiene una mezcla compleja de contaminantes, incluyendo partículas finas (PM_{2.5}), monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles, que pueden ser transportados a largas distancias, afectando la calidad del aire en áreas urbanas y rurales. La exposición a estos contaminantes se ha asociado con una variedad de problemas de salud, como enfermedades respiratorias y cardiovasculares, exacerbación de condiciones preexistentes e incremento en la mortalidad prematura.

También [Kunak](#) nos advierte de que la calidad del aire no solo es problema de la comunidad afectada, sino que también repercute en una exposición a largo plazo y alertas por inhalar aire de mala calidad en zonas colindantes pudiendo generar así restricciones por recomendaciones de salud pública,

La intersección entre cambio climático, incendios forestales y salud humana subraya la necesidad de abordar estos desafíos de manera integrada. Las estrategias de mitigación deben enfocarse en reducir las emisiones de GEI mediante la adopción de fuentes de energía renovable y la implementación de prácticas sostenibles en la gestión de recursos naturales. Simultáneamente, es crucial desarrollar políticas de adaptación que fortalezcan la resiliencia de las comunidades frente

a los incendios, incluyendo la mejora de los sistemas de alerta temprana, la planificación urbana que considere zonas de riesgo y la promoción de prácticas agrícolas y forestales que reduzcan la susceptibilidad al fuego. Según el CTIF (International Association of Fire Services for Safer):

“En todo el mundo, los incendios forestales liberaron en 2021 unos 1.800 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, frente a unos 38.000 millones procedentes de los combustibles fósiles y la industria, según *Phys (Phys.org - News and Articles on Science and Technology)* Esto supone menos del 5% de las emisiones totales”

Todo y que de primeras no parezca una cantidad muy significativa a gran escala cabe recalcar que supone una gran amenaza para territorios con temporadas y territorios susceptibles a padecer estos incendios forestales.

En este contexto, la colaboración entre gobiernos, organizaciones internacionales, comunidades locales y el sector científico es esencial para desarrollar e implementar soluciones efectivas. La investigación continua y la difusión de información basada en evidencia son pilares fundamentales para sensibilizar a la sociedad sobre la gravedad de estos problemas y movilizar acciones concretas. Solo a través de un enfoque multidisciplinario y cooperativo será posible enfrentar los desafíos que plantea la interrelación entre cambio climático, incendios forestales, emisiones de GEI y salud humana. También hay que abordar esta problemática con una mirada a corto plazo ya que “Para alrededor de 2050, se prevé que la cantidad de tierra consumida por los incendios forestales en los estados del oeste aumente de dos a seis veces. Incluso en regiones lluviosas como el sureste, se prevé que los incendios forestales aumenten en un 30 %” (Según NASA science).

En resumen, la creciente incidencia de incendios forestales en el contexto del cambio climático constituye una amenaza multifacética que afecta al medio ambiente y a la salud de las personas. Abordar este desafío requiere una comprensión profunda de las dinámicas involucradas y la implementación de estrategias integrales que combinen mitigación y adaptación, con el objetivo de proteger tanto los ecosistemas como el bienestar humano.

1.1. Motivación y perspectiva

Este trabajo nace del interés personal y académico por comprender las interrelaciones entre tres dimensiones clave: el cambio climático, los incendios y los efectos en la salud humana. Desde la geografía resulta esencial analizar cómo los procesos climáticos están intensificando condiciones que favorecen la aparición de incendios —como las sequías prolongadas, las olas de calor o la alteración de los patrones de precipitación—, y cómo estos incendios, a su vez, generan emisiones contaminantes que agravan tanto el calentamiento global como las patologías respiratorias en la población expuesta.

La motivación también tiene un componente vocacional. Como estudiante que ya va a finalizar la carrera con proyección profesional hacia el ámbito de la prevención y extinción de incendios (concretamente con la intención de incorporarse al cuerpo de bomberos), este trabajo representa una oportunidad para articular y adquirir conocimientos teóricos y científicos con una realidad profesional concreta. A través del análisis de episodios recientes, de datos sobre emisiones y calidad del aire, así como mediante entrevistas a profesionales de los cuerpos de emergencia y del ámbito sanitario, se pretende construir una visión integral del problema.

La perspectiva de este estudio es, por tanto, interdisciplinaria. Se combinan enfoques procedentes de la geografía física, la climatología, la ecología del fuego, la epidemiología ambiental y la salud pública y más. Esta diversidad metodológica permitirá examinar no solo las causas y dinámicas de los incendios en un contexto de cambio climático, sino también sus impactos en la salud humana. Asimismo, se incorporará una dimensión comparativa mediante el estudio de episodios recientes en diferentes contextos geográficos —Canadá, California y la Amazonia brasileña— que permitan ilustrar cómo el cambio climático se manifiesta de forma diferenciada, pero con consecuencias comunes. Este análisis aspira no solo a generar conocimiento, sino también a identificar posibles estrategias de prevención, mitigación y adaptación desde una perspectiva ambiental, sanitaria y profesional.

1.2. Hipótesis y objetivos

Este trabajo parte de la hipótesis de que el cambio climático está contribuyendo significativamente al aumento de la frecuencia, intensidad y extensión de los incendios forestales y urbanos, y que estos incendios tienen un impacto directo y creciente sobre la salud humana, especialmente en términos respiratorios, a través de la exposición a contaminantes atmosféricos emitidos durante la combustión. En este marco, se asume que existe una relación bidireccional y retroalimentada: por un lado, las condiciones climáticas extremas (temperaturas elevadas, sequías prolongadas, vientos intensos) favorecen la aparición de grandes incendios; por otro lado, dichos incendios liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero (como el CO₂, CH₄ y óxidos de nitrógeno), lo que contribuye a agravar el calentamiento global y a deteriorar la calidad del aire.

Además, se plantea que las poblaciones más vulnerables como; niños, personas mayores, personas con enfermedades respiratorias crónicas y trabajadores de servicios de emergencia como los bomberos son las más expuestas a los efectos perjudiciales de estos episodios, tanto a corto como a largo plazo, y que los actuales sistemas de prevención, atención sanitaria y gestión de riesgos no están plenamente adaptados a la creciente magnitud del problema.

Esta hipótesis será puesta a prueba mediante la revisión de literatura científica actualizada, el análisis de datos empíricos sobre incendios recientes (Canadá 2023, California 2024 y Amazonia 2024), la consulta de fuentes oficiales sobre emisiones y salud pública, así como entrevistas a profesionales del ámbito sanitario y de la extinción de incendios. A través de este enfoque interdisciplinar, se buscará verificar si las correlaciones propuestas se sostienen empíricamente y si se pueden establecer patrones comunes en contextos geográficos diversos.

Objetivo general

Analizar la relación entre el cambio climático, los incendios (forestales y urbanos), las emisiones de gases de efecto invernadero y los impactos en la salud humana, especialmente en términos respiratorios, a partir de estudios de caso recientes y testimonios profesionales.

Objetivos específicos

- 1- Analizar la relación entre el cambio climático y la creciente incidencia de incendios forestales. El cambio climático ha intensificado la frecuencia y severidad de los incendios forestales debido al aumento de temperaturas y sequías prolongadas
- 2- Evaluar el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de incendios en el calentamiento global. Los incendios forestales liberan grandes cantidades de GEI, como CO₂ y CH₄, contribuyendo significativamente al cambio climático.
- 3- Investigar los efectos de la contaminación del aire, resultante de los incendios, en la salud humana. La exposición al humo de los incendios está asociada con un aumento en enfermedades respiratorias y cardiovasculares

- 4- Proponer estrategias de mitigación y adaptación para reducir los impactos negativos de los incendios relacionados con el cambio climático. Es esencial implementar políticas efectivas para la gestión de incendios y la protección de la salud pública.
- 5- Investigar episodios recientes como los grandes incendios de: Canadá (2023), Los Ángeles (2024) y Amazonia Brasileña 2024.

1.3. Estructura

Este trabajo se estructura en siete apartados principales que permiten desarrollar de forma coherente el tema de estudio, desde su planteamiento inicial hasta las conclusiones y aportaciones finales.

En primer lugar, encontramos la introducción, que presenta el contexto general del trabajo, la motivación personal y profesional que lo impulsa, los objetivos generales y específicos, la hipótesis de partida y la metodología empleada.

El segundo apartado corresponde al marco teórico y estado de la cuestión, en el que se recogen los principales conceptos y aportaciones científicas relacionadas con la conexión entre cambio climático, incendios y salud humana.

A continuación, se presenta el capítulo metodológico o marco práctico, donde se detalla el enfoque interdisciplinario del trabajo, el tipo de fuentes utilizadas, el análisis de tres estudios de caso recientes (Canadá, Los Ángeles y Amazonia brasileña) y la realización de entrevistas semiestructuradas a profesionales de primera línea: un bombero y una neumóloga.

El cuarto bloque se centra en el análisis y discusión de los resultados. Se exponen los datos obtenidos a partir del estudio de casos, se comparan las dinámicas de cada contexto y se analiza la relación entre los incendios, las emisiones y la salud. También se incorporan los testimonios de los profesionales entrevistados, que permiten complementar y contrastar la información técnica con la experiencia práctica.

Seguidamente, en el apartado de conclusiones, se sintetizan los principales hallazgos del trabajo, se reflexiona sobre sus implicaciones desde una perspectiva ambiental y profesional, y se proponen posibles líneas de mejora, tanto en la gestión del riesgo como en la atención sanitaria ante escenarios de crisis climática.

A continuación, se presentan las referencias bibliográficas que incluyen todas las fuentes utilizadas a lo largo del trabajo.

Finalmente, el documento se cierra con un apartado de anexos, que recoge material complementario como mapas, gráficos, tablas estadísticas, fragmentos de entrevistas y otros recursos visuales y técnicos que enriquecen el análisis realizado.

1.4. Metodología

Para abordar estas preguntas de investigación, buscaré emplear una metodología que combine análisis cualitativos y cuantitativos, dando la máxima prioridad a la revisión bibliográfica.

Revisión Bibliográfica:

- **Fuentes:** Se recopilarán y analizarán informes de organizaciones internacionales como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) , la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Datos como emisiones, antecedentes territoriales, susceptibilidad del territorio, hectáreas perdidas, vulnerabilidad social, etc...
- **Objetivo:** Obtener una comprensión profunda de las tendencias actuales relacionadas con el cambio climático, la incidencia de incendios, las emisiones de GEI y los impactos en la salud humana.

Evaluación de Impactos en la Salud Humana:

- Análisis de estadísticas de salud pública en regiones afectadas por incendios recientes para identificar patrones y tendencias. También entrevista a profesionales en la materia.

Propuesta de Estrategias de Mitigación y Adaptación:

- **Proceso:** Identificación y evaluación de políticas y prácticas exitosas en la gestión de incendios y reducción de emisiones en diferentes regiones del mundo.
- **Recomendaciones:** Desarrollo de un conjunto de estrategias adaptadas al contexto local, considerando factores socioeconómicos y ambientales.

Entrevista a dos profesionales de los sectores implicados:

- Entrevista semiestructurada a un **bombero**.
- Entrevista semiestructurada a una **neumóloga**.

2. Marco Teórico

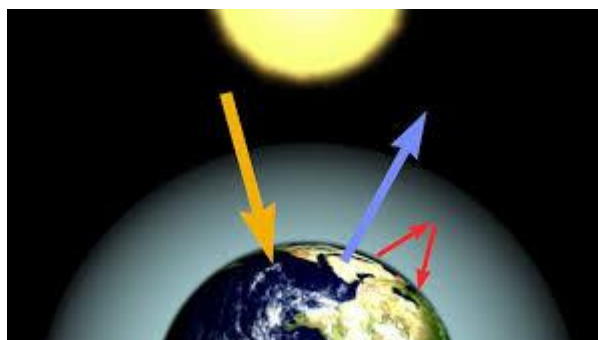
2.1. Cambio climático: causas y consecuencias generales

El cambio climático es un fenómeno global caracterizado por alteraciones significativas y sostenidas en los patrones climáticos de la Tierra, atribuibles en gran medida a las actividades humanas desde la Revolución Industrial. Este proceso ha generado un aumento progresivo de la temperatura media global, con impactos profundos en los sistemas naturales y socioeconómicos.

Causas antropogénicas del cambio climático

La principal causa del cambio climático actual es el incremento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, resultado de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), la deforestación y ciertos procesos industriales. Estos gases de efecto invernadero, entre los que destacan el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), actúan atrapando el calor en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero natural y provocando un calentamiento adicional del planeta.

Imagen 1. Ilustración del efecto invernadero



(fuente: [britannica](#))

Según el Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático ([IPCC, 2023](#)), las concentraciones atmosféricas de CO_2 han alcanzado niveles sin precedentes en al menos los últimos 2 millones de años, situándose en 2021 en 419 partes por millón (ppm), frente a las 280 ppm de la era preindustrial. Este aumento está directamente vinculado a las emisiones derivadas de la actividad humana.

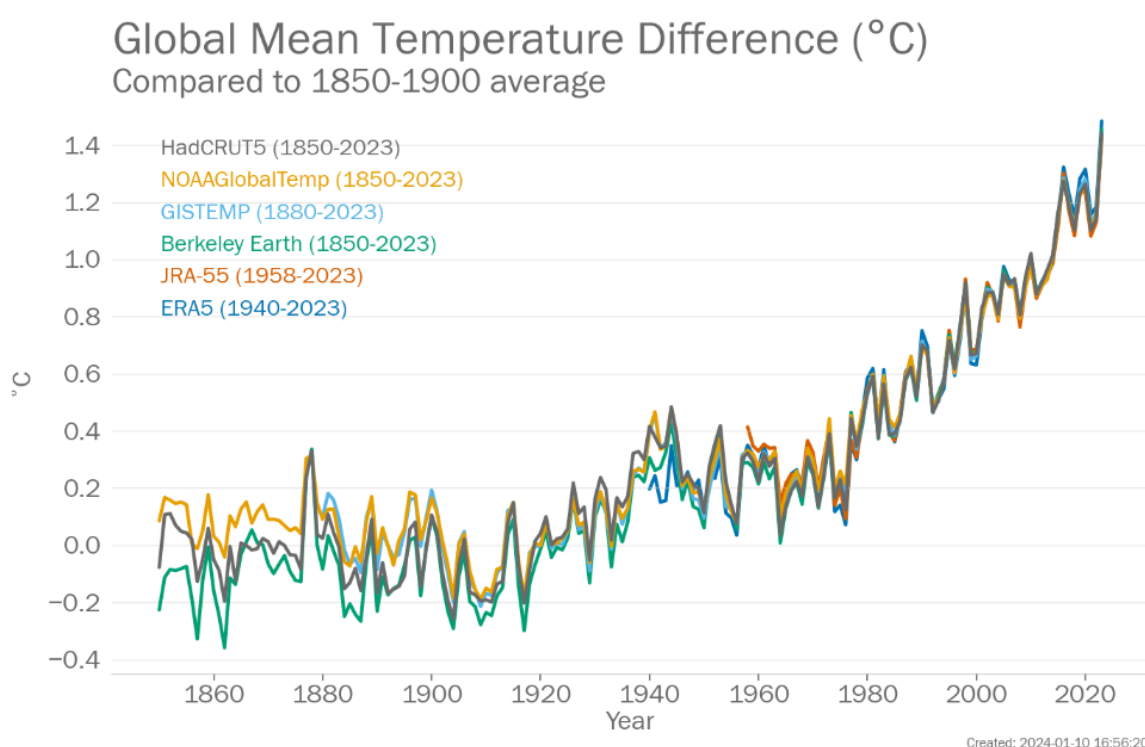
Además, la deforestación y los cambios en el uso del suelo reducen la capacidad de los ecosistemas para absorber CO_2 ([National Geographic](#)), exacerbando el problema. La pérdida de bosques tropicales, que actúan como sumideros de carbono, contribuye significativamente al aumento neto de GEI en la atmósfera.

Evidencias del calentamiento global

La evidencia del calentamiento global es contundente y se manifiesta en múltiples indicadores climáticos. La Organización Meteorológica Mundial ([OMM](#)) confirmó que 2023 fue el año más cálido registrado, con una temperatura media global $1,45 \pm 0,12$ °C por encima de los niveles preindustriales (1850-1900) . Este aumento se refleja en fenómenos como el deshielo acelerado de glaciares, la reducción de la extensión del hielo marino en el Ártico y la Antártida, y el incremento del nivel medio del mar.

A continuación podemos observar un grafico de la propia OMM sobre la media global de diferencia de temperatura.

Gráfico 1. Crecimiento de la temperatura media (1850-2024)



(Fuente: [OMM](#))

Asimismo, se han observado récords en la temperatura de la superficie oceánica y en la acidificación de los océanos, lo que afecta gravemente a los ecosistemas marinos. Estos cambios tienen consecuencias directas en la biodiversidad y en las comunidades que dependen de los recursos marinos para su subsistencia.

Consecuencias del cambio climático

Las repercusiones del cambio climático son amplias y afectan tanto al medio ambiente como a la sociedad, hay muchísimas consecuencias que he querido sintetizar en estas 4 con la información extraída de la [comisión europea](#).

- 1- Eventos climáticos extremos: El aumento de la temperatura global está asociado con una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como olas de calor, sequías, inundaciones y tormentas. Estos eventos tienen impactos devastadores en la agricultura, la infraestructura y la salud humana.
- 2- Incremento del nivel del mar: El deshielo de glaciares y capas de hielo, junto con la expansión térmica del agua, ha provocado un aumento del nivel del mar, amenazando a comunidades costeras y ecosistemas sensibles.
- 3- Alteraciones en los ecosistemas: Los cambios en las condiciones climáticas afectan la distribución y comportamiento de las especies, provocando desplazamientos, pérdida de biodiversidad y desequilibrios ecológicos.
- 4- Impactos en la salud humana: El cambio climático influye en la propagación de enfermedades, la calidad del aire y del agua, y en la seguridad alimentaria, aumentando los riesgos para la salud pública.

Perspectivas futuras y necesidad de acción

De no implementarse medidas efectivas para reducir las emisiones de GEI, se proyecta que la temperatura global podría superar los 2 °C por encima de los niveles preindustriales antes de finales de siglo, lo que conllevaría consecuencias catastróficas e irreversibles para el planeta.

El [Acuerdo de París](#), adoptado en 2015, establece el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 °C, y preferiblemente a 1,5 °C. Sin embargo, alcanzar esta meta requiere una transformación profunda y urgente en los sistemas energéticos, económicos y sociales, promoviendo la transición hacia fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y prácticas sostenibles en todos los sectores.

En conclusión, el cambio climático representa uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo, con implicaciones profundas y multifacéticas. La comprensión de sus causas y consecuencias es esencial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación, que aseguren un futuro sostenible para las generaciones presentes y futuras.

2.2. Incendios forestales y domésticos en el contexto del cambio climático

Aumento de la frecuencia e intensidad de los incendios forestales

En las últimas décadas, se ha observado un incremento significativo en la frecuencia, intensidad y extensión de los incendios forestales a nivel global. Este fenómeno está estrechamente vinculado al cambio climático, que ha alterado las condiciones meteorológicas y ha creado un entorno más propenso a la ignición y propagación del fuego tal y como menciona la [Organización de las Naciones Unidas](#).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ([FAO](#)), el cambio climático ha aumentado la vulnerabilidad de los bosques a factores abióticos como sequías prolongadas, altas temperaturas y vientos fuertes, condiciones que favorecen la ocurrencia de incendios forestales más severos y frecuentes. Además, se prevé que la intensidad y frecuencia de los incendios aumenten incluso en áreas previamente no afectadas, debido a las alteraciones en el uso del suelo y al cambio climático.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ([UNEP](#)) estima que, de continuar las tendencias actuales, el número de incendios extremos podría aumentar hasta en un 50% para finales de siglo. Este incremento representa una amenaza significativa para los ecosistemas, la biodiversidad y las comunidades humanas.

Retroalimentación positiva entre incendios y cambio climático

Según diversos estudios y uno en concreto de la Universidad de Barcelona ([UB](#)) existe una relación bidireccional entre los incendios forestales y el cambio climático, formando un ciclo de retroalimentación positiva que exacerba ambos fenómenos. Por un lado, el cambio climático crea condiciones más propicias para los incendios; por otro, los incendios liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO₂), que contribuyen al calentamiento global.

Según [ONU](#) en 2023 los incendios forestales liberaron aproximadamente 6.687 megatoneladas de CO₂ a nivel mundial, una cantidad significativa que agrava el cambio climático. Este fenómeno, conocido como "bucle de retroalimentación del fuego", implica que los incendios intensifican el cambio climático, que a su vez aumenta la probabilidad y severidad de futuros incendios.

Incendios domésticos y urbanos en el contexto del cambio climático

Si bien los incendios forestales han captado gran parte de la atención en el contexto del cambio climático, los incendios domésticos y urbanos también representan un riesgo creciente, especialmente en áreas vulnerables. Según “science media centre” ([SMCesp](#)) El aumento de las temperaturas y las olas de calor extremas pueden sobrecargar los sistemas eléctricos y aumentar el uso de equipos de refrigeración, elevando el riesgo de incendios en entornos urbanos.

Además, las condiciones de sequía y calor extremo pueden afectar la infraestructura urbana, debilitando materiales y sistemas de construcción, lo que incrementa la susceptibilidad a incendios. Las comunidades con recursos limitados son particularmente vulnerables, ya que pueden carecer de sistemas adecuados de prevención y respuesta ante incendios.

Implicaciones para la gestión y políticas públicas

La creciente incidencia de incendios, tanto forestales como urbanos, en el contexto del cambio climático, plantea desafíos significativos para la gestión de riesgos y la formulación de políticas públicas. Es esencial adoptar enfoques integrados que consideren la prevención, preparación, respuesta y recuperación ante incendios, incorporando la adaptación al cambio climático como un componente central.

La FAO destaca la necesidad de fortalecer la resiliencia de los bosques mediante prácticas de manejo sostenible, restauración de ecosistemas y reducción de combustibles forestales. Asimismo, es crucial mejorar la planificación urbana y la infraestructura para reducir la vulnerabilidad a incendios en entornos urbanos, especialmente en comunidades marginadas.

La cooperación internacional y la inversión en investigación y tecnología son fundamentales para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. La implementación de políticas basadas en evidencia científica y la participación activa de las comunidades locales son elementos clave para abordar el desafío de los incendios en el contexto del cambio climático.

2.3. Impacto de los incendios en la salud humana: efectos físicos y mentales

Efectos físicos del humo de los incendios forestales

La exposición al humo de los incendios forestales representa una amenaza significativa para la salud física humana. Este humo contiene una mezcla compleja de contaminantes atmosféricos, entre los que destacan las partículas finas (PM2.5), monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. Las PM2.5, debido a su pequeño tamaño, pueden penetrar profundamente en los pulmones y entrar en el torrente sanguíneo, provocando una serie de efectos adversos.

Diversos estudios han vinculado la exposición a estas partículas con un aumento en la morbilidad respiratoria y cardiovascular. Por ejemplo, se ha observado un incremento en las hospitalizaciones por asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares durante y después de eventos de incendios forestales. Estos efectos se deben a respuestas inflamatorias pulmonares y sistémicas, estrés oxidativo y disfunción endotelial.

Además, el humo de los incendios puede debilitar el sistema inmunológico, dificultar la concentración y reducir la capacidad del organismo para combatir infecciones. También se han reportado inflamaciones en órganos como los riñones y el hígado.

Efectos mentales del humo de los incendios forestales

Más allá de los impactos físicos, el humo de los incendios forestales también tiene consecuencias significativas en la salud mental. Investigaciones recientes han demostrado que la exposición a las PM2.5 específicas de los incendios se asocia con un aumento en las visitas a urgencias por depresión, ansiedad y otros trastornos del estado de ánimo.

Un estudio realizado por la [Escuela de Salud Pública TH Chan de Harvard](#) encontró que, además del trauma que puede inducir un incendio forestal, el humo en sí mismo puede influir directamente en el empeoramiento de afecciones mentales. Este estudio es pionero en aislar el impacto a corto plazo de las PM2.5 específicas de los incendios forestales, ofreciendo información más precisa sobre su impacto en la salud mental.

Además, se ha observado que ciertos grupos poblacionales son más vulnerables a estos efectos. Por ejemplo, las mujeres y los niños presentan un riesgo más alto de problemas de salud mental relacionados con el humo de los incendios forestales, con un aumento del 17% y el 46% en el riesgo, respectivamente.

Persistencia de los efectos en el tiempo

Los impactos de los incendios en la salud son persistentes y de gran alcance, afectando tanto el bienestar físico como mental, incluso mucho tiempo después de que se extinguen las llamas. Estos impactos se ven exacerbados por el cambio climático, creando un peligroso circuito de retroalimentación que amenaza tanto a los ecosistemas como a la salud humana.

Necesidad de políticas de salud pública y prevención

Dada la magnitud y persistencia de los efectos de los incendios en la salud humana, es imperativo que las políticas de salud pública integren estrategias de prevención y mitigación. Esto incluye la implementación de sistemas de alerta temprana, campañas de concienciación sobre los riesgos del humo, y el fortalecimiento de los servicios de salud mental en las comunidades más vulnerables. Además, es esencial promover la investigación continua para comprender mejor los mecanismos subyacentes y desarrollar intervenciones efectivas.

2.4. Impacto económico de los incendios forestales

Costes directos e indirectos

Los incendios forestales generan pérdidas económicas significativas, tanto directas como indirectas. Los costes directos incluyen los gastos asociados a la extinción del fuego, evacuaciones, daños a infraestructuras y propiedades, así como la pérdida de recursos naturales. Por otro lado, los costes indirectos abarcan la pérdida de productividad agrícola y forestal, disminución del turismo, impacto en la salud pública y degradación de los servicios ecosistémicos.

En 2023, se estimó que los incendios forestales causaron pérdidas anuales en regiones del sur de Europa entre 13.000 y 21.000 millones de euros. Este impacto es especialmente significativo en zonas rurales como la Sierra de Gata, donde la economía local depende en gran medida de los recursos naturales y la población está envejecida y en declive.

Casos específicos en España

En España, los incendios forestales han tenido consecuencias económicas notables. Por ejemplo, el incendio ocurrido en mayo de 2023 en la Sierra de Gata requirió un presupuesto inicial de restauración de tierras de 15 millones de euros, asignado por la Junta de Extremadura. Además, la disminución de la población en estas áreas ha intensificado la vulnerabilidad económica y social frente a estos desastres.

A nivel nacional, el coste total de las catástrofes ambientales en España en 2023 se elevó a 4.450 millones de euros, lo que representa un aumento del 53,45% respecto al año anterior. Este incremento refleja la creciente frecuencia e intensidad de los incendios forestales y otros fenómenos climáticos extremos.

Comparativa europea

A nivel europeo, los incendios forestales también han generado pérdidas económicas considerables. Según el informe "[Forest Fires 2023](#)" del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, los incendios forestales afectaron a más de 500.000 hectáreas de tierras naturales en Europa, Oriente Medio y África, siendo uno de los peores años desde 2000.

Además, los desastres naturales provocados por el cambio climático han costado a la Unión Europea 650.000 millones de euros en los últimos 40 años, con España representando un 13% del total de las pérdidas financieras en Europa durante este periodo.

Necesidad de políticas económicas y de prevención

Dada la magnitud del impacto económico de los incendios forestales, es imperativo implementar políticas públicas que integren estrategias de prevención, mitigación y adaptación. Esto incluye la inversión en infraestructuras resilientes, programas de reforestación, gestión sostenible de los recursos naturales y fortalecimiento de los sistemas de respuesta ante emergencias.

Asimismo, es esencial fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías que permitan una detección temprana y una respuesta eficaz a los incendios forestales. La colaboración entre gobiernos, organizaciones internacionales y comunidades locales es clave para reducir el riesgo y minimizar las pérdidas económicas asociadas a estos desastres.

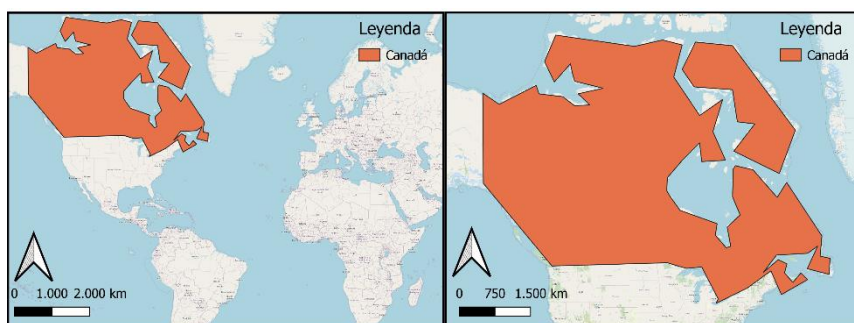
2.5. Casos de estudio: tres graves episodios recientes

En los últimos años, los incendios forestales han alcanzado dimensiones sin precedentes, exacerbados por el cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.

Canadá (2023)

En 2023, Canadá vivió la peor temporada de incendios forestales de su historia moderna. Más de 15 millones de hectáreas fueron arrasadas por el fuego, una cifra que supera ampliamente el promedio anual de las últimas décadas. Estos incendios liberaron aproximadamente 647 megatoneladas de CO₂, equiparando las emisiones anuales de países como India y superando a naciones como Alemania o Japón. Las provincias más afectadas incluyeron Alberta, Columbia Británica, Ontario y Quebec, donde las condiciones de sequía extrema y altas temperaturas facilitaron la propagación del fuego.

Mapa 1. Mapa de situación de Canadá.

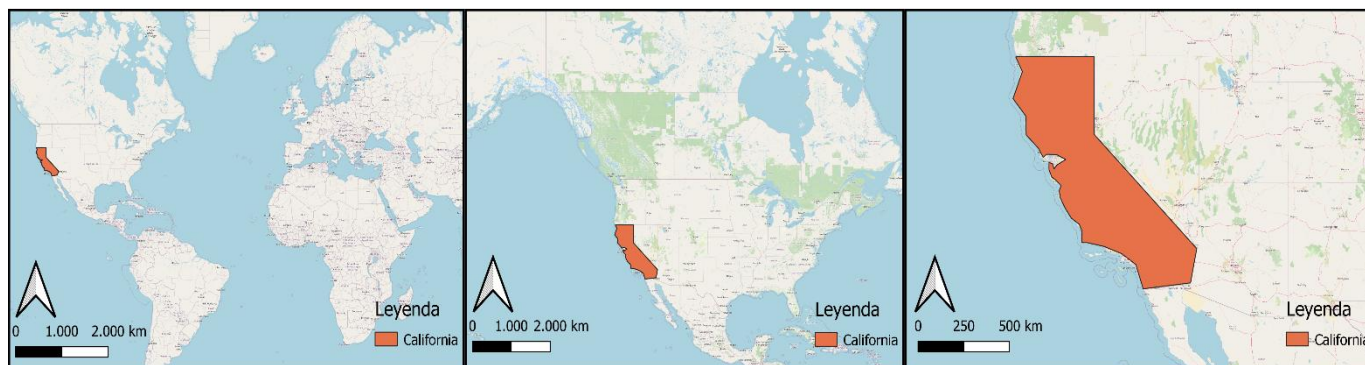


Fuente: elaboración propia en el programa QGIS

Los Ángeles, California (2024)

En enero de 2025, el sur de California, especialmente Los Ángeles, enfrentó 14 incendios devastadores que causaron al menos 30 muertes y destruyeron más de 18,000 estructuras. Los incendios en Pacific Palisades y Eaton fueron particularmente severos. Las pérdidas materiales ascendieron a miles de millones de dólares, lo que llevó a aseguradoras como State Farm y Allstate a limitar la emisión de nuevas pólizas en zonas de alto riesgo y a proponer un aumento del 30% en las primas de seguros de vivienda.

Mapa 2. Mapa de situación de california.



Fuente: elaboración propia en el programa QGIS

Amazonia Brasileña (2024)

En 2024, Brasil registró la quema de 22,38 millones de hectáreas debido a focos de incendio, con la Amazonia representando el 51% del total de los daños. Durante ese periodo, se quemaron 11,3 millones de hectáreas en la región. La crisis de incendios en la Amazonia se vio agravada por una sequía más severa, intensificada por el cambio climático. Además, la región registró más de 50,000 focos de incendios en 2024, con un aumento del 83% en comparación con el mismo período de 2023.

Mapa 3. Mapa de situación de la Amazonia Brasileña



Fuente: elaboración propia en el programa QGIS

Estos eventos subrayan la creciente amenaza que representan los incendios forestales en el contexto del cambio climático. La combinación de temperaturas elevadas, sequías prolongadas y prácticas humanas insostenibles ha intensificado la frecuencia y severidad de estos incendios, con consecuencias devastadoras para el medio ambiente, la salud humana y la economía.

3. Marco Práctico

3.1. Enfoque metodológico

En este trabajo se adopta un enfoque interdisciplinar que integra herramientas propias de la geografía ambiental, la climatología, la ecología del fuego, la salud pública y la sociología del riesgo. Esta perspectiva resulta necesaria para abordar la complejidad del objeto de estudio, que implica la interacción entre procesos climáticos, eventos extremos (como los incendios), dinámicas de emisión de contaminantes, y sus impactos sobre la salud humana.

El planteamiento metodológico combina el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo. Por una parte, se recurre a fuentes científicas y estadísticas para documentar la evolución y características de los incendios, sus efectos en la atmósfera y las consecuencias sanitarias derivadas. Por otra, se incorporan técnicas cualitativas como la entrevista semiestructurada para recoger el testimonio y la experiencia de profesionales directamente implicados en la gestión de incendios (bomberos) y en la atención médica (neumólogos/as), con el fin de contrastar la información teórica con la práctica profesional.

La investigación se estructura en tres pilares principales:

- 1- Revisión documental y bibliográfica, centrada en artículos científicos indexados, informes de organismos internacionales y diferentes enlaces web.
- 2- Estudio de casos recientes, seleccionados por su magnitud, impacto mediático y disponibilidad de datos fiables.
- 3- Trabajo de campo cualitativo, a través de entrevistas semiestructuradas a actores clave en la temática estudiada.

3.2. Revisión bibliográfica y documental

La revisión bibliográfica constituye uno de los pilares fundamentales del trabajo. Se ha realizado una búsqueda sistemática de literatura científica en bases de datos especializadas como ScienceDirect y Google Scholar, centrada en los siguientes conceptos clave: wildfires, climate change, air pollution, greenhouse gas emissions, public health, respiratory disease, entre otros.

También se han consultado informes técnicos y bases de datos procedentes de organizaciones internacionales como el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), la OMS (Organización Mundial de la Salud), la FAO, el Programa Copernicus de observación terrestre de la Unión Europea y plataformas de datos satelitales como NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System).

Esta revisión ha permitido establecer el estado actual del conocimiento sobre las relaciones causales y retroalimentadas entre el cambio climático, los incendios y los efectos sobre la salud. Asimismo, se han identificado lagunas de investigación y debates científicos activos, como la infravaloración

de los impactos sanitarios de los incendios en contextos urbanos, o la necesidad de integrar indicadores de salud pública en los sistemas de alerta y prevención de incendios.

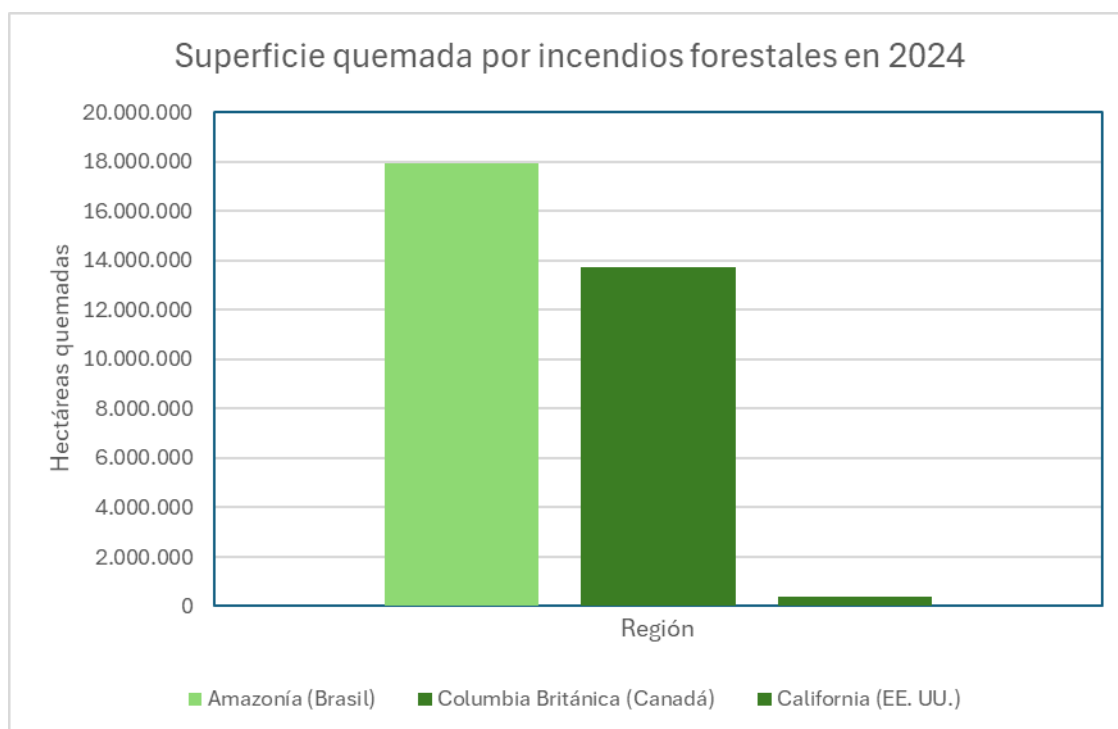
La documentación recogida ha sido fundamental para sustentar el marco teórico del trabajo, seleccionar los estudios de caso más relevantes, y construir el guion de las entrevistas que completan el análisis empírico del estudio.

3.3. Estudio de casos

Para ejemplificar de forma empírica los vínculos entre cambio climático, incendios y salud humana, se han seleccionado tres estudios de caso recientes y de gran escala ocurridos en distintos contextos geográficos:

- 1- Incendios en Canadá (2023)
- 2- Incendios en California, EE. UU. (2024)
- 3- Incendios en la Amazonia brasileña (2024)

Gráfico 2.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de EFEVERDE, Noticias Ambientales, El País y CalFire

Estos episodios se han escogido por su relevancia mediática, su magnitud ambiental y su alto impacto sobre la calidad del aire y la salud pública. Además, son casos que han generado abundante documentación técnica, cobertura internacional y disponibilidad de datos fiables provenientes de fuentes como NASA FIRMS, Copernicus EMS, Environment Canada, EPA (Environmental Protection Agency), y observatorios regionales de salud.

3.4 Entrevistas semiestructuradas

Para complementar el análisis cuantitativo y documental, se han llevado a cabo entrevistas semiestructuradas a dos perfiles profesionales directamente implicados en la gestión y consecuencias de los incendios:

- Un/a bombero/a profesional, con experiencia en la extinción de incendios forestales y urbanos.
- Un/a neumólogo/a, especialista en enfermedades respiratorias vinculadas a la calidad del aire y la exposición al humo.

El objetivo principal de las entrevistas es incorporar la dimensión experiencial y aplicada a la discusión, recogiendo percepciones expertas sobre la evolución del riesgo de incendios, la relación entre humo y salud, y los desafíos que enfrentan ambos sectores ante un escenario de cambio climático acelerado.

La guía de entrevistas incluye preguntas sobre:

- La evolución de los incendios en los últimos años desde su experiencia profesional.
- La preparación, protocolos y herramientas de intervención disponibles.
- Las consecuencias físicas, psicológicas y sociales derivadas de la exposición al humo.
- Las carencias institucionales y necesidades de mejora en prevención y respuesta.
- La percepción del vínculo entre crisis climática y salud pública desde su disciplina.

Las entrevistas se han grabado (con consentimiento verbal), transcrito parcialmente y analizado cualitativamente para extraer patrones discursivos relevantes y complementar la evidencia teórica con narrativas reales. El uso de este material se limita estrictamente a fines académicos, y se han anonimizado los datos personales de los participantes para proteger su identidad. Las preguntas se encuentran en el Anexo.

3.5. Análisis de datos sobre emisiones, salud y clima

El análisis de datos en este trabajo se basa en el cruce e interpretación de información cuantitativa y cualitativa procedente de diversas fuentes institucionales y científicas. El objetivo es establecer relaciones verificables entre los incendios recientes, las emisiones de gases y partículas contaminantes, y los impactos sobre la salud respiratoria humana.

Fuentes de datos climáticos y de incendios

Para el estudio de los episodios de incendios seleccionados, se han utilizado datos abiertos de los siguientes sistemas y organismos:

- NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System): proporciona datos satelitales en tiempo casi real sobre focos activos de incendios, extensión y duración.

- Copernicus Emergency Management Service (EMS): ofrece mapas de áreas afectadas por incendios y capas temáticas sobre emisiones.
- Environment and Climate Change Canada (ECCC) y NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration): aportan datos sobre condiciones meteorológicas, temperatura, humedad y viento, fundamentales para entender el comportamiento del fuego.

Estos datos han permitido analizar las condiciones climáticas asociadas a cada evento, así como estimaciones de emisiones de CO₂, metano (CH₄) y partículas finas (PM_{2.5} y PM₁₀).

También resulta fundamental considerar no solo las variables físicas y ambientales de estos fenómenos, sino también sus impactos sociales, particularmente sobre los grupos más vulnerables. El enfoque en la vulnerabilidad social permite comprender cómo diferentes colectivos experimentan de manera desigual los efectos del fuego, debido a factores estructurales como la edad, el nivel socioeconómico, las condiciones de salud o la localización geográfica.

Numerosos estudios han evidenciado que los incendios forestales no afectan por igual a toda la población, sino que incrementan el riesgo para ciertos grupos ya expuestos a condiciones de fragilidad, tanto por limitaciones físicas como por carencias materiales o institucionales (FIE UNDEF, 2022; IDMC, 2023).

Asimismo, organizaciones internacionales y medios especializados han señalado el aumento de la exposición de estas comunidades a contaminantes como el material particulado fino (PM_{2.5}), los desafíos en la evacuación, la precariedad habitacional o la escasa cobertura sanitaria durante las emergencias (Yale Climate Connections, 2025).

A continuación, se presenta una tabla comparativa que resume los principales grupos vulnerables identificados en los tres territorios de estudio, así como una síntesis de los factores que condicionan su exposición y riesgo diferencial ante los incendios forestales.

Tabla 1. Comparación de afectación por grupos vulnerables en las 3 zonas

Grupo Vulnerable	Canadá (Columbia Británica)	California (EE. UU.)	Amazonía Brasileña
Niños y ancianos	Altamente afectados por la exposición al humo y evacuaciones frecuentes.	Mayor riesgo de enfermedades respiratorias y dificultades durante evacuaciones.	Vulnerables a enfermedades respiratorias y falta de acceso a atención
Personas con enfermedades respiratorias o cardíacas	Exposición al humo agrava condiciones preexistentes.	Incremento de hospitalizaciones por afecciones respiratorias durante incendios.	Limitado acceso a servicios de salud adecuados durante crisis.
Comunidades indígenas y rurales	Desplazamientos frecuentes y pérdida de medios de subsistencia.	Infraestructura limitada y menor acceso a recursos de emergencia.	Afectadas por la deforestación y falta de apoyo gubernamental.
Trabajadores al aire libre	Exposición prolongada al humo y calor extremo.	Riesgo elevado de enfermedades relacionadas con el calor y el humo.	Condiciones laborales precarias y exposición constante al fuego.
Personas de bajos ingresos	Dificultades para acceder a recursos de evacuación y recuperación.	Viviendas en zonas de alto riesgo y menor capacidad de recuperación económica.	Limitado acceso a información y recursos para mitigación de riesgos.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de FIE UNDEF (2022); Internal Displacement Monitoring Centre [IDMC] (2023); Yale Climate Connections (2025).

Datos sobre calidad del aire y salud pública

Los efectos sobre la salud se han analizado a partir de:

- OMS (Organización Mundial de la Salud): directrices y umbrales de exposición a contaminantes atmosféricos.
- EPA – AirNow y sistemas nacionales de vigilancia de la calidad del aire (como IQAir o el Índice Mundial de la Calidad del Aire): para determinar picos de contaminación coincidentes con los incendios.
- Bases de datos sanitarias regionales (como Health Canada, California Department of Public Health o Sistema Único de Saúde en Brasil): utilizadas para rastrear incrementos en hospitalizaciones y consultas por afecciones respiratorias agudas durante los eventos de incendio.

Integración y tratamiento de datos

El tratamiento de los datos se ha realizado de forma descriptiva y comparativa, a través de:

- Elaboración de tablas y gráficos con series temporales de incendios, emisiones y calidad del aire.
- Representaciones cartográficas de áreas afectadas, cuando ha sido posible.
- Análisis cualitativo temático de las entrevistas semiestructuradas, mediante codificación manual por categorías: percepción del riesgo, impacto en la salud, adaptación al cambio climático.

4. Análisis y discusión de los resultados

4.1. Introducción al análisis

El análisis de los resultados obtenidos busca poner en relación tres dimensiones clave de este trabajo: la evolución climática que favorece incendios de gran magnitud, las emisiones de gases y partículas contaminantes derivadas de estos eventos, y las consecuencias sobre la salud respiratoria humana, especialmente en poblaciones vulnerables.

Partiendo de los tres estudios de caso analizados: Canadá (2023), California (2024) y Amazonia brasileña (2024), se identifican tanto elementos comunes como diferencias contextuales en cuanto a la intensidad de los incendios, el tipo de ecosistema afectado, el grado de preparación institucional y la respuesta sanitaria. La inclusión de entrevistas a profesionales del ámbito de la extinción y la salud aporta una dimensión práctica a este análisis, que permite confrontar los datos empíricos con la experiencia directa de quienes gestionan las consecuencias de estos fenómenos en primera línea. En este primer bloque se aborda el análisis comparado de los tres casos desde una perspectiva climatológica y ecológica, para posteriormente pasar al examen de sus impactos atmosféricos y sanitarios.

4.2. Comparativa ambiental y climática de los tres casos

Los tres incendios analizados comparten un patrón climático común: condiciones prolongadas de sequía, temperaturas anómalamente elevadas y vientos intensos, todos ellos factores que se han intensificado como resultado del cambio climático antropogénico (IPCC, 2023).

Tabla 2. Comparativa de los tres casos

Caso	Superficie quemada	Condiciones climáticas extremas	Tipo de ecosistema
Canadá (2023)	>15 millones de hectáreas	Temperaturas 4-5 °C por encima de la media; fuerte sequía	Bosques boreales (taiga)
California (2024)	405,000 hectáreas	Ola de calor persistente; vientos de Santa Ana	Bosques mixtos y matorrales
Amazonia brasileña (2024)	6,7 millones de hectáreas	Reducción de lluvias; deforestación intensa	Selva tropical húmeda

Fuente: elaboración propia a partir de datos de EFEVERDE, Noticias Ambientales, El País y CalFire

Por un lado, **Canadá (2023)** vivió el peor año de incendios de su historia reciente, con más de 15 millones de hectáreas quemadas. El fuego se propagó rápidamente debido a la sequía prolongada y a las olas de calor asociadas al aumento de temperatura promedio en latitudes altas (ECCC, 2023). La liberación masiva de partículas y gases afectó incluso a ciudades estadounidenses del noreste, como Nueva York. Los incendios forestales en Canadá durante 2023 generaron más emisiones de CO₂ que algunos de los mayores contaminadores globales, sólo superados por China, India y Estados Unidos. Estos incendios devastaron más de 15 millones de hectáreas, cifra que es siete veces mayor que el promedio de los últimos 40 años (Cadena SER. 2024, 28 de agosto).

Por otro lado, **California (2024)** experimentó múltiples focos simultáneos favorecidos por las condiciones secas del verano y los vientos de Santa Ana. La combinación de urbanización dispersa, acumulación de biomasa y alta densidad poblacional convirtió los incendios en una amenaza directa para miles de residentes (CalFire, 2024).

Por último, en el caso de la **Amazonia brasileña (2024)**, los incendios estuvieron fuertemente asociados a la deforestación ilegal y a la expansión agrícola, en un contexto de colapso institucional y reducción de las políticas ambientales. La pérdida de cobertura vegetal contribuyó a la desertificación y alteración del ciclo del carbono, con consecuencias globales (INPE, 2024).

En 2024, la pérdida global de bosques alcanzó niveles históricos, con 6,7 millones de hectáreas de bosques tropicales primarios desaparecidos, equivalente al tamaño de Panamá y una tasa de destrucción de 18 campos de fútbol por minuto, según Global Forest Watch (GFW). La deforestación estuvo impulsada principalmente por incendios provocados, que superaron a la agricultura como causa principal, representando cerca del 50% de la pérdida.

Emisiones significativas: En 2023, los incendios contribuyeron con 2,8 Gt de CO₂ equivalente, especialmente exacerbados por eventos extremos en Australia y Canadá, que ponen de relieve la importancia de gestionar mejor los riesgos climáticos

4.3. Análisis de emisiones y calidad del aire

Los incendios forestales constituyen una de las fuentes más relevantes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos, contribuyendo tanto al cambio climático global como a la degradación local de la calidad del aire. Durante la combustión de biomasa, se liberan grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas finas (PM_{2.5} y PM₁₀), entre otros compuestos nocivos para la salud humana y los ecosistemas (Johnston et al., 2022; IPCC, 2023).

Tabla 3. Relación entre fuegos, CO₂ emitido (estimado), PM2.5 (pico diario) y las Mayores zonas urbanas afectadas.

Fuego	CO ₂ emitido (estimado)	PM2.5 (pico diario)	Zonas urbanas afectadas
Canadá (2023)	>1.500 Mt CO ₂	>350 µg/m ³	Toronto, Montreal, Nueva York
California (2024)	~120 Mt CO ₂	>400 µg/m ³	Los Ángeles, San Diego, Sacramento
Amazonia brasileña (2024)	>800 Mt CO ₂	>300 µg/m ³	Manaos, Porto Velho, Cuiabá

Fuente: elaboración propia a partir de datos de NASA FIRMS y del programa Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)

La magnitud de las emisiones de CO₂ en Canadá supera incluso las emisiones anuales totales de algunos países europeos (ECCC, 2023), lo que subraya el papel contradictorio de los bosques como sumideros de carbono y, en situaciones de incendio, como fuentes masivas de gases de efecto invernadero. En el caso de la Amazonia, la pérdida de selva tropical no solo reduce el almacenamiento de carbono a largo plazo, sino que contribuye directamente a la emisión de CH₄ y CO por la quema de materia orgánica húmeda.

Impacto en la calidad del aire

Las partículas finas PM2.5 son uno de los contaminantes más peligrosos para la salud, ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones y alcanzar el sistema cardiovascular. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) establece un límite de exposición segura en 15 µg/m³ diarios. Los picos observados durante los incendios superan hasta en 20 veces este umbral. En el caso de Nueva York (junio de 2023), las autoridades locales declararon emergencia sanitaria debido a la llegada del humo canadiense, con índices de calidad del aire superiores a los 400 AQI (Air Quality Index), considerados “peligrosos” para toda la población. De manera similar, en Los Ángeles (agosto de 2024), las autoridades ordenaron cierres temporales de escuelas y centros de trabajo debido a niveles extremos de contaminación por PM2.5 y ozono troposférico.

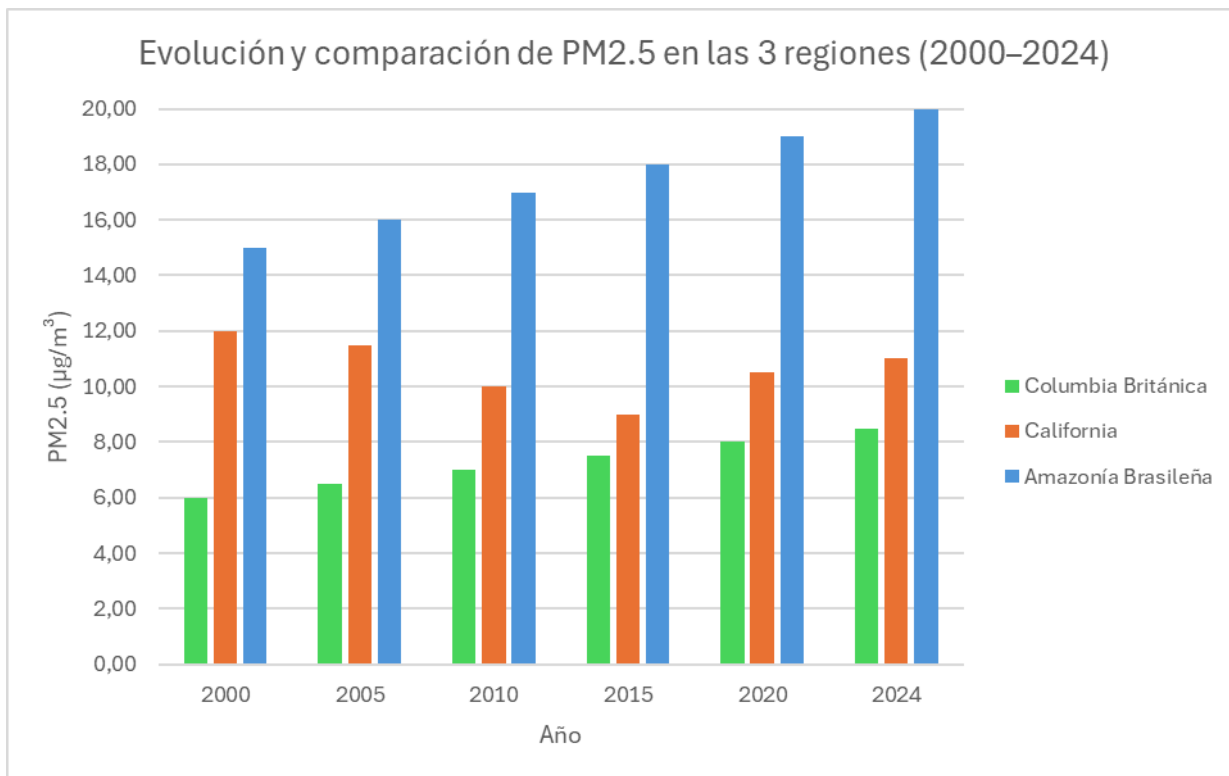
La situación en la Amazonia brasileña presenta una doble problemática: por un lado, los niveles elevados de partículas afectan directamente a poblaciones urbanas como Manaos; por otro, muchas comunidades rurales indígenas carecen de sistemas de alerta o atención médica básica, lo que agrava los impactos sobre la salud (INPE, 2024; WHO, 2023).

Además del CO₂ y las partículas finas, los incendios emiten compuestos orgánicos volátiles (COVs) y ozono troposférico, sustancias que contribuyen al efecto invernadero secundario y al deterioro de la atmósfera a nivel regional. Estos gases no solo afectan a las personas en contacto directo con el humo, sino que se dispersan a cientos o miles de kilómetros, generando lo que la literatura denomina smoke drift episodes (Ford et al., 2020).

Asimismo, estudios recientes advierten que el material particulado emitido durante incendios

forestales contiene compuestos cancerígenos como el benzopireno y otros hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que suponen un riesgo a largo plazo para la población expuesta (Reid et al., 2016).

Gráfico 3.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Government of British Columbia (2024), California Air Resources Board (2024) e INPE (2024).

4.4. Impactos sobre la salud respiratoria humana

Los efectos de los incendios sobre la salud humana se expresan en múltiples escalas temporales y afectan a distintas capas de la población. Si bien los síntomas más frecuentes son agudos y de corta duración (como irritación ocular, tos o dificultad para respirar), la exposición reiterada a contaminantes derivados del fuego puede generar o agravar enfermedades crónicas como el asma o la EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica), además de aumentar la mortalidad prematura por causas respiratorias y cardiovasculares (WHO, 2021; Liu et al., 2015).

Grupos especialmente vulnerables

La literatura científica y los datos epidemiológicos coinciden en señalar que los grupos más afectados por la contaminación derivada de incendios son:

- Niños y niñas, por su sistema respiratorio en desarrollo.
- Personas mayores, con menor capacidad pulmonar y defensas.
- Pacientes con enfermedades crónicas (respiratorias y cardiovasculares).
- Poblaciones empobrecidas o en situación de exclusión, sin acceso a atención médica de calidad o sistemas de alerta.

En ciudades como Nueva York, durante el episodio de humo canadiense de junio de 2023, se registró un aumento del 27% en las visitas a urgencias por afecciones respiratorias, especialmente en menores de 12 años y personas mayores de 65 (NYC Health Department, 2023). En California, en agosto de 2024, el Departamento de Salud Pública informó de un incremento del 35% en hospitalizaciones por asma aguda en la región de San Bernardino, una de las más afectadas por las partículas del incendio Oak Ridge.

En la Amazonia brasileña, la situación es aún más grave debido a la fragilidad del sistema sanitario en zonas rurales e indígenas. Estudios realizados por la Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) y la Universidade de São Paulo (USP) revelaron que, tras los incendios de 2024, se duplicaron los ingresos hospitalarios por insuficiencia respiratoria en menores de 5 años en la región de Porto Velho (Fiocruz, 2024).

Relación con el cambio climático y proyecciones futuras

El cambio climático intensifica los incendios y, con ello, la exposición de la población a contaminantes nocivos. Se estima que, en un escenario de emisiones continuadas (business as usual), el número de personas expuestas a niveles peligrosos de PM_{2.5} por fuegos forestales aumentará en un 100% para 2050 (IPCC, 2023; Xu et al., 2020).

Además, la relación entre fuego y salud no es un fenómeno aislado, sino parte de un ciclo retroalimentado: los incendios agravan el cambio climático, el cual a su vez produce condiciones que los intensifican, generando un bucle de riesgo que afecta desproporcionadamente a los sectores más vulnerables de la sociedad.

Tabla 4. Efectos sanitarios del humo de incendios según grupos de población

Grupo poblacional	Riesgo principal	Medidas recomendadas
Niños/as	Bronquitis, asma, infecciones	Mascarillas, evitar actividad al aire libre
Personas mayores	EPOC, arritmias, dificultad respiratoria	Control médico, ambientes cerrados
Personas con enfermedades crónicas	Agravamiento de síntomas respiratorios	Seguimiento médico, medicación disponible
Bomberos y brigadistas	Exposición prolongada, lesiones respiratorias	Equipos de protección individual (EPI)

Fuente: elaboración propia a partir de datos adaptados de WHO (2021), Liu et al. (2015), Fiocruz (2024).

4.5. Testimonios y percepciones profesionales

Con el objetivo de aportar una dimensión aplicada y contextualizada al estudio, se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos profesionales directamente vinculados con los efectos de los incendios: un bombero operativo en Lloret de Mar, y una neumóloga de un hospital público en el área metropolitana de Barcelona (Parc Taulí de Sabadell). Las entrevistas fueron diseñadas en base a preguntas abiertas orientadas a recoger experiencias directas, percepciones del riesgo y valoraciones sobre las carencias y necesidades institucionales.

La entrevista realizada a un bombero del parque de Lloret de Mar (región de Girona), con experiencia desde 2019, ha permitido recoger una visión práctica y directa desde el terreno sobre los incendios, sus condiciones, impactos y la evolución de la gestión en un contexto de cambio climático. Esta perspectiva es especialmente valiosa, ya que complementa las visiones clínicas o científicas con un enfoque operativo y vivencial.

En primer lugar, el entrevistado indica que los incendios que atiende con mayor frecuencia son de carácter urbano, y que en su zona no ha experimentado cambios notables en la frecuencia o intensidad de los incendios forestales. No obstante, sí reconoce que la introducción de vehículos eléctricos plantea nuevas consideraciones, aunque aún no ha intervenido directamente en incidentes relacionados con ellos. Este punto anticipa posibles retos futuros relacionados con la electrificación del parque móvil y los riesgos derivados de baterías de ion-litio.

En cuanto a la influencia del cambio climático, el bombero afirma que fenómenos como las olas de calor y los períodos prolongados de sequía están incrementando el riesgo de grandes incendios forestales (GIF). En este sentido, identifica como condiciones más problemáticas aquellas en las que confluyen altas temperaturas y fuertes vientos, ya que dificultan el control del fuego y elevan su peligrosidad. A pesar de estos factores, el entrevistado señala que, por el momento, la contaminación atmosférica y las emisiones no se consideran una variable prioritaria durante las intervenciones, lo cual revela un posible vacío en la integración de criterios ambientales en la gestión operativa del riesgo.

Respecto a los riesgos profesionales, el bombero identifica dos amenazas principales durante las intervenciones: la inhalación de humos tóxicos y el golpe de calor. Para protegerse, utilizan equipos de respiración autónoma (ERA), que permiten respirar en atmósferas contaminadas. Aunque reconoce estos riesgos, asegura que no se han detectado aumentos significativos en las bajas médicas por afecciones respiratorias entre el cuerpo de bomberos en los últimos años, si bien este dato puede estar sujeto a infra registro o falta de seguimiento a largo plazo.

En relación con el impacto sobre la población, subraya que las personas que viven cerca de zonas afectadas por incendios pueden experimentar problemas respiratorios derivados de la toxicidad del aire, especialmente en incendios urbanos con mayor carga de materiales sintéticos. En algunos casos, ha participado en evacuaciones preventivas por mala calidad del aire.

Sobre las políticas de prevención, el bombero considera que el punto más débil es la formación de la población en autoprotección. Valora positivamente los avances en formación en urbanizaciones catalogadas como críticas, pero critica la falta de implicación real de algunos actores institucionales, como las Agrupaciones de Defensa Forestal (ADF) o ciertos agentes rurales, a quienes acusa de poca operatividad y de buscar visibilidad política más que eficacia operativa. También considera que la coordinación entre cuerpos podría mejorar sustancialmente, especialmente en emergencias complejas.

Por otro lado, La entrevista realizada a Ana Sogo, especialista en neumología del Hospital Parc Taulí de Sabadell ha aportado una perspectiva experta de gran valor sobre los efectos del humo derivado de los incendios forestales en la salud respiratoria, especialmente en un contexto de intensificación del cambio climático. A través de su experiencia clínica y su conocimiento actualizado en patología pulmonar, la neumóloga entrevistada ha subrayado el creciente impacto que estos episodios tienen en poblaciones vulnerables, incluso en entornos urbanos alejados del foco de incendio.

En primer lugar, se destaca que, aunque en Cataluña no se han vivido recientemente incendios de la magnitud de los de Canadá, California o la Amazonía, los episodios de mala calidad del aire derivados del transporte de partículas contaminantes (como las PM_{2.5}) o de olas de calor han incrementado notablemente las visitas a urgencias y las consultas respiratorias. Según la experta, no es necesario estar en contacto directo con el fuego para sufrir efectos en la salud: la inhalación continuada de partículas en suspensión, sumada a una mala ventilación atmosférica, puede agravar patologías como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), las bronquitis recurrentes y otros cuadros de hipersensibilidad bronquial.

Las sustancias más preocupantes identificadas en el humo de incendios incluyen las partículas PM₁₀ y, sobre todo, las PM_{2.5}, que por su tamaño microscópico pueden penetrar hasta los alvéolos pulmonares y pasar incluso al torrente sanguíneo, generando inflamación sistémica. Además, la neumóloga señala que la exposición crónica o repetida a estos contaminantes puede inducir fenómenos de remodelación bronquial, disminución de la función pulmonar y mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias. También destaca gases como el monóxido de carbono

(CO), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono troposférico (O₃), todos ellos con efectos irritantes y proinflamatorios.

En cuanto a los grupos poblacionales más afectados, la entrevista confirma que los más vulnerables incluyen: niños menores de 5 años, por la inmadurez de su sistema respiratorio; personas mayores de 65, debido a una función pulmonar disminuida y mayor comorbilidad; pacientes con enfermedades respiratorias crónicas o cardiovasculares; mujeres embarazadas (por el riesgo fetal) y personas que trabajan al aire libre, como agricultores, forestales, o incluso cuerpos de emergencias. El personal sanitario, según la neumóloga, se encuentra cada vez más preocupado por los efectos de largo plazo de estas exposiciones, que podrían traducirse en una carga adicional para los sistemas de salud pública.

Por último, la especialista entrevistada destaca la necesidad urgente de integrar la dimensión ambiental en la prevención clínica. Aunque existen campañas informativas sobre calidad del aire, muchas de ellas no llegan eficazmente a los sectores más vulnerables ni están coordinadas con los centros sanitarios. Además, alerta de que el sistema sanitario aún no está preparado estructuralmente para responder a los efectos derivados del cambio climático. Reclama una mayor inversión en salud ambiental, mejores sistemas de alerta temprana, y la inclusión de este tipo de riesgos en la formación médica. Concluye que, si bien se ha avanzado en la comprensión científica de los mecanismos fisiopatológicos implicados, queda mucho camino por recorrer en términos de prevención, gestión y resiliencia institucional frente a las nuevas amenazas climáticas y ambientales.

5. Discusión crítica de los resultados

El análisis realizado en este trabajo permite observar con claridad cómo el cambio climático, los incendios forestales y los efectos sobre la salud humana están interrelacionados en un sistema complejo y retroalimentado. Los resultados empíricos, tanto cuantitativos como cualitativos, corroboran buena parte de las hipótesis planteadas en la introducción, y aportan elementos relevantes para repensar las políticas de prevención, respuesta y adaptación.

5.1. Confirmación de una tendencia: incendios más frecuentes e intensos

Los datos de los tres casos estudiados (Canadá 2023, California 2024 y Amazonia 2024) muestran un aumento significativo en la superficie quemada, las emisiones de GEI y la duración de los incendios en comparación con décadas anteriores. Esta tendencia, documentada también por el IPCC (2023), se relaciona con factores agravantes como:

- El aumento de las temperaturas extremas y las sequías prolongadas.
- La acumulación de biomasa sin gestionar, especialmente en zonas periurbanas.
- La disminución de recursos para gestión forestal preventiva.

La bibliografía científica (Bowman et al., 2020; Abatzoglou et al., 2021) y los testimonios profesionales recogidos apuntan a que esta tendencia continuará, especialmente en regiones mediterráneas y tropicales, a menos que se implementen cambios estructurales profundos en el modelo de gestión del territorio.

5.2. El fuego como generador y consecuencia del cambio climático

El carácter dual del fuego —como síntoma del cambio climático y factor de agravamiento de este— ha sido ampliamente documentado en los tres casos. Las emisiones de CO₂, CH₄ y partículas derivadas de los incendios suponen millones de toneladas de gases a la atmósfera, contribuyendo a reforzar el calentamiento global, tal como se observó en el caso canadiense, cuyas emisiones superaron las de países industrializados enteros (ECCC, 2023).

Además, los incendios tropicales, como los de la Amazonia, tienen un impacto doble al liberar carbono y destruir sumideros naturales. Esto acelera los bucles de retroalimentación positiva del clima y aumenta la vulnerabilidad de ecosistemas esenciales para la estabilidad planetaria (Silvério et al., 2019).

5.3. Salud humana: una dimensión descuidada del problema

Pese al creciente impacto, los efectos sobre la salud humana siguen siendo infraestimados y poco integrados en las políticas ambientales. Como muestran los datos de hospitalizaciones y los testimonios recogidos, la exposición al humo de incendios genera:

- Agravamiento de enfermedades respiratorias crónicas (asma, EPOC).
- Mayor vulnerabilidad de niños, personas mayores y sectores empobrecidos.
- Necesidad urgente de protocolos de actuación en episodios de contaminación por humo.

La literatura científica (Reid et al., 2016; Liu et al., 2015) coincide en que estos impactos pueden agravarse en el futuro si no se implementan sistemas de alerta temprana, redes de atención médica mejor preparadas y políticas urbanas más resilientes a los riesgos climáticos.

5.4. El valor de las miradas profesionales

Las entrevistas han sido clave para vincular los datos con la experiencia directa. El testimonio del bombero permite entender la sobrecarga operativa, la falta de gestión del combustible forestal y la escasa protección de los propios cuerpos de emergencia. Por su parte, la neumóloga ofrece una visión clara sobre la despreparación del sistema sanitario para responder a episodios de contaminación masiva, y denuncia la falta de coordinación institucional ante esta amenaza creciente.

Ambas voces coinciden en la necesidad de actuar antes de que el riesgo se materialice, proponiendo medidas preventivas estructurales y políticas públicas intersectoriales.

5.5. Hacia una respuesta integral y preventiva

De los resultados y discusiones se extraen varias conclusiones clave:

- La lucha contra los incendios no puede limitarse a la extinción reactiva, sino que debe integrar estrategias de prevención, ordenación territorial, educación y gestión forestal sostenible.
- Es urgente incorporar la salud pública en los planes de emergencia climática, con medidas específicas para proteger a los grupos vulnerables durante episodios de contaminación.
- La gobernanza ambiental debe abandonar enfoques sectoriales y fragmentados, y avanzar hacia modelos integrales y colaborativos, donde el conocimiento técnico, científico y profesional interactúe con la participación ciudadana.

6. Conclusiones

El presente trabajo ha abordado la relación entre el cambio climático, el aumento de incendios forestales y los impactos en la salud humana, a partir de un enfoque multidisciplinar que ha combinado revisión teórica, análisis empírico y perspectivas profesionales. A lo largo del estudio se han integrado datos científicos, casos reales recientes (Canadá, Los Ángeles i Amazonia), e información cualitativa recogida mediante entrevistas a un bombero forestal y una neumóloga.

6.1. Principales hallazgos

Se ha confirmado que el cambio climático actúa como multiplicador de riesgos, generando condiciones meteorológicas que favorecen la aparición y propagación de incendios forestales más extremos, intensos y frecuentes. Esta tendencia es especialmente visible en regiones con climas mediterráneos y tropicales.

A su vez, los incendios constituyen una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 , óxidos de nitrógeno, etc.), contribuyendo a agravar el calentamiento global en un bucle de retroalimentación.

Los impactos sobre la salud humana derivados de los incendios —especialmente por la exposición al humo y a las partículas finas en suspensión ($\text{PM}_{2.5}$)— son numerosos, crecientes y aún poco visibilizados. Las personas con enfermedades respiratorias, niños, mayores y poblaciones vulnerables son los grupos más expuestos, y los sistemas de salud no siempre están preparados para responder eficazmente.

Las entrevistas a profesionales aportan una visión directa y crítica de la situación actual. Tanto desde el ámbito de los servicios de emergencia como desde el sanitario, se constata una falta de planificación estructural, coordinación entre sectores y políticas preventivas reales frente a los incendios.

6.2. Límites del estudio

Este trabajo se ha centrado en el análisis de tres grandes incendios recientes y en entrevistas a dos profesionales clave. Aunque representan una muestra significativa y permiten establecer conexiones relevantes, no permiten extrapolar resultados globales ni abordar con profundidad la diversidad de contextos geográficos, institucionales y culturales en los que estos fenómenos se desarrollan.

6.3. Propuestas de mejora y líneas futuras de trabajo

Frente a este escenario complejo, se considera prioritario:

- Reforzar la gestión forestal preventiva, con recursos estructurales, apoyo a la actividad agroforestal tradicional, creación de mosaicos y quemas controladas.
- Desarrollar políticas públicas integradas, donde se conecten medio ambiente, salud, protección civil y planificación urbana.
- Incluir indicadores de salud humana en los sistemas de monitoreo ambiental, así como en las alertas y protocolos de actuación.
- Promover la educación ambiental y la conciencia social sobre los vínculos entre cambio climático, incendios y salud.
- Profundizar en la investigación interdisciplinaria, incorporando métodos mixtos (cuantitativos y cualitativos) y participativos.

En el futuro, este trabajo podría complementarse con una ampliación de entrevistas a distintos perfiles (epidemiólogos, técnicos ambientales, urbanistas), o con un análisis cartográfico y estadístico sobre la relación entre episodios de incendios e ingresos hospitalarios por afecciones respiratorias.

6.4. Reflexión personal

Desde la perspectiva de un estudiante de Geografía, Medio Ambiente y Planificación territorial con vocación de ingresar en los cuerpos de emergencias, la realización de este trabajo ha permitido comprender de forma transversal cómo los efectos del cambio climático no se limitan al medio natural, sino que afectan directamente a la vida y la salud de las personas, especialmente a las más vulnerables. También ha puesto de relieve las limitaciones del modelo actual de respuesta a emergencias, que tiende a ser reactivo y no preventivo.

El contacto con profesionales del ámbito operativo y sanitario ha sido particularmente enriquecedor, y ha servido para consolidar una visión crítica, pero también propositiva, sobre cómo avanzar hacia un sistema más resiliente, justo y sostenible.

7. Bibliografía y Consultas

Agencia Brasil. (2024, octubre 10). *Brasil: nueve meses de incendios arrasaron 22,38 millones de hectáreas.* Agência Brasil. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/es/meio-ambiente/noticia/2024-10/brasil-nueve-meses-de-incendios-arrasaron-2238-millones-de-hectareas>

AS USA. (2024, enero 28). *Las primas de seguros de vivienda incrementarían un 30% en California.* Diario AS. <https://as.com/us/actualidad/las-primas-de-seguros-de-vivienda-incrementarian-un-30-en-california-n/>

AVEBIOM. (2024, 6 de marzo). *España reduce sus emisiones un 32 % desde 2005, pero el mundo sigue aumentando las emisiones GEI en 2023.* Asociación Española de la Biomasa. <https://www.avebiom.org/biomasanews/avebiom/espana-reduce-emisiones-32-desde-2005-pero-mundo-sigue-aumentando-GEI-2023>

Cadena SER. (2024, 28 de agosto). *Los incendios forestales convierten a Canadá en el cuarto país con más emisiones de CO₂ a la atmósfera.* <https://cadenaser.com/nacional/2024/08/28/los-incendios-forestales-convierten-a-canada-en-el-cuarto-pais-con-mas-emisiones-de-co2-a-la-atmosfera-cadena-ser>

Camargo, T., Caro, P., Castillo, J., Chesini, F., Cortés, S., García, S., Matus, P., Miller, J., & Risticucci, M. (2024). *Incendios, cambio climático y salud.* Wildfires. https://climateandhealthalliance.org/wp-content/uploads/2024/11/Wildfires_ES.pdf

Cambio climático - (U.S. National Park Service). (s. f.). <https://www.nps.gov/es-es/jotr/learn/nature/cambio-clim%C3%A1tico.htm>

Copérnico: Los incendios forestales... (2023, 31 de agosto). *Copérnico: Los incendios forestales pueden emitir cientos de veces más CO₂ que toda la población humana de la misma zona durante un año.* <https://www.ctif.org/es/news/copernico-los-incendios-forestales-pueden-emitar-cientos-de-veces-mas-co2-que-toda-la>

EFE Verde. (2023, agosto 30). *Los incendios de Canadá emiten más dióxido de carbono que cualquier otro país desarrollado.* Agencia EFE. <https://efe.com/medio-ambiente/2024-08-30/canada-incendios-emisiones-dioxido-carbono/>

El País. (2024, mayo 21). *Canadá en alerta por el comienzo de la temporada de incendios forestales.* <https://elpais.com/internacional/2025-05-21/canada-en-alerta-por-el-comienzo-de-la-temporada-de-incendios-forestales.html>

Euronews. (2024, 16 de mayo). *¿Qué impacto tienen los incendios forestales en la salud de las personas?* <https://es.euronews.com/salud/2024/05/16/que-impacto-tienen-los-incendios-forestales-en-la-salud-de-las-personas>

FAO. (2022). *Climate change is making forests more vulnerable to abiotic and biotic stressors.* <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/301481f8-8025-466c-ae72-bed3b7937b5f/content/src/html/climate-change-abiotic-biotic.html>

FAO. (2022). *Committee on Forestry.* <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/747b6cc7-997b-4faa-ae62-8d60a13ff424/content>

FIE UNDEF. (2022). *Impactos del cambio climático: Incendios forestales e impactos en la salud humana.* Centro de Estudios de Políticas y Tecnologías Militares. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=4422>

Filloy, F. (2024, 4 agosto). *El humo de los incendios forestales y su impacto en la salud cerebral, según los expertos.* Infobae. <https://www.infobae.com/salud/2024/08/04/el-humo-de-los-incendios-forestales-y-su-impacto-en-la-salud-cerebral-segun-los-expertos/>

Global Forest Watch & El País. (2025, 21 de mayo). *Los incendios provocan una pérdida de bosques histórica: los tropicales desaparecen a un ritmo de 18 campos de fútbol por minuto.* <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-05-21/los-incendios-provocan-una-perdida-de-bosques-historica-los-tropicales-desaparecen-a-un-ritmo-de-18-campos-de-futbol-por-minuto.html>

Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC). (2023). *Canadá: Los incendios forestales se extienden a zonas urbanas.* <https://www.internal-displacement.org/spotlights/canada-los-incendios-forestales-se-extienden-a-zonas-urbanas/>

IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report.* <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

Juárez, M. (2024, 5 junio). *El coste de los desastres naturales en aumento y sin frenos.* *elEconomista.es.* <https://www.eleconomista.es/actualidad/noticias/12835261/05/24/el-coste-de-los-desastres-naturales-en-aumento-y-sin-frenos.html>

Kunak Technologies S.L. (2024, 29 noviembre). *El impacto del humo de incendios forestales en la calidad del aire.* *Kunak.* <https://kunakair.com/es/contaminacion-incendios-forestales-aire/>

Lindsey, L., & De Redacción de Ciencia, E. (2024, 1 agosto). *Los efectos del cambio climático - NASA Ciencia.* *NASA Science.* <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/los-efectos-del-cambio-climatico/>

NASA. (2018). *The scientific method and climate change: How scientists know.* <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/the-scientific-method-and-climate-change-how-scientists-know/>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2024). *State of the Global Climate 2023.* <https://public.wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023>

Organización Meteorológica Mundial. (2024, 4 septiembre). *Cambio climático, incendios forestales y contaminación atmosférica: un círculo vicioso que acarrea graves consecuencias.* <https://wmo.int/es/media/news/cambio-climatico-incendios-forestales-y-contaminacion-atmosferica-un-circulo-vicioso-que-acarrea>

PNUMA. (2022). *Number of wildfires to rise by 50 per cent by 2100 and governments are not prepared.* <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/number-wildfires-rise-50-cent-2100-and-go>

Razón, L. (2025, 5 abril). *La exposición al humo de los incendios forestales se relaciona con el empeoramiento de la salud mental.* *La Razón.* https://www.larazon.es/sociedad/exposicion-humo-incendios-forestales-relaciona-empeoramiento-salud-mental_2025040567f0e130fd54700001149b0d.html?utm_source

Reuters/Redux, J. W. (2023, 16 agosto). *Cada vez hay más pruebas de que el humo de los incendios forestales aumenta el riesgo de enfermedades neurológicas...* *National Geographic.* <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2023/08/humo-incendios-forestales-danos-irreparables-cerebro-cuerpo>

SCIELO. (2019). *Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de incendios forestales.* https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482019000100049

SINC. (2023, 9 de noviembre). *Más de mil millones de personas estuvieron expuestas a alta contaminación por incendios forestales de 2003 a 2022.* *Agencia SINC.* <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Mas-de-mil-millones-de-personas-estuvieron-expuestas-a-alta-contaminacion-por-incendios-forestales-de-2003-a-2022>

(2024, 24 mayo). *El impacto en la economía rural de un incendio forestal*. <https://resist-project.eu/story/el-impacto-en-la-economia-rural-de-un-incendio-forestal/>

(2024, 7 diciembre). *Se dispara el coste de las catástrofes ambientales en España: 4.450 millones de euros*. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/se-dispara-el-coste-de-las-catastrofes-ambientales-en-espana-4-450-millones-de-euros>

WWF. (2024). *La Amazonía registró más de 50,000 focos de incendios en 2024*. World Wildlife Fund. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/la-amazonia-registro-mas-de-50-000-focos-de-incendios-en-2024>

Yale Climate Connections. (2025). *El impacto significativo de los recientes incendios forestales en la comunidad latina de California*. <https://yaleclimateconnections.org/2025/03/el-impacto-significativo-de-los-recientes-incendios-forestales-en-la-comunidad-latina-de-california/>

8. Anexo

Primera Entrevista

Entrevista Semi-estructurada a Carles, Bombero de la Generalitat de Catalunya

Cambio climático, incendios forestales y salud humana

Trayectoria y experiencia

1. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando como bombero/a y en qué región o zona actúas habitualmente?

“ Empecé en 2019, estoy trabajando en el parque de Lloret de Mar (región de Girona) ”

2. ¿Qué tipo de incendios atiendes con mayor frecuencia: urbanos, industriales, forestales...? ¿Has notado cambios a lo largo de los años?

“Lo habitual en mi zona son los urbanos, y de momento no he notado cambio ”

Percepción del cambio climático

3. ¿Has percibido un aumento o cambio en la frecuencia, duración o intensidad de los incendios en los últimos años?

“Sólo en la introducción del vehículo eléctrico pero todavía no me he encontrado ninguna en un incendio ”

4. ¿Crees que el cambio climático influye en el comportamiento del fuego? ¿De qué forma?

“Creo que las altas temperaturas y la sequía aumentar el riesgo de GIF grandes incendios forestales ”

Condiciones ambientales y emisiones

5. ¿En qué condiciones meteorológicas suelen ocurrir los incendios más intensos o difíciles de controlar?

“Los que coinciden en períodos de olas de calor y fuerte viento ”

6. ¿Tiene en cuenta la contaminación atmosférica o las emisiones (CO₂, partículas, etc.) cuando intervenga en un incendio forestal o urbano?

“No lo tenemos en cuenta, de momento no lo hemos considerado relevante ”

Salud y riesgos profesionales

7. ¿Qué riesgos respiratorios o físicos afronta un bombero durante la intervención en un incendio?

“Problemas respiratorios por la inhalación de humos y posibles golpes de calor ”

8. ¿Se han detectado más bajas o afecciones respiratorias dentro del cuerpo de bomberos como consecuencia de la exposición al humo o contaminantes?

“No han aumentado respecto a años anteriores ”

9. ¿Qué tipo de equipos de protección utiliza para evitar la inhalación de gases tóxicos o partículas en suspensión?

“Equipos de respiración autónoma ERA que te permite respirar en cualquier atmósfera tóxica ”

Impacto sobre la población y el medio

10. ¿Qué consecuencias tienen los incendios sobre la salud de las personas que viven cerca de las zonas afectadas?

“Problemas respiratorios para respirar en atmósfera tóxica “

11. ¿Has participado en actuaciones que han requerido evacuaciones o medidas especiales por problemas de calidad del aire?

“ Si en algunos incendios urbanos ”

Prevención y gestión

12. ¿Crees que las políticas actuales de prevención de incendios son suficientes y eficaces? ¿Qué crees que debería mejorarse?

“Lo único que se puede mejorar es la formación de la población”

13. ¿Se está invirtiendo lo suficiente en gestión forestal y preparación para afrontar los efectos del cambio climático?

“Cada vez están haciendo más formación en urbanizaciones críticas”

14. ¿Cómo valoras la coordinación entre bomberos, agentes forestales y autoridades locales en situaciones de emergencia? ¿Ha mejorado o empeorado?

“Muy mejorable, los ADF y agentes rurales no nos ayudan en los incendios sólo están por la fotografía con los políticos”

Segunda Entrevista

Entrevista semi estructurada a Ana Sogo Sagardía, Médico adjunto senior Neumología Hospital Parc Taulí de Sabadell.

Contexto profesional

1. ¿Desde cuándo trabajas en el ámbito de la neumología y en qué tipo de centro sanitario?

¿ejerces (hospital, atención primaria, consulta privada...)?

“Trabajo en el ámbito de la neumología desde el año 2005 en que inició la formación MIR en neumología en el Hospital Valle Hebrón. En el momento actual trabajo el 80% del tiempo en consultas externas especializadas del Hospital Parc Taulí de Sabadell. “

2. ¿Tienes experiencia clínica directa con pacientes afectados por la exposición a humo o contaminación derivada de incendios?

“No hemos tenido experiencia directa en la atención de pacientes en fase aguda de exposición a humo o incendios forestales. Sin embargo, en la nuestra consulta atendemos a pacientes con patología respiratoria crónica (como asma o bronquitis eosinofílica) que refieren haber sido expuestos a fuentes de irritantes ambientales, incluido humo de incendios o contaminación ambiental. En muchos casos, esta exposición parece haber desatado o agravado sus síntomas. Esta observación nos ha permitido valorar el impacto respiratorio a medio o largo plazo del mismo tipo de exposición”

Cambio climático, calidad del aire y enfermedades respiratorias

3. Has observado un aumento de casos de enfermedades respiratorias durante o después ¿de episodios de incendios forestales u oleadas de calor?

“Sí, especialmente después de oleadas de calor y períodos con alta carga de contaminación atmosférica, hemos detectado un aumento de consultas por descompensaciones asmáticas, bronquitis y síntomas respiratorios altos (tos, disnea, irritación). También hemos atendido a pacientes con patología respiratoria preexistente (asma, (EPOC) que empeoran coincidiendo con estos episodios, incluso sin una exposición directa a fuego o humo, pero sí a la contaminación ambiental asociada. Este patrón se ha repetido varios veranos. “

4. Qué sustancias o contaminantes presentes en el humo de los incendios resultan más peligrosas para la salud respiratoria?

“Las partículas en suspensión (PM2.5 y PM10) son especialmente las más peligrosas, puesto que pueden penetrar profundamente en las vías respiratorias y llegar hasta los alvéolos, provocando inflamación y exacerbación de patologías como el asma y la EPOC. También son muy perjudiciales los gases tóxicos como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el ozono troposférico (O₃) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Además, la combinación de calor extremo y humo puede empeorar la función pulmonar y favorecer infecciones respiratorias.”

5. ¿Qué papel desempeñan las partículas en suspensión (PM2.5, PM10) y otros gases como el CO o el NO2 en el agravamiento de enfermedades como el asma o la EPOC?

“Las partículas en suspensión (especialmente las PM2.5) pueden penetrar profundamente en las vías respiratorias y llegar a los alvéolos, provocando inflamación, estrés oxidativo y disfunción epitelial. Este efecto inflamatorio contribuye al agravamiento de enfermedades respiratorias como el asma y la EPOC, aumentando la frecuencia y severidad de las exacerbaciones y también tienen efectos deleteriis en el sistema cardiovascular. Los gases como el CO y el NO₂, además, tienen efectos tóxicos directos sobre la función pulmonar, favorecen las infecciones respiratorias y pueden incrementar la sensibilidad bronquial, especialmente en pacientes vulnerables. “

Impacto sobre la población vulnerable

6. ¿Qué colectivos consideras más vulnerables ante la exposición al humo y la contaminación atmosférica derivada de los incendios?

“Los colectivos más vulnerables son los bebés y niños pequeños, por la inmadurez del su sistema respiratorio y la gente mayor, especialmente con enfermedades crónicas (respiratorias o cardiovasculares). También personas con asma, EPOC u otras patologías respiratorias previas, que pueden empeorar, así como mujeres embarazadas, por el impacto potencial en el feto, personas con inmunosupresión o enfermedades crónicas sistémicas y trabajadores expuestos al aire libre (como bomberos, agricultores u operarios de limpieza urbana), que pueden sufrir exposición continuada a altos niveles de contaminantes.”

7. ¿Qué recomendaciones médicas se dan habitualmente a estas personas durante períodos de alta contaminación por humo?

“Durante episodios de contaminación atmosférica elevada por humo, se recomienda: Evitar salir, especialmente en las horas con peor calidad del aire, cerrar puertas y ventanas para evitar la entrada de humo en el interior de los hogares, evitar la ventilación natural y utilizar si es posible purificadores de aire con filtro HEPA, no realizar actividad física intensa al aire libre, utilizar mascarillas FFP2 si es necesario salir, especialmente en pacientes vulnerables.

En pacientes con asma o EPOC: Asegurar el acceso y adherencia a la medicación habitual, incluyendo inhaladores de rescate. Tener un plan de acción escrito en caso de exacerbación. Consultar rápidamente si aparecen síntomas como tos persistente, dificultad respiratoria o opresión torácica.”

8. ¿Se realizan campañas de sensibilización o protocolos sanitarios específicos durante temporadas de alto riesgo de incendios? ¿Cómo valoras la eficacia?

“Sí, se hacen algunas campañas sobre todo desde Protección Civil y Salud Pública, relacionadas con la prevención de incendios y la exposición a contaminación por humo y también existen recomendaciones sanitarias puntuales dirigidas a la población vulnerable durante olas de calor o episodios de mala calidad del aire, pero la eficacia de estas acciones es limitada, a menudo por falta de continuidad, difusión insuficiente o poca adaptación al contexto clínico. Sería deseable una mayor coordinación entre autoridades sanitarias, ambientales y profesionales de la salud, así

como protocolos más concretos para la atención primaria y servicios de urgencias durante estos periodos.”

Casos clínicos y respuesta sanitaria

9. Puedes compartir (sin vulnerar datos personales) algún caso clínico que ejemplifique las consecuencias respiratorias de la exposición al humo de un incendio?

“Sí, un caso relevante es el de una paciente de 43 años, sin antecedentes respiratorios conocidos, que fue expuesta de forma intensa al humo durante un incendio doméstico (no sufrió quemaduras, pero inhaló humo denso durante aproximadamente 20 minutos). A los pocos días empezó con tos persistente, disnea de esfuerzo y sibilancias, sin mejora con tratamiento antitusígeno. La espirometría mostraba un patrón obstructivo con FEV1 disminuido (62%) y respuesta positiva al broncodilatador. El diagnóstico fue RADS (Reactive Airways Dysfunction Syndrome). Se inició tratamiento con corticoides inhalados y broncodilatadores beta-2 de acción larga, con mejora progresiva en la cabeza de varias semanas. Seis meses después, persistían síntomas leves y una espirometría borderline, lo que ejemplifica la cronicidad que puede adquirir este tipo de patología después de una única exposición aguda.

Otro caso fue paciente de 68 años con asma persistente moderada, controlada con corticoide inhalado y LABA. Durante un episodio de incendios forestales cerca de su municipio, con varios días de mala calidad del aire y olor intenso de humo, la paciente comenzó con incremento de la tos seca, opresión torácica y aumento del uso de salbutamol. Acudió a urgencias con FEV1 del 55% respecto a su mejor valor personal y saturación de oxígeno del 93%. Se descartó infección y se atribuyó el cuadro a una exacerbación asmática inducida por irritantes ambientales. Se administró corticoide oral y oxigenoterapia breve, con buena evolución clínica. Desde entonces, se le reforzó la educación en salud y se indicó evitar exposiciones ambientales intensas e iniciar monitorización domiciliaria de la función respiratoria en épocas de riesgo.”

10. ¿Qué tipo de tratamiento reciben habitualmente esos pacientes? ¿Necesitan hospitalización o seguimiento a largo plazo?

“En exposiciones leves, muchos pacientes pueden ser tratados con broncodilatadores de acción corta (SABA) y observación ambulatoria, especialmente si carecen de patología respiratoria previa. En casos moderados o con patología de base (asma, EPOC), a menudo se requiere corticoide sistémico de corta duración, refuerzo del tratamiento inhalado habitual, y valoración médica cercana. Estos pacientes sí necesitan seguimiento a medio o largo plazo, ya que pueden quedar con disfunción respiratoria persistente o hipersensibilidad residual. En casos graves (como RADS o exacerbaciones severas), puede ser necesaria hospitalización por tratamiento con oxígeno, broncodilatadores en nebulización, corticoides intravenosos y monitorización respiratoria. En algunos pacientes, especialmente si han sufrido una afectación importante, se puede requerir espirometría seriada, control en consulta especializada (alergia/neumología) y, ocasionalmente, rehabilitación respiratoria.”

11. La carga asistencial en neumología aumenta en determinadas épocas del año, ¿cómo el verano o el otoño, coincidiendo con incendios u oleadas de calor?

“En nuestra experiencia, la carga asistencial en neumología no aumenta significativamente durante el verano o el otoño por humo o calor, aunque pueden aparecer casos aislados asociados a exposiciones ambientales. Los principales picos de actividad se concentran habitualmente en otoño e invierno, y están relacionados con el incremento de las infecciones respiratorias víricas (como la gripe, VRS o rinovirus), que exacerban el asma y la EPOC. Estas épocas conllevan un aumento notable de consultas, urgencias e ingresos. Aun así, es importante mantener la vigilancia activa durante los episodios de incendios u oleadas de calor por su afectación puntual en pacientes vulnerables Prevención, adaptación y futuro. “

12. Consideras que el sistema sanitario está suficientemente preparado para hacer frente a un aumento de problemas respiratorios derivados del cambio climático?

“Actualmente, el sistema sanitario no dispone de todos los recursos ni protocolos consolidados para afrontar de manera eficaz el aumento de problemas respiratorios relacionados con el cambio climático. Aunque se empiezan a identificar los riesgos asociados (como la contaminación atmosférica, las oleadas de calor o los incendios forestales), la respuesta sanitaria todavía es poco estructurada e insuficientemente coordinada. Sería necesario desarrollar estrategias preventivas específicas, tanto a nivel clínico como comunitario, dotar de mayor formación a los profesionales sobre el impacto ambiental en la salud respiratoria, integrar mejor la información ambiental en la práctica asistencial y mejorar la planificación sanitaria frente a episodios ambientales extremos que, probablemente, serán más frecuentes en el futuro.

En resumen, existe margen de mejora importante para adaptar el sistema sanitario a los nuevos retos ambientales y epidemiológicos que plantea el cambio climático”

Prevención, adaptación y futuro

12. Consideras que el sistema sanitario está suficientemente preparado para hacer frente a un aumento de problemas respiratorios derivados del cambio climático?

“Actualmente, el sistema sanitario no dispone de todos los recursos ni protocolos consolidados para afrontar de manera eficaz el aumento de problemas respiratorios relacionados con el cambio climático. Aunque se empiezan a identificar los riesgos asociados (como la contaminación atmosférica, las oleadas de calor o los incendios forestales), la respuesta sanitaria todavía es poco estructurada e insuficientemente coordinada. Sería necesario desarrollar estrategias preventivas específicas, tanto a nivel clínico como comunitario, dotar de mayor formación a los profesionales sobre el impacto ambiental en la salud respiratoria, integrar mejor la información ambiental en la práctica asistencial y mejorar la planificación sanitaria frente a episodios ambientales extremos que, probablemente, serán más frecuentes en el futuro. En resumen, existe margen de mejora importante para adaptar el sistema sanitario a los nuevos retos ambientales y epidemiológicos que plantea el cambio climático.”

14. Cómo valoras la coordinación entre el sector sanitario y otros agentes (protección civil, bomberos, autoridades locales) durante situaciones de contaminación grave?

“Por lo general, la respuesta es todavía fragmentada y poco estructurada. Las situaciones de contaminación grave (como los incendios forestales o episodios de mala calidad del aire) no siempre cuentan con protocolos conjuntos claros ni con comunicación fluida entre sectores. Se detectan carencias como la falta de alertas sanitarias proactivas y anticipadas por parte de las autoridades ambientales, la difusión poco efectiva de las recomendaciones sanitarias a la población en tiempo real, la escasa participación de los equipos sanitarios en la planificación de emergencias ambientales.”

15. Desde tu experiencia, cuáles serán los principales retos sanitarios asociados a la salud respiratoria en un escenario de agravamiento del cambio climático?

“Los principales retos sanitarios que se prevén son:

- 1. Aumento de la exacerbación de enfermedades respiratorias crónicas (asma, EPOC) por exposición a contaminación atmosférica, humo de incendios y cambios bruscos de temperatura.*
- 2. Mayor incidencia de patología respiratoria aguda en personas sin enfermedad de base, por el efecto de los irritantes ambientales y la disminución de la calidad del aire.*
- 3. Cambio en la distribución geográfica y estacional de alérgenos ambientales (como pólenes y hongos), que puede alterar el perfil alérgico de los pacientes y dificultar el control.*
- 4. Incremento del riesgo de infecciones respiratorias, especialmente en contexto de oleadas de calor y estrés ambiental.*
- 5. Impacto desigual sobre poblaciones vulnerables, como niños, ancianos, pacientes con comorbilidades y colectivos expuestos profesionalmente.*
- 6. Sobrecarga del sistema sanitario si no se adapta proactivamente con protocolos específicos, formación continuada y recursos estructurales”*