

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



**“EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE
FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA
CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24
EN EL AÑO 2025”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Vargas Zegarra, Gabriela Giuliana

ASESOR:

Dr. Edwin Cecilio Condori Vargas

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO

TACNA – PERÚ

2026

DEDICATORIA

A los futuros médicos, que día a día buscan salir adelante mostrando lo mejor de ellos mismos, y que, ante la adversidad, no se rinden. En cambio, luchan por alcanzar sus sueños.

Y a mi familia de fuego, la Compañía de Bomberos Tacna N° 24, que se convirtió en mi segunda casa; porque, sin importar dónde me encuentre, siempre los llevaré en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su amor incondicional, paciencia y sacrificio; por inculcar en mí valores, principios y enseñanzas que me permitieron convertirme en la profesional y persona que soy hoy.

A mi mejor amiga, mi hermana Adriana, por acompañarme en cada etapa de mi vida, celebrando mis triunfos y brindándome su apoyo en los momentos más difíciles.

A mi mascota Otto, quien con su compañía silenciosa logró iluminar los días más grises.

A mis hermanos de fuego de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24, por su apoyo constante, confianza y colaboración durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por permitirme crecer junto a ustedes y por demostrarme el verdadero significado de la vocación de servicio.

Y a mi asesor de tesis, el Dr. Edwin Condori, por su orientación, dedicación y valiosos conocimientos, que fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Gabriela Giuliana Vargas Zegarra, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71055892, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”

Asesorada por Dr. Edwin Cecilio Condori Vargas, la cual presente para optar el: Título Profesional de Médico Cirujano.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 71055892

Fecha: 12/08/2026

RESUMEN

Objetivo: Detectar si la exposición a humos de incendio favorece la aparición de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y asma bronquial en los bomberos de la Compañía Tacna N.º 24 durante el año 2025. **Material y Método:** Se realizó un estudio observacional, analítico, transversal y de enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por bomberos operativos de la Compañía Tacna N.º 24. Se recolectó información mediante una encuesta estructurada que incluyó características sociodemográficas, antecedentes clínicos, factores de riesgo, exposición a humos de incendio y sintomatología respiratoria. Posteriormente, se realizó una evaluación espirométrica a los participantes que cumplieron los criterios de inclusión. El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva, análisis bivariado y regresión logística penalizada de Firth.

Resultados: Se incluyeron 30 bomberos con una edad promedio de 33.3 ± 9.7 años; el 60% correspondió al sexo masculino. El 36.7% había participado en más de 25 incendios y el 66.7% reportó no utilizar siempre equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA). La exposición a humo doméstico estuvo presente en el 66.7% de los participantes. La fatiga fue el síntoma respiratorio más frecuente (33.3%), seguida de tos y flema (10% cada una). La prevalencia global de enfermedad pulmonar obstructiva fue de 10%, identificándose casos de EPOC (6.7%), asma bronquial (3.3%) y patrón sugestivo de restricción (3.3%). No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre enfermedad pulmonar obstructiva y las variables evaluadas ($p > 0.05$), aunque se observó una tendencia a mayor riesgo en fumadores (OR ajustado=4.94). **Conclusiones:** Los bomberos evaluados presentan una importante exposición ocupacional a humos de incendio y una baja frecuencia de alteraciones respiratorias detectadas mediante espirometría. Si bien no se identificaron asociaciones estadísticamente significativas entre los factores estudiados y la enfermedad pulmonar obstructiva, los hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer las medidas de protección respiratoria y la vigilancia periódica de la función pulmonar en esta población.

Palabras clave: Bomberos, humo de incendio, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma bronquial, espirometría, salud ocupacional.

ABSTRACT

Objective: To detect whether exposure to fire smoke contributes to the development of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and bronchial asthma among firefighters of Tacna Fire Company No. 24 during 2025. **Materials and Methods:** An observational, analytical, cross-sectional study with a quantitative approach was conducted. The study population consisted of active firefighters from Tacna Fire Company No. 24. Data were collected through a structured survey that included sociodemographic characteristics, clinical history, risk factors, exposure to fire smoke, and respiratory symptoms. Subsequently, spirometry was performed on participants who met the inclusion criteria. Statistical analysis included descriptive statistics, bivariate analysis, and Firth's penalized logistic regression.

Results: A total of 30 firefighters were included, with a mean age of 33.3 ± 9.7 years; 60% were male. Among them, 36.7% had participated in more than 25 fire incidents, and 66.7% reported not always using self-contained breathing apparatus (SCBA). Exposure to household smoke was reported by 66.7% of participants. Fatigue was the most frequent respiratory symptom (33.3%), followed by cough and sputum production (10% each). The overall prevalence of obstructive pulmonary disease was 10%, including cases of COPD (6.7%), bronchial asthma (3.3%), and a suggestive restrictive pattern (3.3%). No statistically significant associations were found between obstructive pulmonary disease and the evaluated variables ($p > 0.05$), although a trend toward increased risk was observed among smokers (adjusted OR = 4.94). **Conclusions:** The evaluated firefighters presented considerable occupational exposure to fire smoke and a low frequency of respiratory abnormalities detected by spirometry. Although no statistically significant associations were identified between the studied factors and obstructive pulmonary disease, the findings highlight the need to strengthen respiratory protection measures and implement periodic pulmonary function monitoring in this population.

Keywords: Firefighters, fire smoke, chronic obstructive pulmonary disease, bronchial asthma, spirometry, occupational health.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO I.....	10
1 EL PROBLEMA.....	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	13
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	15
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	15
2.1.1 INTERNACIONALES.....	15
2.1.2 NACIONALES.....	18
2.1.3 LOCALES.....	19
2.2 MARCO TEÓRICO.....	20
2.2.1 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS.....	20
2.2.2 EL HUMO.....	22
2.2.3 LA ESPIROMETRÍA.....	29
3 HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	32
3.1 HIPÓTESIS.....	32
3.2 VARIABLES.....	32
3.2.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	32
4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
4.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	35
4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	35
4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	35
4.4 ÁMBITO DE ESTUDIO.....	35
4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
4.6 TÉCNICA Y FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
4.6.1 TÉCNICA.....	37
4.6.2 INSTRUMENTOS.....	38
5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.....	40
5.1 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
5.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	40
5.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	41
6 RESULTADOS.....	42

7 DISCUSIÓN.....	52
8 CONCLUSIONES.....	58
9 RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	65
ANEXO N° 01.....	65
ANEXO N° 02.....	68
ANEXO N° 03.....	71
ANEXO N° 04.....	72
ANEXO N° 05.....	73

INTRODUCCIÓN

Los bomberos en el Perú, desempeñan un papel fundamental en la protección de la vida y la propiedad de los ciudadanos frente a diversas emergencias, como incendios, accidentes de tránsito, emergencias médicas, desastres naturales y otros incidentes que requieren intervención inmediata. Su trabajo es esencial no sólo para controlar el fuego de los incendios, sino también para salvar vidas, brindar primeros auxilios y colaborar en situaciones de emergencia que afectan a comunidades enteras.

Los bomberos tienen la principal responsabilidad en prevención, control y extinción de incendios, así como en la atención a accidentes, rescate urbano y asistencia en incidentes que involucren materiales peligrosos. (1)

En un país como el nuestro, que se encuentra expuesto a fenómenos naturales como terremotos, inundaciones, deslizamientos e incendios forestales, la labor de los bomberos se vuelve aún más crucial.

A lo largo de los años se ha escuchado del trabajo que realizan, ya sea de manera voluntaria o bajo una remuneración. Estos profesionales arriesgan su vida a diario para atender emergencias; y su preparación, capacidad de respuesta rápida y disposición para actuar en situaciones de alta presión, los convierten en verdaderos héroes anónimos. (1)

El hecho es, que día a día este personal, se enfrenta a situaciones que los exponen a agentes peligrosos, por lo que su salud se ve perjudicada.

En esta investigación, nos centramos en esas situaciones de peligro, a las que se someten los bomberos en el Perú. Específicamente en la región de Tacna, en la Benemérita y Heroica Compañía de Bomberos “Tacna N° 24”.

La principal preocupación es analizar si, en la compañía de bomberos en mención, la exposición directa e indirecta al humo representó un factor de riesgo asociado al desarrollo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial.

El tema es relevante porque muchos bomberos, en sus primeros años de servicio, no manifiestan síntomas relacionados a enfermedades respiratorias por exposición a los humos de incendios. Por ello, la investigación busca concientizar al personal bomberil sobre la importancia de realizarse chequeos anuales, que lleven a detectar precozmente el daño a nivel pulmonar, y que ello proteja su estado de salud. Además, se pretendió demostrar que los

bomberos se exponen al humo de forma directa (durante los incendios) e indirecta (cuando el humo queda impregnado en sus equipos de protección personal), pudiendo arriesgarse a presentar algún tipo de daño en el sistema respiratorio.

Esta investigación se llevó a cabo enviando a cada participante un formulario virtual, interrogando al paciente sobre su salud previa a pertenecer al Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP). Se recopiló información relacionada a la filiación, antecedentes (alergias, comorbilidades), factores de riesgo, la relación a la presencia de síntomas o signos relacionados a enfermedad pulmonar, y a la participación activa en incendios.

Por último, se realizó la prueba de espirometría, que detectó compromiso en la función respiratoria de 4 bomberos, teniendo algún impacto negativo en su salud.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las enfermedades respiratorias son padecimientos que afectan una parte o todo el aparato respiratorio, el cual se compone por la nariz, boca, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones.

El origen de dichas afecciones es amplio, pudiendo producirse por infecciones, humo de tabaco, contaminación ambiental, sustancias que provocan reacciones alérgicas, polvos o químicos inhalados, antecedentes familiares de problemas respiratorios, comorbilidades, entre otros. (2)

Un grupo susceptible a sufrir enfermedades respiratorias son los bomberos, pues, en cada incidente, pueden estar expuestos a vapores y productos químicos tóxicos, más aún, si el equipo de protección personal (EPP) o el equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA) se encuentra en mal estado o no se dispone de ellos al momento de enfrentar un incendio. Ello arriesgará al personal a la inhalación de contaminantes nocivos, tras la respuesta a la emergencia, que podría perjudicar su salud en un corto, mediano o largo plazo, comportándose, por tanto, como una enfermedad ocupacional.

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, cuyas siglas son CGBVP, es una organización cívica nacional conformada por bomberos voluntarios que prestan servicio público de manera voluntaria y *ad honorem*. Está regulada por el DL N° 1260, Decreto Legislativo que fortalece el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú como parte del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana y regula la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú, por el presente Reglamento y demás normas internas. (1)

Los bomberos forman parte de una institución cívica, que, en nuestro país, está consolidada, científica y técnicamente preparada, que cumple con su misión, equipos y maquinarias modernas que permiten establecer una respuesta rápida y efectiva ante alguna emergencia. Su ámbito de acción abarca todo el territorio nacional, incluso las zonas que estaban desprotegidas.

Como está descrita en su *Misión*, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú es la autoridad competente en materia de prevención, control y extinción de incendios, realiza acciones de atención de accidentes vehiculares y emergencias médicas, rescate y salvataje de vidas expuestas a peligro. Brinda sus servicios de manera voluntaria a toda la comunidad debido a su vocación de servicio, sensibilidad social, entrega y disciplina. (3)

Por ello, hablar de las enfermedades que pueden padecer o adquirir los miembros del CGBVP presta especial relevancia para el personal de salud y demuestra ser un problema, ya que, durante un acontecimiento de alto riesgo, como los incendios, se exponen a sustancias químicas y toxinas que puede dar origen a patologías muy serias, tales como cáncer de pulmón, esófago, gastrointestinal y mesotelioma si la exposición es continua o comprometer la vía aérea de conducción.

La revista *Medicina Respiratoria* expone a través de Duce Gracia & Sebastián Ariño que las lesiones ocasionadas por la inhalación de humo se producen mediante diferentes mecanismos. En primer lugar, los gases a altas temperaturas pueden generar daño térmico en las vías respiratorias superiores. Además, los productos tóxicos liberados durante la combustión provocan lesiones químicas en las vías aéreas inferiores. Finalmente, sustancias como el monóxido de carbono y el cianuro interfieren con el transporte y aprovechamiento del oxígeno a nivel celular, contribuyendo al deterioro sistémico del organismo. (4)

En este sentido, conforme a la idea anteriormente expuesta, pueden presentarse complicaciones clínicas como la obstrucción de la vía aérea debido al edema de la mucosa, broncoespasmo y cortocircuito intrapulmonar, originado por la disminución de la distensibilidad pulmonar a causa de alteraciones circulatorias y colapso pulmonar. Además, puede desarrollarse neumonía por la afectación de los mecanismos de limpieza de las vías respiratorias, así como bronquiectasias. (4)

Además, según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), los bomberos tienen un aumento del 9% en el diagnóstico de cáncer y un aumento del 14% en las muertes relacionadas a él. (5)

Un estudio madrileño descrito en el año 2004 por López Jacob explica que el efecto más común que se deriva de la inhalación de irritantes durante el trabajo que realizan los bomberos en la extinción de incendios es la afectación de la función respiratoria. Así mismo, describe que la profesión de bombero está reconocida como ocupación de riesgo para asma, en relación con la presencia de exposición a diversas sustancias conocidas, presentes de forma habitual en los incendios, tales como determinados ftalatos, PVC y otros compuestos. Existen algunas estadísticas disponibles donde se muestra la presencia de enfermedades pulmonares como una parte importante (hasta el 23.3%) de las patologías de origen profesional de los bomberos. (6)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es la exposición a humos de incendio un factor de riesgo que favorece la aparición de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial en los bomberos de la compañía “Tacna 24”?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Detectar la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial que podrían padecer los bomberos a causa de la exposición a humos de incendio.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las características laborales y demográficas del bombero.
- Identificar los factores de riesgo que presentan los bomberos y que los llevaría a ser más susceptibles a padecer enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial.
- Determinar la prevalencia de las enfermedades respiratorias crónicas como son el EPOC y el asma bronquial relacionadas a la exposición a humos de incendios.
- Reconocer el nivel y frecuencia de exposición al humo al que son sometidos los bomberos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Se presenta esta investigación con la finalidad de dar a conocer que a pesar de que no todas las personas tienen la misma sensibilidad al humo de los incendios forestales o urbanos, su exposición representa un riesgo de compromiso en la función respiratoria, por ello es ideal evitar respirarlo, ya que cuando el humo es pesado, denso y de color negro, el riesgo de daño se incrementa ostensiblemente.

La amenaza más grande para la salud que representa el humo proviene de las partículas finas, que al ser microscópicas pueden ingresar profundamente en los pulmones. Dichas partículas pueden generar una variedad de problemas de salud, iniciando con irritación ocular y secreción nasal, hasta llegar a afecciones cardíacas y pulmonares crónicas. Así mismo, la exposición prolongada a la contaminación por estas partículas está vinculada con un mayor riesgo de muerte prematura. (7)

Para la medicina, es fundamental que se preste especial atención a aquellas personas que sufren de alguna enfermedad cardíaca o pulmonar, como insuficiencia cardíaca, angina de pecho, enfermedad cardíaca isquémica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, que incluye al enfisema pulmonar y bronquitis crónica o el asma. Si se trata de una persona mayor, esta tiene un mayor riesgo de padecer enfermedades del corazón o pulmonares en comparación con las personas jóvenes. Los niños e incluso los adolescentes, tienen un sistema respiratorio que aún está en desarrollo, diversos estudios mencionan que al inhalar el aire (incluido la contaminación) en relación a su peso corporal que los adultos, y al participar más en actividades al aire libre corren un mayor riesgo de desarrollar asma. Si el paciente tiene enfermedades crónicas relacionadas al metabolismo, como la diabetes, puede aumentar la probabilidad de sufrir enfermedades cardiovasculares subyacentes. En otros casos, por ejemplo, si se encuentra en estado de embarazo, existen posibles efectos negativos sobre la salud tanto para la mujer como para el feto en desarrollo.

Una población especial en riesgo de enfermar por la labor que desempeñan, son los bomberos, quienes se exponen de manera periódica a la combinación de gases tóxicos y partículas perjudiciales durante los incendios, por lo que es crucial conocer el impacto que la exposición laboral a los humos de incendios, pueda tener a nivel respiratorio. Además, es necesario investigar los posibles problemas en los

equipos de protección con los que cuentan, así como evaluar la calidad y estilo de vida, junto con los antecedentes personales, familiares y patológicos de cada uno de ellos. Estos factores deben ser estudiados a fondo para poder determinar si aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias crónicas a corto, mediano o largo plazo, y así implementar medidas adecuadas para mitigar dicho riesgo, desde el punto de vista preventivo.

Los resultados de este estudio proporcionan información sobre la salud respiratoria de los bomberos voluntarios en nuestra ciudad de Tacna, con énfasis en la Benemérita y Heroica Compañía de Bomberos Tacna N° 24, una de las más operativas en la actualidad. Además, se analiza la situación en la que los bomberos de nuestro país están expuestos al contacto directo con el humo durante la extinción de incendios. Se identifican los factores de riesgo asociados a esta exposición, incluyendo el uso inadecuado de los equipos de protección personal, o los hábitos nocivos que algunos bomberos ya presentaban o mantienen a lo largo de su actividad bomberil.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 INTERNACIONALES

Sandoval *et al*, describen que, los incendios forestales constituyen un creciente desafío para la salud pública a nivel mundial, afectando especialmente a los grupos más vulnerables, como niños, ancianos, mujeres embarazadas y personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias crónicas, quienes están expuestos al humo y a otros contaminantes del aire. A diferencia de la contaminación atmosférica común en grandes ciudades, la que proviene de los incendios forestales presenta una composición distinta y su aparición es intermitente y difícil de anticipar. La exposición a los contaminantes atmosféricos generados por estos incendios se relaciona con un incremento en la morbilidad respiratoria y cardiovascular, lo cual se ve mediado por una respuesta inflamatoria en los pulmones, estrés oxidativo y disfunción endotelial. En individuos que han estado expuestos al humo de incendios forestales, se ha detectado un incremento en la producción de citoquinas pro-inflamatorias, así como en la activación del endotelio y la disfunción del sistema nervioso autónomo. Estos fenómenos pueden conllevar a un daño en los tejidos, un aumento en los mecanismos protrombóticos, una elevación de la presión arterial y alteraciones en el ritmo cardíaco. Esta revisión se centra en los mecanismos implicados en los efectos perjudiciales para la salud de las personas que han estado en contacto con material particulado y gases liberados por incendios forestales. (8)

Centurión *et al* en un estudio transversal comparativo, realizado en la ciudad de Carapeguá, se obtuvo información de 40 bomberos voluntarios, 20 de ellos noveles y 20 experimentados, teniendo como resultado que el 70% (14 bomberos experimentados) demostraron una disminución en la capacidad espiratoria, y 12 de los 14 bomberos experimentados con capacidad espiratoria disminuida tuvieron un índice de masa corporal alto, 15 (75%) aspirantes, tuvieron una capacidad espiratoria disminuida. Por último, 16 (80%) tenían un índice de masa corporal normal. Por ende, se concluyó que el número de

incendios que atiende un bombero disminuye la capacidad espiratoria, y esta disminución puede verse acentuada por su índice de masa corporal. (9)

Agustí *et al* (10) infieren en que, la EPOC puede entenderse, en cambio, como el resultado final potencial de la acumulación de interacciones entre genes y ambiente que encuentra un individuo a lo largo de la vida. La integración de un eje temporal en los modelos patogénicos de la EPOC es necesaria porque las respuestas biológicas y las consecuencias clínicas de diferentes exposiciones pueden variar según la edad de un individuo en la que se produce una determinada interacción entre genes y ambiente y la historia acumulada de interacciones previas entre genes y ambiente. Las investigaciones futuras deberían apuntar a comprender los efectos de las interacciones dinámicas entre los genes (G) y el ambiente (E) mediante la integración de información de la ómica básica (p. ej., genómica, epigenómica, proteómica) y la ómica clínica (p. ej., fenómica, fisiomática, radiómica) con exposiciones (el exposoma) a lo largo del tiempo (T), un enfoque al que nos referimos como GETomics. En el contexto de este enfoque, sostenemos que la EPOC debe considerarse no como una enfermedad única, sino como un síndrome clínico caracterizado por un patrón reconocible de síntomas crónicos y deterioros estructurales o funcionales debido a interacciones entre genes y ambiente a lo largo de la vida que influyen en el desarrollo normal de los pulmones y el envejecimiento.

La NCT (Revista de Neumología y Cirugía de Tórax) a través de su Guía Mexicana de EPOC 2025 comenta sobre el estudio de la Carga Mundial de Enfermedades 2021, el cual contiene información de enfermedades y factores de riesgo que abarca a casi 330 mil datos de diferentes fuentes y de 204 países y territorios a nivel global, incluido México. Infiere en que, en el año 2017, este estudio colocó a la EPOC como la tercera causa de muerte general con 46.1 muertes/100 mil; desplazada al cuarto lugar de mortalidad en 2021 (45.2 muertes/100 mil) solamente por el advenimiento de la pandemia COVID-19, que ocupara el tercer lugar durante ese año. La mortalidad por EPOC corresponde al 5.48% de todas las fatalidades, más 3 millones de muertes anuales a nivel mundial. Además, en 2022, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la EPOC se ubicó como la

novena causa de mortalidad con un total 18,605 fallecimientos, representando una incidencia de 39% en mujeres y 61% en caso de hombres. (11)

Rodriguez Ramirez explica en una revisión del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, que incluyó la exposición ocupacional y ambiental de bomberos, en su listado de carcinógenos para humanos. Pues se ha registrado que los bomberos pueden estar en riesgo de exposición durante cualquier emergencia relacionada con el fuego, así como a diversas sustancias tóxicas y cancerígenas. A través de múltiples metaanálisis y revisiones sistemáticas, se han observado vínculos entre el trabajo de extinción de incendios y ciertos tipos de cáncer. En conclusión, establecer conexiones entre las exposiciones laborales de los bomberos y el riesgo de cáncer plantea un reto significativo, sobre todo por la naturaleza multifacética del cáncer. La manera más eficaz de reducir la exposición es a través de la adopción de medidas preventivas. (12)

Alves S. et al, realizan una revisión sistemática sobre las enfermedades ocupacionales en bomberos, hallando que “la magnitud de los riesgos asociados a estas enfermedades es aún incierta, a pesar de la evidencia que relaciona su aparición con el tiempo de exposición”, ello favorece la intención de tener que investigar la presencia de daños en la salud por exposición laboral. (39)

Kim J, et al, evaluaron en una revisión sistemática los riesgos para la salud en bomberos, incluyendo el compromiso respiratorio, pero curiosamente hallaron que la frecuencia de este daño en este grupo ocupacional, fue menor que el que se presentaba en la población general, hecho que también fundamenta la necesidad de tener que realizar investigaciones relacionadas a este evento. (36)

Choi J. et al, realizaron estudio de espirometría a una población de bomberos comparándola con otro grupo que no tenía esta ocupación, concluyendo que los resultados mostraron daño a favor de la presencia de desorden obstructivo bronquial en los bomberos, aportando evidencia que esta profesión tendría más riesgo de desarrollar complicaciones respiratorias por la labor que desempeñan. (37)

2.1.2 NACIONALES

Lopez *et al* presentan en su revisión, la relación existente entre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el humo de biomasa. Se explica que más de la mitad de la población utiliza biomasa como su fuente principal de combustible, especialmente en zonas rurales y en naciones en desarrollo, donde su uso puede alcanzar hasta el 80%. Como consecuencia, la inhalación del humo producido por la biomasa provoca un estado inflamatorio crónico, lo que se relaciona con la activación de metaloproteínas y una disminución de la movilidad mucociliar. Esto podría ser la razón detrás de la fuerte relación observada entre la exposición a la biomasa y la EPOC, según lo evidencian estudios observacionales y epidemiológicos tanto de países en desarrollo como de aquellos que ya están desarrollados. En esta revisión, también analizamos las variaciones entre la EPOC originada por el tabaco y la que proviene de la biomasa. Descubriendo que, a pesar de las diferencias en los aspectos fisiopatológicos, la mayoría de los síntomas clínicos, la calidad de vida y las tasas de mortalidad resultaron ser similares. En la última década, se han implementado iniciativas para reducir la exposición a la biomasa a través de la adopción de fogones mejorados y combustibles limpios. No obstante, estas estrategias aún no han logrado el éxito esperado, ya que no han conseguido reducir los niveles de contaminación a cifras recomendadas por la Organización Mundial de la Salud ni han sido ampliamente adoptadas. Por lo tanto, hay una necesidad urgente de ensayos de campo aleatorios, cuidadosamente realizados, para determinar la verdadera gama de reducciones de contaminación potencialmente alcanzables, la probabilidad de su uso y los beneficios a largo plazo en la reducción de la gran carga mundial de EPOC. (13)

Jorge Rey de Castro, profesor de Medicina Sede docente del Hospital Nacional Arzobispo Loayza de la Universidad Peruana Cayetano Heredia redacta en la Revista de la UPCH que el asma bronquial es probablemente la enfermedad respiratoria crónica más frecuente de nuestro medio. En los consultorios de neumología del Policlínico Peruano Japonés y Clínica San Borja, el asma fue el primer diagnóstico motivo de consulta con el 60% de las evaluaciones. (14)

Según Mariano de la Cruz, quien evaluó los valores espirométricos en bomberos activos de la Segunda Brigada del Perú 2017, empleando una ficha de recolección de información, reportando que la mayor parte de la población evaluada fluctuó entre los 18 y 39 años de edad, un 42% tuvieron sobrepeso, el 48% tenía entre 4 y 10 años de servicio, habiendo participado en más de 6 incendios, lo cual representó el 85% de dicha población y que el 52% no realizaba ninguna actividad deportiva. Concluye al final del estudio que la espirometría realizada no halló alteraciones en los miembros de dicha compañía. (15)

2.1.3 LOCALES

No se han encontrado antecedentes locales sobre la salud respiratoria en este grupo poblacional, por ende, es el primer trabajo de este tipo.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

El término enfermedades respiratorias engloba diversas patologías que afectan el funcionamiento del sistema respiratorio. Estas pueden comprometer órganos y estructuras como la nariz, la garganta, los bronquios y los pulmones. Su desarrollo suele asociarse a múltiples factores de riesgo, entre los que destacan las infecciones respiratorias, la contaminación del aire, la exposición al humo del tabaco y otros elementos irritantes presentes en el entorno.

Los síntomas pueden variar en intensidad, desde leves hasta graves, e incluyen tos, dificultad para respirar, dolor en el pecho, silbidos al respirar y fatiga extrema. (16)

Según el Foro de Sociedades Respiratorias Internacionales, alrededor de dos mil millones de personas en el planeta están en contacto con el humo nocivo que emana de combustibles de biomasa; y más de dos mil millones respiran contaminantes y se encuentran expuestos al humo del tabaco, lo que genera una enorme carga para la salud global, donde cinco enfermedades respiratorias figuran entre las causas más frecuentes de mortalidad en todo el mundo:

- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC):** La EPOC es una enfermedad respiratoria crónica, inflamatoria y prevenible, caracterizada por síntomas respiratorios persistentes y limitación crónica del flujo aéreo, generalmente no totalmente reversible, asociada habitualmente a exposición prolongada a partículas y gases nocivos (tabaco, biomasa, humos industriales o de combustión). Su fisiopatología incluye inflamación crónica de vía aérea, remodelación bronquial y/o destrucción del parénquima (enfisema), que condicionan progresión de la obstrucción. (17) Esta es una afección pulmonar heterogénea que se caracteriza por disnea, tos, producción de esputo y exacerbaciones, debidos a anomalías de las vías respiratorias (bronquitis, bronquiolitis) y/o de los alveolos (enfisema) que provocan una obstrucción persistente, a menudo progresiva, del flujo de aire. (18) Aproximadamente 65 millones de

personas sufren de la enfermedad, y cerca de tres millones mueren por año, siendo la tercera causa principal de muerte en el mundo;

- **Asma:** El asma es una enfermedad inflamatoria crónica de las vías aéreas, caracterizada por síntomas respiratorios variables (disnea, tos, sibilancias, opresión torácica) asociados a limitación variable del flujo aéreo que cambia con el tiempo. Su fisiopatología implica hiperrespuesta bronquial e inflamación persistente, y la obstrucción suele ser reversible total o parcialmente. (19) Esta entidad afecta a alrededor de 334 millones de personas en el mundo. Aunque se manifiesta en todas las edades, es la enfermedad crónica más común en la infancia, afectando al 14% de los niños;
- **Cáncer de pulmón:** Conocida como la neoplasia letal más común en el mundo. En 2018, se registraron alrededor de 2,09 millones de casos y 1,76 millones de decesos, según información de la OMS;
- **Tuberculosis:** Se trata de una enfermedad respiratoria infecciosa transmitida de persona a persona por el aire, que afecta principalmente a los pulmones. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se registran alrededor de 9 millones de casos de la enfermedad y 2 millones de muertes por año;
- **Infecciones agudas del tracto respiratorio:** A nivel global, las infecciones del tracto respiratorio constituyen una causa relevante de enfermedad y muerte. Diversos estudios estiman que anualmente se presentan entre tres y cinco millones de casos severos, con un incremento de su frecuencia durante los meses más fríos del año, especialmente en otoño e invierno.

La mayoría de las enfermedades respiratorias crónicas, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el cáncer de pulmón, podrían ser poco comunes, ya que son en gran parte prevenibles. No obstante, la insuficiente regulación del consumo de tabaco y de la contaminación ambiental provoca que sigan representando un importante problema de salud a nivel mundial.

Investigaciones científicas como la presentada en la Conferencia Internacional de la Asociación de Alzheimer en Filadelfia, mostró hallazgos

que indican que las partículas finas presentes en el humo pueden ingresar profundamente al sistema respiratorio, atravesar la barrera pulmonar y alcanzar la circulación sanguínea, desde donde podrían afectar diferentes órganos, incluido el cerebro.

De igual forma, se ha planteado otro mecanismo de exposición relacionado con la vía olfatoria. Según esta hipótesis, algunas partículas inhaladas pueden depositarse en la mucosa nasal y desplazarse a través de los nervios responsables del sentido del olfato, estableciendo una conexión directa con el sistema nervioso central. De esta manera, los contaminantes tendrían la capacidad de llegar a diversas regiones cerebrales y ejercer efectos potencialmente tóxicos sobre el tejido nervioso. En ese sentido, Marccioni señaló que dichas partículas podrían alcanzar distintas áreas del cerebro y contribuir al desarrollo de alteraciones neurológicas. (20)

Para el especialista, “la mayor proliferación de incendios forestales influye en la calidad del aire a la cual, la población general se ve expuesta. En este momento, se están estudiando mucho los efectos sobre la salud de los incendios forestales en relación con el cambio climático, especialmente en los países y zonas geográficas que son especialmente susceptibles, como Brasil y Estados Unidos”. (21)

2.2.2 EL HUMO

Según la RAE, el humo es aquella mezcla visible de gases producida por la combustión de una sustancia, generalmente compuesta de carbono, y que arrastra partículas en suspensión.

El humo es una parte inherente de los incendios y, como sabemos, para que se inicie un fuego, es necesario que coincidan en espacio y tiempo tres factores con una intensidad suficiente: combustible, comburente (oxígeno) y energía.

Para que un combustible arda, debe liberar gases inflamables o combustibles. Por ello, la mayoría de los materiales sólidos y líquidos deben ser calentados para generar estas emisiones. La cantidad de gases inflamables producidos depende de tres factores:

- La posición y superficie del combustible expuesta al calor.
- La mayor o menor descomposición del combustible (como madera o serrín).
- La cantidad de calor que recibe el combustible.

Los humos y gases generados por la combustión representan el riesgo más significativo en los incendios dentro de los edificios. Durante el fuego, los materiales se transforman en gases que, dependiendo de su naturaleza, pueden tener distintos efectos. Estos efectos pueden incluir:

- **Efectos térmicos:** La exposición a partículas incandescentes y temperaturas superiores a 40° C puede causar daños graves.
- **Efectos irritantes:** La presencia de sustancias como nitrógeno, cloro y azufre irritan los ojos y las vías respiratorias.
- **Efectos asfixiantes:** La disminución de oxígeno y el aumento de dióxido de carbono (CO₂) pueden llevar a la asfixia.
- **Efectos tóxicos:** Los gases como el monóxido de carbono (CO) y el cianuro de hidrógeno (CNH) actúan como "asesinos silenciosos", ya que son altamente peligrosos y difíciles de detectar sin equipos adecuados.
- **Efectos inflamables:** Algunos gases, como el monóxido de carbono (CO) y el amoníaco (NH₃), mantienen la combustión activa, lo que puede prolongar o intensificar el incendio.
- **Efectos corrosivos:** Sustancias como el cloro (Cl), el ácido clorhídrico (ClH) y el amoníaco (NH₃) pueden deteriorar materiales y dañar las personas, afectando tanto estructuras como equipos de protección.
- **El humo:** Es uno de los factores más peligrosos en un incendio. Este se compone de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, con tamaños que varían entre 0.005 y 0.01 micras. El humo irrita las mucosas nasales y causa lagrimeo en los ojos, dificultando la visión. Además, al bloquear el paso de la luz, limita la visibilidad, lo que dificulta tanto las labores de extinción del incendio como el rescate de personas atrapadas.

2.2.2.1 El humo en los incendios forestales

Representa un riesgo para los bomberos que están expuestos a altos niveles de humo mientras combaten incendios, lo que llevaría a un riesgo significativo para su salud a corto y largo plazo. Aunque los equipos de protección personal, como las mascarillas y los trajes están diseñados para reducir la exposición, la inhalación de humo sigue siendo un riesgo considerable, especialmente en incendios de gran magnitud o de larga duración.

De acuerdo con una investigación publicada en Chile durante el año 2019, los incendios forestales se han convertido en un problema emergente de salud pública debido al impacto que generan sobre la calidad del aire. La exposición a los contaminantes emitidos por estos eventos representa un riesgo significativo para la población, particularmente para grupos sensibles como niños, adultos mayores, gestantes y pacientes con enfermedades cardiovasculares o respiratorias crónicas.

A diferencia de la contaminación del aire común en las grandes ciudades, la causada por incendios forestales presenta una composición distintiva y su aparición es esporádica, lo que la hace difícil de anticipar. La exposición a los contaminantes atmosféricos provenientes de estos incendios se relaciona con un incremento en la morbilidad respiratoria y cardiovascular, el cual se ve mediado por una respuesta inflamatoria tanto a nivel pulmonar como sistémico, así como por estrés oxidativo y disfunción endotelial.

Se ha evidenciado en personas que están en contacto con el humo de incendios forestales, como los bomberos, un aumento en la producción de citoquinas pro-inflamatorias, activación del endotelio y alteraciones en el sistema nervioso autónomo. Estos efectos generan daño en los tejidos, intensifican los mecanismos de formación de trombos, elevan la presión arterial y provocan variaciones en el ritmo cardíaco. Esta revisión examina los mecanismos implicados en los

efectos adversos para la salud de los individuos expuestos a partículas y gases generados por incendios forestales. (8)

La USDA (Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de EE UU), expone en su artículo que “no hay futuro sin humo”, ya que describe al fuego y al humo asociado como un proceso ecológico indisolublemente ligado a los bosques del Oeste. Si bien el fuego puede proporcionar muchos beneficios, como la reducción de combustibles y la renovación de los bosques, el humo de los incendios plantea un grave desafío para la salud pública, los administradores de tierras y los reguladores de la calidad del aire. (23)

El Dr. Manuel Oyarzún Gómez, relató según la Revista Chilena que, los efectos de la contaminación atmosférica generada por los incendios forestales sobre la salud dependen tanto de las características de los contaminantes liberados como de las condiciones ambientales presentes durante el evento. Se ha observado que en personas mayores de 65 años se incrementan las consultas por enfermedades respiratorias agudas, exacerbaciones de patologías respiratorias crónicas e incluso eventos cardiovasculares como el infarto agudo de miocardio. Entre los grupos más vulnerables destacan los niños, adultos mayores, gestantes, personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares preexistentes y poblaciones con limitaciones socioeconómicas.

Los incendios forestales constituyen actualmente un problema relevante de salud pública a nivel mundial debido a su asociación con un aumento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares. Además, algunos autores sugieren que la exposición prolongada a estos contaminantes podría incrementar el riesgo de desarrollar cáncer. A diferencia de la contaminación urbana habitual, el humo proveniente de incendios forestales puede desplazarse a grandes distancias, presenta una composición química particular y su aparición suele ser impredecible.

El humo generado por la combustión de biomasa está compuesto principalmente por dióxido de carbono, monóxido de carbono y material particulado fino (PM_{2,5}). Asimismo, contiene compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, aldehídos, fenoles y diversos gases inorgánicos, entre ellos óxidos de nitrógeno y de azufre. También pueden formarse contaminantes secundarios, como el ozono troposférico, producto de reacciones fotoquímicas entre los compuestos orgánicos volátiles y el dióxido de nitrógeno. La composición del humo varía de acuerdo con la etapa del incendio. Durante la fase activa de llamas predominan emisiones de dióxido y monóxido de carbono, además de óxidos de azufre y nitrógeno. Posteriormente, en la fase de extinción, aumenta la liberación de óxido nítrico, mientras que en la etapa de brasas se incrementan nuevamente las concentraciones de monóxido y dióxido de carbono.

Respecto al material particulado fino, este contiene sustancias derivadas de la combustión de biomasa, componentes minerales procedentes del suelo y aerosoles secundarios formados en la atmósfera. La exposición a estos contaminantes puede generar efectos similares a los observados durante episodios severos de contaminación ambiental, manifestándose principalmente mediante alteraciones respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares. A largo plazo, la exposición repetida podría contribuir al desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, así como de trastornos cardiovasculares, entre ellos la hipertensión arterial y la aterosclerosis. (24)

2.2.2.1 El humo en los incendios domésticos

El humo estructural o domiciliario es la mezcla de productos gaseosos, aerosoles y partículas generados por la combustión incompleta de materiales utilizados en edificaciones, estos pueden ser plásticos, pinturas, muebles, cables, textiles sintéticos y madera tratada, que liberan sustancias irritantes y tóxicas (p. ej. acroleína,

benceno, formaldehído, cianuro de hidrógeno), con potencial de producir daño inflamatorio en vía aérea y disfunción pulmonar en personal expuesto crónicamente. (25)

Los incendios accidentales en viviendas suelen producirse con mayor frecuencia en áreas como la cocina o en espacios donde existen fuentes de calor, como chimeneas y estufas. Asimismo, una proporción importante de estos eventos se relaciona con el consumo de tabaco, especialmente por el desecho inadecuado de cigarrillos o colillas aún encendidas. Debido a que muchos de estos incendios se desarrollan en ambientes cerrados y de dimensiones reducidas, las personas presentes pueden quedar expuestas a concentraciones elevadas de humo. En consecuencia, aun cuando no sufran lesiones por quemaduras, existe una alta probabilidad de inhalación de los productos tóxicos generados durante la combustión, lo que puede ocasionar efectos adversos sobre la salud respiratoria.

En estructuras de gran tamaño, como edificios, almacenes industriales u otros establecimientos similares, las causas que pueden originar un incendio son variadas. Por ello, resulta fundamental realizar una evaluación integral de los riesgos presentes en cada entorno, considerando las características propias de sus actividades y las condiciones habituales de funcionamiento.

Independientemente del lugar donde ocurra el incendio, tanto los ocupantes del área afectada como el personal encargado de la respuesta de emergencia, incluidos los bomberos, se encuentran expuestos a la inhalación de humo y otros productos tóxicos derivados de la combustión. Esta exposición puede generar inflamación de las vías respiratorias y del tejido pulmonar, dando lugar al denominado síndrome de inhalación de humo o, en los casos más graves, al síndrome de dificultad respiratoria aguda.

En consecuencia, la inhalación de humo constituye una causa importante de compromiso respiratorio, cuya gravedad dependerá de factores como la duración de la exposición, la concentración de

contaminantes inhalados y la presencia de enfermedades preexistentes en la persona afectada.

La insuficiencia respiratoria en incendios se produce por la combinación de tres factores principales: la falta de oxígeno, la irritación química y la asfixia química. Durante la combustión, los materiales consumen el oxígeno del aire y liberan gases, cenizas y partículas que lo agotan, provocando confusión, pérdida de conciencia y asfixia. Además, el humo y las sustancias tóxicas liberadas, como el dióxido de azufre, el cloro o el amoníaco, irritan y dañan las vías respiratorias, que pueden inflamarse y colapsar por el calor. Finalmente, algunos compuestos químicos del humo interfieren con la utilización del oxígeno a nivel celular, afectando el sistema nervioso y agravando la insuficiencia respiratoria.

Tras la inhalación de humo en un incendio, además de la dificultad para respirar, pueden presentarse diversos síntomas debido a la falta de oxígeno y la irritación causada por los gases y partículas tóxicas. Es común la tos, producto del exceso de mucosidad en el tracto respiratorio, que puede variar de color según la cantidad de partículas inhaladas. También pueden aparecer dolores de cabeza, náuseas y vómitos por la exposición al monóxido de carbono, así como dolor en el pecho por la tos intensa y la falta de oxígeno en el corazón. La ronquera o respiración ruidosa surgen por la inflamación de las cuerdas vocales y las vías respiratorias. Además, la piel puede volverse pálida o azulada por la hipoxia, y los ojos suelen irritarse o incluso sufrir quemaduras por el calor. En casos más graves, la exposición prolongada a un ambiente con poco oxígeno puede provocar confusión, desmayos, convulsiones o coma. (26)

Para los bomberos de compañía urbana, la exposición a humo estructural es especialmente relevante porque contiene plásticos y polímeros clorados, lo que genera irritantes de alta reactividad como acroleína y HCN, lo cual se asocia a mayor riesgo de inflamación bronquial persistente.

El humo de incendios forestales y el humo de incendios urbanos o domiciliarios no son equivalentes porque la composición química del “combustible” que se quema es distinta.

En un incendio forestal, lo que arde es principalmente biomasa vegetal, claros ejemplos son la madera natural, hojas, corteza, resinas, celulosa, productos que generan sobre todo monóxido de carbono, dióxidos de carbono, material particulado fino y aldehídos irritantes.

Por otro lado, en un incendio urbano o en el interior de una vivienda, además de la madera, hay plásticos, espumas de colchones, pinturas, cables eléctricos recubiertos de PVC, textiles sintéticos, tableros MDF, adhesivos, resinas epoxi, electrónicos, detergentes, etc. Estos materiales por su origen petroquímico al quemarse liberan sustancias mucho más tóxicas y corrosivas para vía aérea como acroleína, ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF), benceno, tolueno, formaldehído, y cianuro de hidrógeno (HCN).

Por eso clínicamente: el humo urbano suele ser mucho más agresivo e inflamatorio para bronquios que el humo forestal, y puede generar daño por inhalación incluso con exposiciones cortas en espacios cerrados, mientras que el humo forestal suele provocar más daño por exposición prolongada y por carga particulada ambiental al aire libre. (27)

2.2.3 LA ESPIROMETRÍA

La espirometría es una prueba de función pulmonar que evalúa el flujo aéreo a través de la medición de la Capacidad Vital Forzada (CVF) y el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF₁). Por ello, el principal parámetro utilizado para identificar obstrucción al flujo aéreo es la relación VEF₁/CVF.

En la actualidad, las guías de la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS) recomiendan interpretar los resultados espirométricos mediante el uso del z-score, una herramienta estadística que compara los valores observados con los valores de referencia esperados para individuos de la misma edad, sexo, talla y grupo poblacional. El z-score

expresa el número de desviaciones estándar que separan un valor medido del valor promedio de referencia y permite una evaluación más precisa de la función pulmonar al considerar la variabilidad fisiológica entre individuos.

A partir del z-score se establece el Límite Inferior de la Normalidad (LIN o LLN), definido generalmente por un valor inferior a -1.645, correspondiente al percentil 5 de la población de referencia. Valores por debajo de este límite sugieren alteración funcional respiratoria. Asimismo, la clasificación ATS/ERS 2022 propone graduar la severidad de la obstrucción mediante el z-score del VEF₁, clasificándola en normal (≥ -1.645), leve (< -1.645 a -2.5), moderada (< -2.5 a -4) y severa (< -4), permitiendo una mejor discriminación del deterioro funcional respiratorio, especialmente en pacientes con grados intermedios de obstrucción. (28)

No obstante, las guías GOLD 2024 continúan utilizando la relación VEF₁/CVF < 0.70 como criterio operativo para definir obstrucción persistente compatible con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), debido a su amplia aplicación clínica y epidemiológica.

Por tal motivo, en este trabajo se adoptó el criterio GOLD 2024 (VEF₁/CVF $< 0,70$) para definir obstrucción, y se reportará restricción y mixto únicamente como patrones sugestivos, requiriendo pletismografía para confirmación.

- **Función ventilatoria normal:**

- CVF y VEF₁ dentro de rangos de referencia ($\geq$ Límite Inferior de Normalidad – LIN).
- Relación VEF₁/CVF dentro de la normalidad ($\geq$ LIN o $\geq 0,70$).

- **Patrón obstructivo:**

- Relación VEF₁/CVF disminuida ($<$ LIN o $< 0,70$).
- Típicamente asociado a enfermedades obstructivas (asma / EPOC).

- **Patrón “sugestivo de restricción”**

- No puede diagnosticarse restricción solo con espirometría.
- CVF reducida.
- Relación VEF₁/CVF normal o aumentada.

- Debe confirmarse con medición de volúmenes pulmonares (CPT), empleando pletismografía.
- **Patrón “sugestivo mixto”**
 - Solo es sugerente.
 - Relación VEF_1/CVF disminuida.
 - CVF reducida.
 - Confirmación definitiva requiere demostrar CPT baja añadiendo obstrucción concomitante con una pletismografía corporal. (29)

CAPÍTULO III

3 HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

La exposición al humo de incendios es un factor de riesgo relacionado a la aparición de enfermedades respiratorias obstructivas crónicas y asma bronquial, en los bomberos de la compañía “Tacna N° 24”.

3.2 VARIABLES

- **Variable dependiente:** Enfermedades respiratorias crónicas y asma bronquial.
- **Variable independiente:** Exposición al humo de incendio.

3.2.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

<i>Variable dependiente: Enfermedades respiratorias crónicas</i>			
<i>Variable</i>	<i>Indicador</i>	<i>Categoría</i>	<i>Escala de medición</i>
Síntomas y signos de obstrucción bronquial (vistos en EPOC y Asma bronquial)	✓ Tos seca ✓ Tos húmeda ✓ Ronquido de pecho ✓ Silbido de pecho ✓ Disnea ✓ Tiempo de enfermedad	Si/No Si/No Si/No Si/No Si/No Si/No	Nominal
Espirometría	✓ VEF1 ✓ CVF ✓ Índice de Tiffenau	Patrón normal Patrón obstructivo Patrón sugestivo a restricción Patrón sugestivo mixto	De intervalo

<i>Variable independiente: Exposición al humo</i>			
Variable	Indicador	Categoría	Escala de medición
Exposición al humo	Número de veces que participó en un incendio urbano	• 1 - 5 • 5 - 10 • 11 - 15 • 16 - 20 • 21 - 25 • > 25	De intervalo
	Número de veces que participó en un incendio forestal	• 1 - 5 • 5 - 10 • 11 - 15 • 16 - 20 • 21 - 25 • > 25	De intervalo
	Uso de equipo de protección respiratoria, que tenga certificación de calidad	• Si • No	Nominal
	Número de veces que no utilizó EPP en un incendio	• 1 - 5 • 5 - 10 • 11 - 15	De intervalo
	Tiempo de exposición en minutos al incendio urbano (dentro del escenario)	• ≤ 40 minutos • > 40 minutos	Nominal

	Tiempo de exposición en minutos al incendio urbano desde su llegada a la escena hasta su salida	• 1 – 30 • 31 – 60 • 61 – 90 • 91 – 120 • > 120	De intervalo
	Exposición a otros humos no relacionados con incendio	• Cigarrillos de tabaco • Cigarrillos electrónicos • Humos de cocina a leña	Nominal
	Sexo	• Masculino • Femenino	
	Edad	• 18 – 20 • 21 – 30 • 31 - 40 • 41 – 50 • 51 – 60 • 61 – 70	

CAPÍTULO IV

4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es de tipo no experimental con corte transversal, en el cual no se transformará ni modificará las variables, estas se describirán y analizarán el comportamiento en el tiempo. Por otro lado, es transversal pues se realizará en un periodo. Es de nivel asociativa, ya que se relacionan dos variables categóricas. Todo esto se basará en la recolección de datos de las historias clínicas de los bomberos expuestos al humo de incendio.

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio corresponde a una investigación aplicada, lo que significa que su objetivo es generar conocimiento orientado a la acción, la práctica y la resolución de problemas. En otras palabras, se centra en utilizar los resultados de la investigación para intervenir y mejorar una realidad concreta de manera inmediata.

4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es explicativa, debido a que se trata de explicar los factores que favorecen la aparición de determinadas situaciones, hechos o fenómenos. De manera que, en este tipo de investigación, se encontrará la descripción de las variables de un fenómeno, así como el análisis de la relación que existe entre ellas.

Hernández *et al* en el año 2014 citaron que las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances, y de hecho implican los propósitos de estos (exploración, descriptivo y correlación o asociación), además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno al que hacen referencia. (30)

4.4 ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio involucró a los miembros de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24.

Se tiene conocimiento de que en el año 1863 existió la primera Compañía de Bomberos en nuestra ciudad, conocida con el nombre de "La Peruana", que estaba integrada por inmigrantes italianos y que desapareció después de la ocupación

chilena. Posteriormente a la reincorporación de Tacna al seno de la Patria, el 19 de julio de 1931, nuevamente se instaló dicha Compañía, considerándose con el N° 01 por ser la única compañía de bomberos de Tacna. Su fundador fue el médico y filántropo piurano Manuel Octavio Arellano y Ramírez de Montenegro, quien participó también en la fundación de la Compañía de Bomberos Salvadora Chiclayo, en la ciudad del mismo nombre.

Mencionado anteriormente, se trata de la primera unidad de bomberos creada en el departamento de Tacna, que actualmente cuenta con 60 efectivos operativos para la atención de emergencias que se pudieran presentar durante las 24 horas en el Cercado.

En el último año 2024, se atendió 3105 emergencias, donde la Unidad Básica Operativa (UBO) 24 ocupó el primer puesto, según datos de la VIII Comandancia Departamental.

4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo estuvo representado por el total que abarca las 16 compañías de bomberos de la Región Tacna; 9 compañías son las que pertenecen al área urbana, con una cantidad de 993 bomberos en total al año 2025 (313 damas y 680 varones). La población en estudio correspondió a las compañías de bomberos de la provincia de Tacna y la muestra estuvo representada por todos los integrantes de la compañía de Bomberos Tacna N° 24, que sumaron un total de 185 bomberos (75 damas y 110 varones), de esta población, sólo 60 fueron bomberos que formaron parte del personal operativo y 125 fueron personal de reserva. Previamente al inicio del estudio se realizó una reunión informativa relacionado al trabajo de investigación y sus objetivos, invitándolos a participar voluntariamente, a pesar de ello, de los 60, únicamente 50 completaron el llenado de la encuesta, que correspondió al 83%.

(31)

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, que incluyó a todos los bomberos de la Compañía Tacna N° 24 que cumplieron con los criterios de inclusión.

4.5.1 Criterios de inclusión:

- Bomberos de la compañía de Bomberos Tacna N° 24 que hayan aceptado participar en el estudio y hayan firmado el consentimiento informado.
- Bomberos mayores de 18 años.

4.5.2 Criterios de exclusión:

- Bomberos de la compañía de Bomberos Tacna N° 24 que ya tengan diagnóstico establecido de alguna enfermedad cardíaca, diagnosticada antes de su ingreso al cuerpo general de bomberos.
- Bomberos de la compañía de Bomberos Tacna N° 24 que ya tengan diagnóstico establecido de EPOC o asma bronquial, diagnosticada antes de su ingreso al cuerpo general de bomberos.
- Bomberos que el día de la evaluación espirométrica estén con sintomatología respiratoria y no puedan ser reprogramados en fecha posterior.

4.6 TÉCNICA Y FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.6.1 TÉCNICA

En el estudio de investigación se consideró a aquellos bomberos pertenecientes a la Compañía de Bomberos Tacna N° 24 y que cumplieron con los criterios de selección. Se hizo la recolección de datos mediante una encuesta donde se agruparon los factores de riesgo asociados a desarrollar una enfermedad respiratoria crónica; se indagó sobre antecedentes patológicos importantes o relacionados, o síntomas referidos a EPOC y asma bronquial. Finalmente, a todos los bomberos que cumplieron los criterios de inclusión se les realizó una prueba funcional, como es la espirometría, para evaluar la función pulmonar, que confirmara o descartara la presencia de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. A pesar de que se tuvieron 50 bomberos reclutados en el estudio inicial, solo 30 acudieron a realizarse el estudio, a pesar de que se les reiteró la invitación a completar la prueba en mención; lamentablemente, diferentes situaciones personales y de

trabajo no permitieron completar el examen en la totalidad de los encuestados.

4.6.2 INSTRUMENTOS

- **Variable dependiente:**

- Luego de someter a validación el instrumento del estudio, por tres neumólogos, se realizó el envío del formulario virtual con el fin de saber la salud previa del participante perteneciente al Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.
- Se recopiló información donde se menciona la filiación, antecedentes (alergias, comorbilidades), factores de riesgo (el tabaquismo, la exposición a irritantes ambientales y algunos factores genéticos), la relación con la presencia de síntomas o signos relacionados con enfermedad pulmonar y a la participación activa en incendios.
- El llenado del formulario buscó detectar la presencia de síntomas compatibles con enfermedad crónica de la vía respiratoria, como son la presencia de tos, flema, opresión de pecho, disnea o edema.
- A todos los bomberos que cumplieron los criterios de selección se les realizó un estudio espirométrico en un centro acreditado para tal fin.
- Los resultados de la espirometría se catalogaron como: normal, patrón obstructivo leve, moderado o severo, pudiendo también corresponder a patrón sugestivo de restricción o mixto.

- **Variable independiente:**

- Los 50 bomberos fueron encuestados utilizando el formulario que contuvo una ficha de recolección de datos (ver anexo 01), incluyendo los siguientes:
 - Número de veces que participó en un **incendio urbano**.

- Número de veces que participó en un **incendio forestal**.
- Uso de equipo de protección respiratoria, que tenga certificación de calidad.
- Número de veces que no utilizó EPP en un incendio.
- Tiempo de exposición en minutos al incendio urbano (dentro del escenario).
- Tiempo de exposición en minutos al incendio urbano desde su llegada a la escena hasta su salida.
- Exposición a otros humos no relacionados con incendio.

CAPÍTULO V

5 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

5.1 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Posterior a la aprobación del proyecto, se solicitó el permiso correspondiente al Jefe de la VIII Comandancia Departamental de Bomberos de Tacna, con el fin de evaluar a los bomberos de la Compañía Tacna N° 24 (ver anexo 04).

Se procedió a enviar la encuesta mediante un link de formulario a cada miembro de la Compañía de Bomberos Tacna N° 24 y así recopilar en una primera fase la ficha de recolección de datos, los datos generales, sexo, años de servicio, antecedentes de enfermedades previas, participación en incendios, utilización de equipo de protección, tiempo de permanencia en el incendio, número de veces que participó en incendios y sintomatología respiratoria como tos, ronquido y/o sibilantes, así como la presencia de disnea.

En aquellas situaciones donde el participante manifestó padecer una enfermedad respiratoria como EPOC o asma bronquial, se consideró como válida si el diagnóstico fue realizado por un especialista en neumología y se acompañó de estudios de ayuda diagnóstica como la espirometría.

La segunda fase de recolección de información, incluyó la realización a todos los encuestados de un estudio de espirometría, empleando un equipo que cumpla con certificación de uso, así como de validación de resultados. En esta fase, se asignaron en diferentes fechas de programación, para asistir a realizarse el examen en mención, debiendo cumplir los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio. Cada resultado se añadió a la ficha de recolección de datos en forma individual, pudiendo asignarse como resultado de prueba normal, patrón obstructivo (leve, moderado o severo), patrón restrictivo o mixto.

Cada ficha se manejó con la máxima confidencialidad y solo fue manejada por el investigador.

5.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

El análisis de datos incluyó la descripción de las variables mediante frecuencias y porcentajes para variables categóricas, y medias con desviación estándar para

variables continuas. El análisis bivariado se realizó utilizando la prueba exacta de Fisher para variables categóricas y la prueba U de Mann-Whitney para variables continuas. Para el análisis multivariado se empleó un modelo de regresión logística penalizada de Firth, con el fin de obtener estimaciones más estables ante el bajo número de eventos y la presencia de separación, calculándose OR ajustados con IC 95%. Se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$. Asimismo, se evaluaron los supuestos del modelo, incluyendo multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza (VIF), linealidad en el logit para variables continuas, bondad de ajuste mediante la prueba de Hosmer–Lemeshow, capacidad discriminativa mediante el área bajo la curva ROC y la identificación de observaciones influyentes. Todos los análisis fueron realizados utilizando el software Stata versión 19.0 (StataCorp LLC, College Station, TX, USA).

5.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Con el objetivo de realizar satisfactoriamente esta investigación, se continuó con el proceso solicitando la aprobación del estudio al Comité de Ética de la Universidad Privada de Tacna y del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú de la Compañía Tacna N° 24, para poder comenzar con su ejecución, contando con la Resolución FACSA-CEI 199-12-2025 (ver anexo 03). Luego de contar con dicha autorización, se realizó una reunión informativa virtual para socializar el estudio, los objetivos y la realización de la encuesta junto con información relacionada con la prueba de espirometría; durante la charla se resolvieron dudas y consultas que surgieron por parte de los miembros de la compañía. Posteriormente, en días diferentes, se solicitó a cada bombero voluntario la firma del consentimiento informado (ver anexo 05). Este documento se diseñó siguiendo las recomendaciones del Reglamento 021-2017-SA, que regula la ejecución de ensayos clínicos y la confección del instrumento de autorización, el mismo que se ha adecuado a la presente investigación, buscando garantizar los derechos, la dignidad y la autonomía de las personas que participen en la investigación.

CAPÍTULO VI

6 RESULTADOS

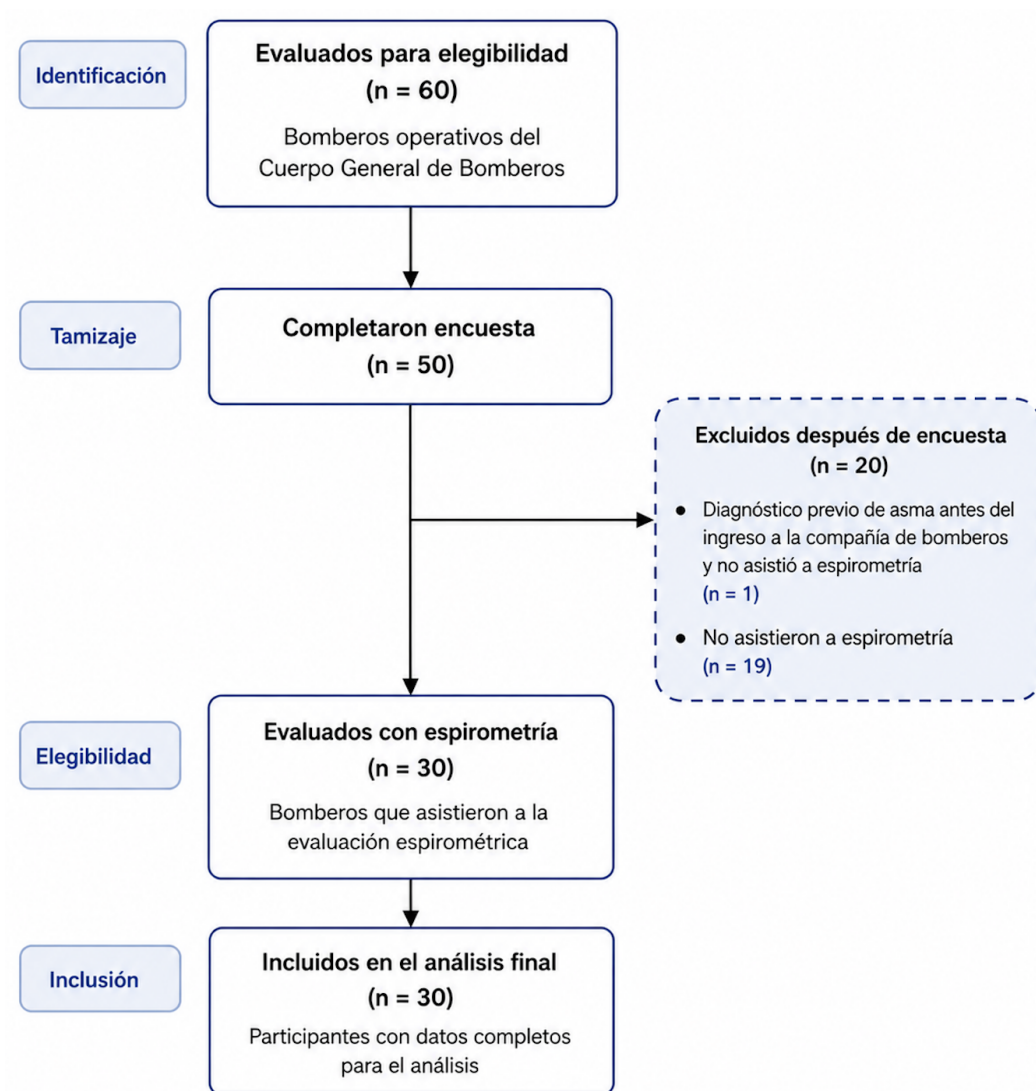


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de participantes.

Se evaluaron 60 bomberos para elegibilidad, de los cuales 50 completaron la encuesta. Posteriormente, se excluyeron 20 participantes: uno por antecedente de asma previo al ingreso a la compañía de bomberos y no asistencia a espirometría, y 19 por no asistir a la evaluación espirométrica. Finalmente, 30 bomberos fueron evaluados mediante espirometría e incluidos en el análisis final.

Tabla 1. Características de la población de bomberos con espirometría (n=30).

Características	n (%)
Sexo	
Masculino	18 (60.0)
Femenino	12 (40.0)
Edad (años)*	33.3 ± 9.7
Grado de instrucción	
Secundaria	4 (13.3)
Superior técnica	6 (20.0)
Superior universitaria	20 (66.7)
Grado jerárquico	
Seccionario	18 (60.0)
Subteniente	1 (3.3)
Teniente	3 (10.0)
Capitán	4 (13.3)
Teniente brigadier	3 (10.0)
Brigadier	1 (3.3)
Años de servicio*	10.5 ± 11.1
* Media ± desviación estándar.	

La población de bomberos evaluada (n=30) estuvo conformada mayoritariamente por hombres (60%), con una edad promedio de 33.3 ± 9.7 años y un tiempo medio de servicio de 10.5 ± 11.1 años, evidenciando un grupo relativamente joven con amplia variabilidad en experiencia laboral. En cuanto al nivel educativo, predominó la formación superior universitaria (66.7%), seguida de educación técnica (20.0%) y secundaria (13.3%). Respecto al grado jerárquico, la mayoría correspondió a seccionarios (60.0%), mientras que los demás rangos presentaron menor frecuencia, destacando capitán (13.3%) y teniente y teniente brigadier (10.0% cada uno), con escasa representación de subteniente y brigadier (3.3% respectivamente).

Tabla 2. Factores de riesgo y exposición (n=30).

Pregunta	n (%)
¿Ha sido diagnosticado con EPOC o Asma Bronquial antes de su ingreso a la Compañía de Bomberos?	
No	30 (100.0)
Sí	0 (0.0)
¿Consume cigarrillos?	
No	20 (66.7)
Sí	10 (33.3)
Promedio de año de consumo de cigarrillos*	
	9.3 ± 7.1
¿Cuántos consume al mes?	
1-5	3 (30.0)
6-10	4 (40.0)
11-20	2 (20.0)
>20	1 (10.0)
¿Consume cigarrillo electrónico (vape)?	
No	28 (93.3)
Sí	2 (6.7)
¿Cuántas veces al mes lo utiliza?	
1-5	2 (100.0)
¿Ha estado expuesto a humos emitidos por uso de leña, carbón, estiércol o residuos agrícolas?	
No	10 (33.3)
Sí	20 (66.7)
Promedio de año de exposición*	
	3.6 ± 6.0
En relación a la pregunta anterior, ¿Cuántas veces al mes se expone a estos humos?	
Ninguno	1 (5.0)
1-5	16 (80.0)
11-20	2 (10.0)
>20	1 (5.0)
¿Ha sido sometido a alguna operación relacionada al pulmón o corazón (lobectomía, bypass coronario, etc)?	
No	30 (100.0)
Sí	0 (0.0)
¿Ha sido hospitalizado por alguna causa pulmonar o cardíaca?	

Pregunta	n (%)
No	29 (96.7)
Sí	1 (3.3)
De ser afirmativa su respuesta (SI), indique el motivo (neumonía, TBC, infarto, etc)	
Neumonía	1 (100.0)
¿Es alérgico a algún medicamento, sustancia (como el polvo) o comida?	
No	25 (83.3)
Sí	5 (16.7)
De ser afirmativa su respuesta (SI), indique a qué medicamento, sustancia o alimento es usted alérgico	
Medicamento	3 (60.0)
Ambiental	1 (20.0)
Mixta	1 (20.0)
¿Utiliza algún medicamento en la actualidad?	
No	30 (100.0)
Sí	0 (0.0)
¿Presenta cansancio o fatiga al realizar actividades cotidianas?	
No	20 (66.7)
Sí	10 (33.3)
De ser afirmativa la respuesta, ¿Con qué tipo de esfuerzo físico se presenta?	
Correr	7 (70.0)
Subir escaleras	3 (30.0)
¿Presenta tos?	
No	27 (90.0)
Sí	3 (10.0)
¿Presenta flema?	
No	27 (90.0)
Sí	3 (10.0)
De ser afirmativa la respuesta, ¿Desde cuánto tiempo atrás?	
1	1 (33.3)
2	1 (33.3)
3	1 (33.3)
¿Presenta ronquido de pecho?	
No	30 (100.0)

Pregunta	n (%)
Sí	0 (0.0)
¿Presenta silbido de pecho?	
No	30 (100.0)
Sí	0 (0.0)
¿Presenta hinchazón de piernas?	
No	29 (96.7)
Sí	1 (33.3)
Desde que usted es bombero, indique el número total de veces en el que participó en un incendio	
1-5	8 (26.7)
6-10	3 (10.0)
11-15	4 (13.3)
16-20	4 (13.3)
>25	11 (36.7)
De los incendios en los que participó, señale el número de veces que participó en un incendio urbano	
1-5	12 (40.0)
6-10	5 (16.6)
11-15	2 (6.7)
16-20	2 (6.7)
>25	9 (30.0)
De los incendios en los que participó, señale el número de veces que participó en un incendio forestal	
0	2 (6.67)
1-5	13 (43.3)
6-10	4 (13.3)
11-15	3 (10.0)
16-20	2 (6.67)
>25	6 (20.0)
Al acudir a un incendio, ¿Utilizó siempre Equipo de Protección Respiratoria Autónoma (EPRA)?	
No	20 (66.7)
Sí	10 (33.3)
Si no llegó a utilizar el equipo de protección, ¿En cuántos incendios no lo hizo?	
1-5	10 (50.0)

Pregunta	n (%)
6-10	4 (20.0)
11-15	2 (10.0)
>15	4 (20.0)
En un incendio urbano, ¿Cuánto tiempo permaneció participando activamente dentro del escenario?	
≤ 40 minutos	18 (60.0)
>40 minutos	12 (40.0)
¿Cuál ha sido el mayor tiempo de exposición a humos en minutos en un incendio? (desde su llegada a la escena hasta su salida)	
1-30 minutos	10 (33.3)
31-60 minutos	6 (20.0)
61-90 minutos	5 (16.7)
91-120 minutos	1 (3.3)
>120 minutos	8 (26.7)
Resultados de Espirometría	
EPOC	
No	28 (93.3)
Sí	2 (6.7)
Asma	
No	29 (96.7)
Sí	1 (3.3)
Patrón restrictivo	
No	29 (96.7)
Sí	1 (3.3)
Total de pacientes con Patrón Obstrutivo	
Enfermedad pulmonar obstructiva	
No	27 (90.0)
Sí	3 (10.0)
* Media ± desviación estándar.	

En la Tabla 2 se muestra que la población estudiada no presentaba antecedentes de EPOC o asma antes de su ingreso (100%), con una baja frecuencia de enfermedad obstructiva posterior (10%). Se observó que el 33.3% de los bomberos eran fumadores, con un promedio de 9.3 años de consumo y predominio de consumo mensual entre 6 y 10 cigarrillos, mientras que el uso de cigarrillo electrónico fue poco frecuente (6.7%). La exposición a humo

doméstico fue reportada por el 66.7%, generalmente con baja frecuencia mensual (1–5 veces). En cuanto a antecedentes clínicos, la mayoría no presentó cirugías ni hospitalizaciones previas, y el 16.7% reportó alergias, principalmente a medicamentos. Respecto a síntomas, el 33.3% manifestó fatiga, mientras que la tos y la flema se presentaron en el 10% de los casos, sin presencia de sibilancias o ronquidos torácicos. En relación con la actividad laboral, el 36.7% participó en más de 25 incendios, con predominio de exposiciones urbanas entre 1 y 5 eventos (40%) y forestales en el mismo rango (43.3%); además, el 66.7% no utilizaba siempre el equipo de protección respiratoria (EPRA). La mayoría permanecía ≤ 40 minutos en incendios urbanos (60%), aunque un 26.7% reportó exposiciones máximas superiores a 120 minutos. Finalmente, la frecuencia de EPOC (6.7%), asma (3.3%) y patrón restrictivo (3.3%) fue baja, consolidándose en una prevalencia global de enfermedad pulmonar obstructiva del 10%.

Tabla 3. Características asociadas a enfermedad pulmonar obstructiva en el análisis bivariado (n=30).

Características	Enfermedad pulmonar obstructiva		p†
	No (n=27)	Sí (n=3)	
	n (%)	n (%)	
Sexo			1.000
Masculino	16 (88.9)	2 (11.1)	
Femenino	11 (91.7)	1 (8.3)	
Edad (años)*‡	32.6 ± 9.4	39.6 ± 12.3	0.241‡
Fumador			0.251
No	19 (95.0)	1 (5.0)	
Sí	8 (80.0)	2 (20.0)	
Exposición humo doméstico			1.000
No	9 (90.0)	1 (10.0)	
Sí	18 (90.0)	2 (10.0)	
Alergia			0.433
No	23 (92.0)	2 (8.0)	
Sí	4 (80.0)	1 (20.0)	
Tos			0.532
No	24 (88.9)	3 (11.1)	
Sí	3 (100.0)	0 (0.0)	
Participación en incendio			1.000
1-5 veces	7 (87.5)	1 (12.5)	
6-10 veces	3 (100.0)	0 (0.0)	
11-15 veces	4 (100.0)	0 (0.0)	
16-20 veces	4 (100.0)	0 (0.0)	
Más de 20 veces	9 (81.8)	2 (18.2)	
Tiempo máximo de exposición			0.695
1-30 minutos	9 (90.0)	1 (0.0)	
31-60 minutos	5 (83.3)	1 (16.7)	
61-90 minutos	4 (80.0)	1 (20.0)	
91-120 minutos	1 (100.0)	0 (0.0)	
Más de 120 minutos	8 (100.0)	0 (0.0)	
Uso de EPRA			1.000
No	18 (90.0)	2 (10.0)	
Sí	9 (90.0)	1 (10.0)	

* Media $\pm$ desviación estándar
† Prueba exacta de Fisher
‡ U de Mann Whitney

La tabla 3 muestra que, en el análisis bivariado, no se identificaron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables evaluadas y la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva ($p > 0.05$ en todos los casos, mediante prueba exacta de Fisher) lo que sugiere ausencia de evidencia estadística de relación en esta muestra. No obstante, se observan tendencias descriptivas relevantes: los casos con enfermedad presentaron una mayor edad promedio (39.6 vs 32.6 años), así como una mayor proporción de fumadores (20% vs 5% en no fumadores), lo que apunta a posibles factores de riesgo clínicamente plausibles. En relación con la exposición ocupacional, se evidenció una mayor frecuencia de enfermedad en quienes participaron en más de 20 incendios (18.2%) y en aquellos con tiempos intermedios de exposición (31–90 minutos), aunque sin un patrón consistente. Por otro lado, variables como sexo, exposición al humo doméstico, alergias, tos y uso de equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA) no mostraron diferencias relevantes entre los grupos.

Tabla 4. Asociación entre enfermedad pulmonar obstructiva y la participación en incendio, enfoque epidemiológico.

Características	Análisis bivariado			Regresión múltiple*		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
Edad	1.06	0.95 – 1.19	0.256	1.11	0.92 – 1.34	0.259
Participación en incendio						
1-5 veces	Ref.			Ref.		
6-10 veces	0.71	0.02 – 22.34	0.848	0.42	0.01 – 18.99	0.657
11-15 veces	0.55	0.01 – 16.76	0.735	0.17	0.01 – 15.97	0.451
16-20 veces	0.55	0.01 – 16.76	0.735	0.04	0.00 – 16.39	0.310
Más de 20 veces	1.31	0.14 – 12.35	0.810	0.10	0.00 – 18.76	0.400
Fumador						
No	Ref.			Ref.		
Sí	3.82	0.43 – 33.77	0.228	4.94	0.23 – 104.46	0.304
Uso de EPRA						
No	Ref.			Ref.		
Sí	1.16	0.13 – 10.23	0.888	0.22	0.01 – 10.45	0.445
*Ajustado por edad, participación en incendio, hábito de fumar						
OR: Odds Ratio. IC 95%: Intervalo de confianza al 95%						

La tabla 4 muestra que, tanto en el análisis bivariado como en el modelo multivariado mediante regresión logística penalizada de Firth, no se identificaron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables evaluadas y la presencia del desenlace ($p > 0.05$). En el análisis bivariado, la edad presentó una tendencia positiva ($OR = 1.06$), que se mantuvo e incrementó ligeramente tras el ajuste ($OR = 1.11$), sugiriendo un posible aumento del riesgo con la edad. La participación en incendios mostró resultados inconsistentes, con OR cercanos o menores a 1 y cambios importantes tras el ajuste, lo que refleja inestabilidad en las estimaciones; destaca que la categoría de mayor exposición (> 20 incendios) pasó de sugerir un mayor riesgo ($OR = 1.31$) a un posible efecto protector ($OR = 0.10$). En cuanto al tabaquismo, se observó una tendencia a mayor riesgo tanto en el análisis crudo ($OR = 3.82$) como ajustado ($OR = 4.94$), lo cual es clínicamente plausible, aunque con intervalos de confianza amplios. Finalmente, la variable uso de EPRA no mostró asociación en el análisis bivariado ($OR = 1.16$), pero tras el ajuste presentó una tendencia protectora ($OR = 0.22$), aunque no fue estadísticamente significativa.

7 DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo detectar si la exposición a humos de incendio favorece la aparición de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial en bomberos de la Compañía Tacna N° 24. Sin embargo, a pesar de haber considerado a la totalidad de los miembros activos de dicha compañía, que suman 60, únicamente 30 culminaron el estudio, al acudir a la realización de la espirometría, examen que se coordinó con un centro neumológico acreditado, considerando a la totalidad de los integrantes, pero por diferentes motivos, 19 miembros del CGBVP no culminaron la evaluación en mención, a pesar de haberles convocado en varias oportunidades, así como haber programado varias fechas para su realización.

Los resultados obtenidos permitieron caracterizar a la población estudiada, identificando factores de riesgo asociados a la exposición ocupacional al humo y evaluar la presencia de alteraciones respiratorias mediante espirometría. A continuación, se discuten los principales hallazgos en comparación con la evidencia científica disponible.

Respecto a la Tabla 1, se observó que la población estuvo conformada principalmente por hombres (60%), con una edad promedio de 33.3 ± 9.7 años y un tiempo medio de servicio de 10.5 ± 11.1 años. Estas características evidencian a una población relativamente joven, pero con una exposición ocupacional acumulativa importante, considerando que la participación continua en emergencias incrementa progresivamente el contacto con contaminantes derivados de la combustión. Este comportamiento ha sido descrito en otras poblaciones bomberiles, donde predominan adultos jóvenes con varios años de actividad operativa y exposición recurrente a humos de incendio, como lo reportó Mariano de la Cruz. (31)

Asimismo, se halló un predominio del nivel educativo universitario (66.7%). Aunque el grado de instrucción no fue evaluado como factor de riesgo en los antecedentes revisados, este hallazgo podría reflejar una mayor comprensión de las medidas de seguridad y de los riesgos asociados a la actividad bomberil. Sin embargo, el conocimiento por sí solo no elimina el riesgo ocupacional, especialmente cuando la exposición al humo ocurre de forma repetitiva y prolongada, independientemente del nivel educativo que se pueda alcanzar.

La Tabla 2 muestra que ninguno de los participantes presentaba diagnóstico previo de EPOC o asma bronquial antes de ingresar al Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP). Este hallazgo nos permite asumir que las alteraciones respiratorias identificadas durante la investigación podrían estar relacionadas, al menos parcialmente, con exposiciones

adquiridas durante la actividad bomberil y no necesariamente con enfermedades respiratorias preexistentes.

En relación con los factores de riesgo evaluados, el 66.7% de los participantes reportó exposición a humos emitidos por combustión de leña, carbón, estiércol o residuos agrícolas. Este resultado sugiere que la carga total de contaminantes inhalados por los bomberos podría no depender exclusivamente de los incendios atendidos, sino también de exposiciones adicionales presentes en su vida cotidiana. La coexistencia de múltiples fuentes de humo podría potenciar procesos inflamatorios respiratorios y contribuir al deterioro progresivo de la función pulmonar. Esta interpretación es consistente con estudios que han demostrado que la exposición continua al humo de biomasa favorece el desarrollo de inflamación crónica de la vía aérea y aumenta el riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. (33)

Por otro lado, el 36.7% de los bomberos había participado en más de 25 incendios. Este hallazgo simboliza una exposición ocupacional acumulativa importante a material particulado, monóxido de carbono y otros gases tóxicos generados durante la combustión. Desde el punto de vista fisiopatológico, la inhalación repetitiva de estos contaminantes puede inducir inflamación persistente, estrés oxidativo y alteraciones estructurales de la vía aérea. Esto concuerda con el estudio reportado por Portillo-Centurion A, Rolón-Riveros J., quienes demostraron que el incremento en el número de incendios atendidos se relaciona con una disminución progresiva de la capacidad respiratoria, resultado que respalda la importancia de este hallazgo. (34)

Otro resultado relevante fue que el 66.7% de los participantes reportó no utilizar siempre equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA). Esta situación resulta preocupante debido a que dicho equipo constituye la principal barrera frente a la inhalación de sustancias tóxicas presentes en el humo. La utilización irregular del EPRA podría favorecer una mayor exposición acumulativa a contaminantes respiratorios y aumentar el riesgo de alteraciones pulmonares a largo plazo. Sin embargo, a pesar de que hubo un grupo importante que no utilizó EPRA, el resultado del estudio indica que habría una tendencia de que el uso de este equipo, podría tener un factor protector, tal como lo describe Rodríguez Ramírez M., quien señala que el uso adecuado y permanente de protección respiratoria constituye una de las medidas más efectivas para disminuir los riesgos ocupacionales asociados a la actividad bomberil. (35)

Respecto a la sintomatología respiratoria, la fatiga fue el síntoma más frecuente (33.3%), seguida por tos y flema (10% cada una). Aunque la frecuencia de síntomas fue relativamente baja, estos hallazgos podrían representar manifestaciones tempranas de compromiso respiratorio secundario a la exposición ocupacional al humo. Es posible que algunos participantes presenten alteraciones funcionales aún subclínicas, las cuales podrían progresar con el tiempo si persiste la exposición, lo cual concuerda con lo descrito por Sandoval D. B, Reyes R. T, Oyarzún G. M., quienes describen que la exposición a contaminantes derivados de incendios genera procesos inflamatorios pulmonares que pueden preceder a la aparición de enfermedad respiratoria clínicamente evidente. (8)

Refiriéndonos a la función pulmonar, la frecuencia global de enfermedad pulmonar obstructiva encontrada fue de 10%, incluyendo casos de EPOC, asma bronquial y patrón sugestivo de restricción. Aunque esta frecuencia puede considerarse relativamente baja, demuestra la existencia de alteraciones respiratorias detectables en una proporción de los bomberos evaluados. La baja prevalencia observada concuerda con los hallazgos de Kim *et al* (36), quienes reportaron que la presencia de enfisema y asma fue significativamente más baja que lo hallado en la población general, hallazgos similares fueron publicados por Choi *et al* (37) y Luz Marleni Moncada *et al* (38). Esto podría estar relacionado con la edad relativamente joven de la población estudiada y con un tiempo de exposición que, aunque considerable, posiblemente aún no haya permitido el desarrollo de un mayor número de casos clínicamente manifiestos. Sin embargo, la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva en una población laboralmente activa refuerza la importancia de la vigilancia respiratoria periódica. Hallazgos similares han sido descritos en estudios realizados en bomberos, donde las alteraciones funcionales aumentan conforme se incrementa la exposición acumulada al humo. (34)

En la Tabla 3, el análisis bivariado no evidenció asociaciones estadísticamente significativas entre enfermedad pulmonar obstructiva y variables como sexo, tabaquismo, exposición a humo doméstico, alergias o número de incendios atendidos, resultados que difieren del metaanálisis publicado por Alves *et al*, quienes reportan que a mayor tiempo de exposición a humos habría mayor riesgo para presentar sintomatología respiratoria y alteraciones de los exámenes de función pulmonar. Sin embargo, los resultados sí concuerdan con lo reportado por Kim *et al*, quienes señalan que la presencia de asma y enfisema, fueron menos frecuentes entre bomberos en comparación con la población general. (36) No obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela debido al reducido número de casos detectados (n=3),

situación que limita la capacidad estadística para identificar asociaciones significativas, así como también a que la población del estudio es joven y como se evidenció, existe una tendencia a que a mayor edad de desempeño como bombero y participación en incendios, habría mayor número de casos de daño en la vía respiratoria. (39)

Se observó una tendencia hacia una mayor frecuencia de enfermedad pulmonar obstructiva en fumadores y en aquellos con mayor exposición acumulativa a incendios. Desde una perspectiva biológica, esta tendencia resulta coherente, ya que tanto el humo del tabaco como los contaminantes derivados de la combustión comparten mecanismos inflamatorios capaces de inducir daño progresivo de la vía aérea y deterioro de la función pulmonar. Diversos estudios han descrito que la interacción entre factores ambientales y exposiciones prolongadas favorece el desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas. (8,10,32)

Respecto a la Tabla 4, el análisis multivariado ajustado mediante regresión logística penalizada de Firth tampoco identificó asociaciones estadísticamente significativas entre edad, tabaquismo, participación en incendios o uso de EPRA y enfermedad pulmonar obstructiva. Sin embargo, este resultado no necesariamente implica ausencia de relación, sino que podría reflejar limitaciones inherentes al tamaño muestral y al reducido número de eventos observados, hecho en particular determinante por la falta de uso del EPRA, que debiera haberse relacionado con un mayor riesgo de sufrir alguna enfermedad respiratoria, pero que en el presente estudio no fue demostrado.

En relación con la edad, se observó una tendencia al incremento del riesgo conforme aumentaban los años de vida. Este comportamiento resulta biológicamente plausible, considerando que la EPOC es una enfermedad de desarrollo progresivo asociada a la acumulación de exposiciones ambientales y ocupacionales a lo largo del tiempo. En consecuencia, incluso pequeñas diferencias de edad podrían reflejar mayores períodos de exposición acumulada. (10)

Respecto al tabaquismo, los fumadores presentaron una tendencia a mayor riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva tanto en el análisis bivariado como en el ajustado. Aunque la asociación no alcanzó significancia estadística, el hallazgo conserva relevancia clínica debido a que el tabaquismo constituye uno de los factores de riesgo más importantes para EPOC y podría potenciar el daño respiratorio generado por la exposición ocupacional al humo de incendios. (29)

Asimismo, el tabaquismo debe considerarse una posible variable de confusión en la interpretación de los resultados del presente estudio. Debido a que el consumo de cigarrillo constituye un factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y otras alteraciones respiratorias, por ello, no es posible atribuir exclusivamente las alteraciones de la función pulmonar observadas a la exposición ocupacional al humo de incendios. En consecuencia, parte del compromiso respiratorio identificado podría estar influenciado por el efecto acumulativo del tabaquismo, por lo que futuras investigaciones deberían controlar este factor con mayor precisión.

En cuanto a la participación en incendios, la categoría de mayor exposición mostró una tendencia a mayor riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva, concordando con lo reportado por Mathias *et al* (40), quienes mostraron una disminución de la prueba espirometría a favor de desórdenes obstructivos. Este resultado resulta coherente con la hipótesis central del estudio, ya que una mayor frecuencia de participación implica una exposición más intensa y prolongada a contaminantes respiratorios. La falta de significancia estadística probablemente se relaciona con el tamaño muestral reducido más que con una ausencia real de efecto.

Finalmente, el uso de EPRA mostró una tendencia protectora en el análisis ajustado. Aunque la asociación tampoco alcanzó significancia estadística, el hallazgo posee plausibilidad biológica y respalda la importancia de las medidas de protección respiratoria en la prevención del daño pulmonar asociado a la actividad bomberil.

En conjunto, los hallazgos obtenidos sugieren que los bomberos de la Compañía Tacna N° 24 se encuentran expuestos a diversos factores que podrían afectar su salud respiratoria a largo plazo. Aunque la frecuencia de enfermedad pulmonar obstructiva encontrada fue relativamente baja, la presencia de alteraciones funcionales respiratorias y la elevada exposición ocupacional al humo, respaldan la necesidad de implementar medidas de vigilancia respiratoria y prevención ocupacional dirigidas a esta población. Estos resultados no muestran las tendencias reportadas en diversos estudios a nivel global, en relación a la presencia de enfermedades respiratorias en bomberos que se exponen a humos de incendio, en especial, porque en el presente trabajo hubo un número reducido de personas, cuyo tamaño muestral parece influir en resultados con poca relevancia estadística de rigor, pero, a pesar de ello, en algunos resultados se mostró tendencia a tener asociación, como fueron aquellos relacionados al consumo de cigarrillos, mayor edad y en relación a la participación en mayor número de incendios. Estos resultados guardan relación con lo reportado por Alves S. *et al*,

que concluye en su estudio que la magnitud del impacto que la exposición a humos de incendio tendría sobre los bomberos, aún es incierta, pero que el mayor tiempo de exposición favorece la aparición de enfermedades ocupacionales, incluidas las enfermedades respiratorias como lo son la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica y el Asma Bronquial.

(39)

8 CONCLUSIONES

- La población estudiada estuvo conformada principalmente por bomberos jóvenes, con una edad promedio de 33,3 años, predominando el sexo masculino y con participación activa en labores operativas de atención de incendios.
- Los bomberos evaluados presentaron diversos factores de riesgo que podrían favorecer el desarrollo de enfermedad pulmonar obstructiva, destacando la exposición acumulativa al humo de incendios, la exposición a otras fuentes de humo, el tabaquismo y el uso no permanente del equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA).
- La prevalencia de enfermedad pulmonar obstructiva en la población estudiada fue del 10%, identificándose casos compatibles con EPOC y asma bronquial mediante espirometría; no obstante, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables evaluadas y la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva, aunque se observaron tendencias de riesgo relacionadas con el tabaquismo y la exposición acumulativa al humo, así como una tendencia protectora asociada al uso del EPRA.
- Se evidenció que los bomberos presentan una exposición frecuente y prolongada al humo de incendios, reflejada en la participación repetida en emergencias, tiempos prolongados de exposición y el uso no permanente del EPRA, lo que incrementa su carga de exposición ocupacional.

9 RECOMENDACIONES

- Implementar evaluaciones médico-ocupacionales periódicas en el personal operativo del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, incluyendo la realización de pruebas funcionales como la espirometría al momento de su ingreso al CGBVP y durante el seguimiento anual, con el fin de detectar oportunamente alteraciones de la función pulmonar y fortalecer la vigilancia de la salud respiratoria.
- Fortalecer las estrategias de prevención de los principales factores de riesgo identificados, promoviendo el uso permanente y adecuado del equipo de protección respiratoria autónoma (EPRA), así como programas de prevención y cesación del tabaquismo.
- Mantener un programa de vigilancia periódica de la función pulmonar mediante evaluaciones espirométricas, que permita la detección temprana, el seguimiento y la atención oportuna de alteraciones respiratorias en el personal bomberil.
- Reforzar la capacitación continua del personal operativo sobre medidas de protección respiratoria, protocolos para disminuir la exposición ocupacional al humo de incendios y buenas prácticas durante y después de las intervenciones de emergencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. Revistas del CGBVP – Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Per. [Internet]; 2025. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://portal.bomberosperu.gob.pe/organizacion/>.
2. Ostos R. Enfermedades del sistema respiratorio. [Internet]; 2024. Acceso 12 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://centromedicoabc.com/revista-digital/enfermedades-respiratorias-que-son-y-como-tratarlas/>.
3. Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. [Internet] Acceso 12 de Diciembre de 2024. Disponible en: http://www.bomberosperu.gob.pe/np_organizacion.asp#:~:text=El%20Cuerpo%20General%20de%20Bomberos,de%20vidas%20expuestas%20a%20peligro.
4. Duce Gracia F, Sebastián Ariño A. Repercusión respiratoria de la actividad profesional de los bomberos. Medicina Respiratoria. 2008; 1(1): p. 13-20 . Disponible en: <http://www.neumologiaysalud.es/descargas/R1/R1-2.pdf>
5. Natchipolsky M. Why every firefighter should pay attention to unseen inhalation risks. [Internet]; 2018. Acceso 11 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.firerescue1.com/fire-products/fire-breathing-apparatus/air-products/articles/why-every-firefighter-should-pay-attention-to-unseen-inhalation-risks-J66ibsCzYfRV4dcF/>.
6. López Jacob MJ. ISTAS Instituto de Trabajo, Ambiente y Salud. [Internet].; 2004. Acceso 12 de Diciembre de 2024. Disponible en: https://www.ccooaytomadrid.es/documentos/general/primerapagina/Enfermedades_Bomberos.pdf.
7. Cómo puede afectar la salud el humo de los incendios. [Internet]; 2025. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/como-puede-afectar-la-salud-el-humo-de-los-incendios#:~:text=La%20mayor%20amenaza%20para%20la,enfermedades%20card%C3%ADacas%20y%20pulmonares%20cr%C3%B3nicas.>
8. Sandoval D. B, Reyes R. T, Oyarzún G. M. Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de incendios forestales. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. 2019; 35(1): p. 49-57. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rcher/v35n1/0717-7348-rcher-35-01-0049.pdf>

9. Portillo-Centurion A, Rolón-Riveros J. Alteraciones de la capacidad espiratoria en relación a la labor de bomberos y el IMC en el cuerpo de bomberos voluntarios de Carapeguá. FELSOCEM. 2016; 23(1): p. 15-18. Disponible en: doi.org/10.23961/cimel.v23i1.102
10. Agustí A, Melén E, DeMeo DL, Breyer-Kohansal R, Faner R. Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease: understanding the contributions of gene–environment interactions across the lifespan. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2022; 10: p. 512-524. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(21\)00555-5](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(21)00555-5).
11. Vázquez-García JC, Hernández-Zenteno RdJ, Arroyo-Hernández M, Elizondo-Ríos A, Casillas-Suárez C, Cortés-Telles A, et al. Guía de Práctica Clínica Mexicana de EPOC 2025. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*. 2025; 84(1). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2025/nts251c.pdf>
12. Rodríguez Ramirez M. Riesgo de cáncer en bomberos. *Revista Médica de Chile*. 2023; 151: p. 929-933. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v151n7/0717-6163-rmc-151-07-0929.pdf>
13. Lopez M, Mongilardi N, Checkley W. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2014; 31(1): p. 94-99. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/2014.v31n1/94-99/es>
14. Rey de Castro J. Algunas reflexiones sobre asma bronquial. *Revista Médica Herediana*. 2013; 5(4). Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RMH/article/view/462/429>
15. Mariano de la Cruz KC. Determinación de los Valores Espirométricos en Bomberos Activos de la Segunda Brigada del Perú 2017. [Online].; 2019. Acceso 12 de Noviembre de 2025. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/8985/Tesis_Determinaci%C3%B3n_Espirom%C3%A9tricos_Bomberos.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
16. SYNLAB. Enfermedades respiratorias: entienda sobre los tipos de enfermedades, los virus y formas de prevención. [Internet]; 2024. Acceso 09 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.synlab-sd.com/es/blog/salud-y-bienestar-es/enfermedades-respiratorias-entienda-que-tipos-de-enfermedades-existen-cuales-son-sus-sintomas-y-que-debe-hacer-para-prevenir-las/>.
17. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease

- 2024 Report. [Internet].; 2024. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2024/02/GOLD-2024_v1.2-11Jan24_WMV.pdf.
18. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) según Gold 2025. Manejo Básico. [Internet].; 2025. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://laria.com/images/entry-pdfs/epoc-gold-2025.pdf>.
 19. del Río-Navarro BE, Hidalgo-Castro EM, Sienra-Monge JLL. Asma. Boletín médico del Hospital Infantil de México. 2009; 66(1): p. 3-33. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v66n1/v66n1a2.pdf>
 20. Comunicaciones Facultad de Ciencia de la Universidad de Chile. Comunidad científica internacional destacó al profesor Ricardo Maccioni y su equipo por sus aportes en la investigación del Alzheimer. [Internet]; 2019. Acceso 12 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://uchile.cl/noticias/153432/comunidad-internacional-destaco-al-profesor-ricardo-maccioni>.
 21. Filloy F. El humo de los incendios forestales y su impacto en la salud cerebral, según los expertos. [Internet]; 2024. Acceso 11 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.infobae.com/salud/2024/08/04/el-humo-de-los-incendios-forestales-y-su-impacto-en-la-salud-cerebral-segun-los-expertos/>.
 22. Humos y gases en la combustión. [Internet] Acceso 12 de Diciembre de 2024. Disponible en: <https://profuego.es/humos-gases-combustion/?cn-reloaded=1>.
 23. Clark N, Urbanski S, Goodrich S. Conceptos Básicos sobre el Humo. [Internet].; 2024. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_journals/rmrs/sycu/2024/sycu101_2024_smoke_es.pdf.
 24. Oyarzún G. M. Boletín de la Academia Chilena de Medicina. 57th ed.; 2020. Disponible en: https://www.academiachilenademedicina.cl/wp-content/uploads/2021/05/boletin_academia-med-2020.pdf#page=81
 25. Particulate Matter (PM) Basics. [Internet]; 2025. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#effects>.

26. Inhalación de humo en incendios: Síntomas y cómo actuar. [Internet]; 2021. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.prefire.es/hub/2020/10/inhalacion-humo-incendios-sintomas-actuar/>.
27. Centers for Disease Control and Prevention. El humo de los incendios forestales. [Internet]; 2017. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://www.cdc.gov/es/disasters/wildfires/smoke.html>.
28. Al Sa'idi L., Berton D., Neder J. The 2022 ERS/ATS z-score classification to grade airflow obstruction: relationship with exercise outcomes across the spectrum of COPD severity. [Internet]; 2024. European Respiratory Journal 2024. 64(2). Disponible en: <https://publications.ersnet.org/content/erj/64/2/2301960>
29. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Pocket Guide to COPD Diagnosis, Management and Prevention; 2024.
30. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación. 6th ed.: Interamericana Editores; 2014. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernande z%20y%20Baptista->
31. Intendencia Nacional de Bomberos del Perú. Estadísticas del CGBVP. [Internet]; 2025. Acceso 10 de Noviembre de 2025. Disponible en: <https://portal.bomberosperu.gob.pe/estadisticas/#!/resumen>.
32. Mariano de la Cruz KC. Determinación de los Valores Espirométricos en Bomberos Activos de la Segunda Brigada del Perú 2017. [Online].; 2019. Acceso 29 de Mayo de 2026. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/8985/Tesis_Determinaci%C3%B3n_Espirom%C3%A9tricos_Bomberos.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
33. Lopez M, Mongilardi N, Checkley W. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2014; 31(1): p. 94-99. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/2014.v31n1/94-99/es>
34. Portillo-Centurion A, Rolón-Riveros J. Alteraciones de la capacidad espiratoria en relación a la labor de bomberos y el IMC en el cuerpo de bomberos voluntarios de Carapeguá, 2016. CIMEL. 2018; 23(1): p. 15-18. Disponible en: <https://oaji.net/articles/2017/6297-1531074676.pdf>
35. Rodríguez Ramírez M. Riesgo de cáncer en bomberos. Rev Med Chile. 2022; 151: p. 929-933. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v151n7/0717-6163-rmc-151-07-0929.pdf>

36. Kim, J., Son, S., Jeong, W., Jun, J. Non-cancer health risks in firefighters: a systematic review. *Epidemiol Health*. 2022; 44: p. 1-21. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10396521/pdf/epih-44-e2022109.pdf>

37. Choi, J., Shin, J., Lee, M., Chung, I. Pulmonary function decline in firefighters and non-firefighters in South Korea. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2014; 26 (9): p. 1-7. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4009061/pdf/2052-4374-26-9.pdf>

38. Moncada, L., Puentes Espitia, W., Feo Martínez, C., Mago Ramos M. Análisis de diagnóstico epidemiológico del Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá. *AVANCES: Investigación en ingeniería*. 2022; 19(2): p. 1-14. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10670964.pdf>

39. Alves, S., Vaz, J., Fernandes, A. Occupational Health of Firefighters: A Systematic Review. *SHO'23. International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*. 2023: p. 56-96. Disponible en: <https://books.fe.up.pt/index.php/feup/catalog/view/978-989-54863-4-2/332/382>

40. Mathias, K., Graham, E., Stewart, D., Smith, D. Decreased Pulmonary Function Over 5 Years In Us Firefighters. *JOEM*. 2020; 62 (10): p. 816-819. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7537734/pdf/joem-62-0816.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01

“EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE
FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA
CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24
EN EL AÑO 2025”

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FORMULARIO ABOCADO A LA ESFERA RESPIRATORIA

Ficha

1. Filiación:

- Nombre:
- Edad: años
- Sexo: Masculino () Femenino ()
- Grado de instrucción:
() Secundaria incompleta () Secundaria completa () Superior Técnica
() Superior universitaria
- Número de teléfono:
- Ocupación actual (además de ser bombero):
- Años de Servicio como bombero:

2. Antecedentes:

- Enfermedades médicas:
- Consumo de cigarrillos: () Si, ... años de consumo, frecuencia de consumo ...,
() No
- Intervenciones quirúrgicas:
- Hospitalizaciones:
- Traumatismos:
- Alergias:
- Medicamento de uso frecuente (actual):

Tiempo de servicio como bombero: años, meses

3. En relación a la presencia de síntomas o signos relacionados a enfermedad pulmonar

¿Presenta cansancio o fatiga al realizar actividades cotidianas? Si No

De ser afirmativa la respuesta, ¿Con qué tipo de esfuerzo físico se presenta?

En reposo, Al deambular en terreno llano, Al subir escaleras

Al correr

¿Presenta tos? Si No

De ser afirmativa la respuesta, ¿Desde cuanto tiempo atrás?

¿Presenta flema? Si No

De ser afirmativa la respuesta, ¿Desde cuánto tiempo atrás?

¿Presenta silbido de pecho? Si No

De ser afirmativa la respuesta ¿desde cuanto tiempo atrás?

¿Presenta ronquido de pecho? Si No

De ser afirmativa la respuesta ¿desde cuanto tiempo atrás?

¿Presenta hinchazón de piernas? Si No

De ser afirmativa la respuesta ¿desde cuanto tiempo atrás?

4. En relación a la participación activa en incendios:

- Número de incendios en los que participó:
- De los incendios en los que participó, señale el número (un aproximado) de:
 - incendios urbanos.
 - incendios forestales.
- Tiempo de participación activa durante el incendio*:
- Tiempo de permanencia en el incendio:

- Usó equipo de protección para disminuir inhalación de humos:

() Si, () No

- Si no llegó a utilizar el equipo de protección, ¿en cuantos incendios no lo hizo?

* Tiempo máximo que participó directamente en el control del incendio en contacto con humos del incendio.

5. Resultado de Espirometría:

- Normal ()
- Patrón obstructivo: ()
 - Leve ()
 - Moderado ()
 - Severo ()
- Patrón sugestivo a restricción ()
- Patrón sugestivo mixto ()

ANEXO N° 02

CONSENTIMIENTOS DE APROBACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADA POR NEUMÓLOGOS**EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Yo, **Dra. ROSA CONDORI ARIAS** (Médico Especialista en Neumología), con el número de Colegio Médico54440..... y número de DNI42616054..., he leído, comprendido y corregido la “**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: HISTORIA CLÍNICA ABOCADA A LA ESFERA RESPIRATORIA**” para que se pueda desarrollar el trabajo de investigación titulado: “EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”, llevado a cabo por la estudiante Gabriela Vargas Zegarra de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada de Tacna.

Firma:


Dra. Rosa Condori Arias
CMP- 54440 - RNE 41875
Médico Neumólogo
HOSPITAL III DAC-ESSALUD

Fecha:

24/06/25

EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Yo, **Dra. NORA FUENTES MONTES** (Médico Especialista en Neumología), con el número de Colegio Médico y número de DNI, he leído, comprendido y corregido la **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: HISTORIA CLÍNICA ABOCADA A LA ESFERA RESPIRATORIA”** para que se pueda desarrollar el trabajo de investigación titulado: **“EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”**, llevado a cabo por la estudiante Gabriela Vargas Zegarra de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada de Tacna.

Red Asistencial Tacna
Hospital Dr. Daniel A. Carrón
Servicio de Neumología

NORA FUENTES MONTE
Médico Especialista en Neumología

Firma:

Fecha: 24/06/2025

EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Yo, **Dr. MARTÍN VALENCIA FLORES** (Médico Especialista en Neumología), con el número de Colegio Médico y número de DNI, he leído, comprendido y corregido la **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: HISTORIA CLÍNICA ABOCADA A LA ESFERA RESPIRATORIA”** para que se pueda desarrollar el trabajo de investigación titulado: **“EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”**, llevado a cabo por la estudiante Gabriela Vargas Zegarra de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada de Tacna.

Firma:

MARTIN VALENCIA FLORES
MEDICO NEUMOLOGO
CMP 30922 RNE 19589
ASISTENCIAL TACNA HOSP. III DAC

Fecha: 30/06 /2025

ANEXO N° 03

AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS POR PARTE DEL

COMITÉ DE ÉTICA

FACSA-CEI/ 199-12-2025

Tacna, 02 de diciembre de 2025

Investigador:

Gabriela Vargas Zegarra

Asesor:

Edwin Condori Vargas

Presente. -

PI 199-25: “Exposición a humos de incendio como factor de riesgo que favorece la aparición de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma bronquial en bomberos de la compañía Tacna N 24 en el año 2025”

Estimado Investigador:

Hemos recibido el protocolo de investigación, que ha sido revisado en detalle. Luego de esta revisión el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud ha determinado que su proyecto de investigación está **APROBADO**

Se les solicita informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto – previsible que comprometa la integridad y bienestar del equipo de investigación durante el curso de su ejecución, estos deben ser también informados al Comité. Nos reservamos el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación sin una aprobación ética vigente es una falta grave, la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Esta aprobación tiene una duración de 12 meses a partir de la fecha de emisión de este documento. **Al término de la ejecución, el investigador deberá emitir un informe de cierre de proyecto, según los formatos del CEI.**

Sin otro particular, quedo de ustedes,



Dr. Marco A. Sánchez Tito
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Facultad de Ciencias de la Salud



UPT

Universidad Privada de Tacna

Avenida Jorge Basadre
Grohmann s/n
Campus Capanique,
Tacna, Perú
Tel: +51 52 427212
www.upt.edu.pe

Dr. Marco Antonio
Sánchez Tito
Presidente

Méd. Brayan Miranda
Chávez
Secretario Técnico

Dra. Cecilia Montesinos
Valencia
Miembro Titular

Dr. Edgar Parihuana
Travezaño
Miembro Titular

Méd. César Copaja
Corzo
Miembro Titular

Mag. Lisset Aguirre
Montesinos
Miembro Titular

Mag. Gerson Gómez
Zapana
Miembro Titular

Mag. José Tozo Burgos
Miembro Titular

Mag. Mercy Merejildo
Vera
Miembro Titular

ANEXO N° 04

**AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS DEL JEFE DE LA
VIII COMANDANCIA DEPARTAMENTAL DE BOMBEROS DE TACNA**



PERÚ

Ministerio del Interior

Cuerpo General de Bomberos
Voluntarios del PerúVIII Comandancia
Departamental -
Tacna**OFICIO N° 002-2026-CGBVP/VIII CD TACNA**

Tacna, 09 de enero del 2026

SEÑORA (ITA)
GABRIELA GIULIANA VARGAS ZEGARRA
TACNA. -

De mi consideración:

Mediante el presente expreso mi cordial saludo, de acuerdo a la solicitud presentada para la ejecución de su proyecto de tesis titulado "EXPOSICION A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICION DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRONICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑIA TACNA N° 14 EN EL AÑO 2025".

Esta VIII CD-TACA Autoriza la ejecución correspondiente para la realización de la Tesis mencionada líneas arriba.

Sin otro particular,

Atentamente,

COMANDO EN JEFE
COMANDANTE DE LA COMANDANCIA DEPARTAMENTAL TACNA

ANEXO N° 05**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Con el debido respeto, me presento ante usted, mi nombre es Gabriela Giuliana Vargas Zegarra, estudiante de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada de Tacna. En la actualidad me encuentro realizando un trabajo de investigación titulado “EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”, cuyo objetivo es detectar las enfermedades respiratorias crónicas que podrían padecer los bomberos a causa de la exposición al humo de incendio, ello permitirá identificar los factores relacionados a su presentación y las medidas a implantar para disminuir su presentación. Para ello quisiera contar con su colaboración. El proceso consiste en la aplicación de un cuestionario y un estudio de espirometría a ser costado por mi persona.

Gracias por su colaboración.

Atte.,

Gabriela Giuliana Vargas Zegarra

Yo con número de DNI
autorizo desarrollar el trabajo de investigación titulado: “EXPOSICIÓN A HUMOS DE INCENDIO COMO FACTOR DE RIESGO QUE FAVORECE LA APARICIÓN DE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA Y ASMA BRONQUIAL EN BOMBEROS DE LA COMPAÑÍA TACNA N° 24 EN EL AÑO 2025”, llevado a cabo por la estudiante Gabriela Vargas Zegarra de la Escuela Profesional de Medicina Humana de la Universidad Privada de Tacna, para ello:

- He leído la información brindada en este documento.
- Me han informado acerca de los objetivos del estudio, los procedimientos y lo que se espera de mí.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y todas han sido respondidas adecuadamente.
- Considero que comprendo toda la información proporcionada acerca de este estudio.

- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones.
- Al firmar este documento, acepto participar del estudio. No estoy renunciando a ningún derecho.
- Entiendo que recibiré una copia firmada y con fecha de este documento.

Firma:

Fecha: