

CONDICIÓN FÍSICA EN BOMBEROS Y SU EVALUACIÓN: REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA



**GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
CURSO ACADÉMICO 2024-2025
ALUMNO: JAVIER MATESANZ MARTÍN
TUTOR: ADOLFO ARACIL MARCO**

Índice

1. RESUMEN.....	3
2. CONTEXTUALIZACIÓN.....	4
3. PROCEDIMIENTO.....	5
4. RESULTADOS.....	7
4.1. Capacidad cardiorrespiratoria (VO ₂ max).....	7
4.2. Fuerza del tren inferior.....	7
4.3. Fuerza del tren superior.....	8
4.4. Estabilidad del core.....	8
4.5. Composición corporal.....	8
5. DISCUSIÓN.....	21
6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	23
7. CONCLUSIÓN.....	23
8. BIBLIOGRAFÍA.....	24
9. ANEXOS.....	26



1. RESUMEN

La profesión de bombero conlleva una elevada demanda física y fisiológica, especialmente en situaciones de emergencia que requieren fuerza, resistencia y eficiencia motriz bajo condiciones extremas. En este contexto, resulta esencial conocer qué componentes de la condición física inciden de manera más directa en el rendimiento operativo del bombero, así como identificar herramientas de evaluación válidas, prácticas y aplicables en entornos reales de trabajo.

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión bibliográfica de los estudios más recientes sobre la condición física de los bomberos, centrándose en variables clave como la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza del tren inferior y superior, la estabilidad del core y la composición corporal. Además, se propuso identificar alternativas al CPAT que resulten viables para la evaluación física en contextos con recursos limitados.

Según indica la metodología PRISMAS se analizaron 14 artículos científicos que coinciden en señalar al VO_{2max} como el predictor más robusto del rendimiento funcional. Se identificaron pruebas submáximas como el test de caminata de 6 minutos, el Chester Step Test y la prueba piramidal de 3 minutos como métodos válidos para estimar la capacidad aeróbica. También se destaca la utilidad de test submáximos de fuerza y ejercicios de estabilización del core para valorar y mejorar el rendimiento sin necesidad de equipamiento complejo.

Como propuesta práctica, se plantea un programa de entrenamiento híbrido de alta intensidad, que combina trabajo cardiovascular, de fuerza funcional y simulación de intervención mediante el uso de lastre, adaptado a la realidad física del trabajo del bombero.

Palabras clave:

bombero, condicion fisica, test, CPAT

1. ABSTRACT

The firefighting profession entails high physical and physiological demands, especially in emergency situations that require strength, endurance, and motor efficiency under extreme conditions. In this context, it is essential to identify which components of physical fitness most directly influence firefighters' operational performance, as well as to determine valid, practical, and applicable assessment tools for real-world work environments.

The aim of this study was to conduct a literature review of the most recent research on firefighters' physical fitness, focusing on key variables such as cardiorespiratory fitness, lower and upper body strength, core stability, and body composition. Additionally, the review aimed to identify viable alternatives to the CPAT for physical evaluation in settings with limited resources.

According to the PRISMAS methodology, 14 scientific articles were analyzed, all of which concur in identifying VO_{2max} as the most robust predictor of functional performance. Submaximal tests such as the 6-minute walk test, the Chester Step Test, and the 3-minute pyramid test were identified as valid methods for estimating aerobic capacity. The usefulness of submaximal strength tests and core stabilization exercises for assessing and improving performance without the need for complex equipment was also highlighted.

Keywords:

Firemen, firefighter, fitness, test, CPAT

2. CONTEXTUALIZACIÓN

La profesión de bombero presenta unas demandas fisiológicas y psicológicas muy altas debido a las tareas a las que se enfrentan, como intervenciones en incendios, rescates y situaciones de emergencia. A diferencia de la mayoría de profesiones, la condición física de un bombero puede determinar el fracaso o el éxito de una operación y en algunos casos, la vida o la muerte. Por esta razón es indispensable que los bomberos mantengan un nivel óptimo de condición física, no solo por su salud y bienestar sino para garantizar su seguridad y la de sus compañeros.

Actividades como el transporte de víctimas, la manipulación de equipos pesados y la exposición a condiciones extremas requieren altos niveles de resistencia cardiovascular, fuerza muscular y agilidad. Todas estas exigencias unidas a que para protegerse del peligro durante la extinción de incendios se usa un equipo de 22 a 30 kg, aumenta la ingesta de oxígeno (VO_2) de 0,8 a 1,2 L/min y aumenta la frecuencia cardíaca máxima entre un 90 % y un 99 %. Se han registrado frecuencias cardíacas superiores al 95% del máximo, tasas de consumo de oxígeno cercanas al VO_{2max} y una activación significativa del eje simpático suprarrenal durante la lucha contra incendios, lo que demuestra el estrés fisiológico significativo que se produce durante estas tareas. (Sheaff et al., 2010)

Estudios previos han demostrado riesgos cardiovasculares significativos en bomberos y que sufren eventos cardiovasculares, especialmente en servicio (Sheaff et al., 2010). Por lo tanto, se considera que una aptitud cardiorrespiratoria adecuada tiene un efecto protector en la reducción de complicaciones cardiovasculares. Actualmente, las muertes cardíacas súbitas representan entre el 40 % y el 50 % de las muertes relacionadas con el trabajo de bomberos, para las cuales la aptitud aeróbica inadecuada y la obesidad se establecen como factores de riesgo. (Fyock-Martin et al., 2020)

Para garantizar que una persona pueda estar preparada para las labores que deben desempeñar mientras ejercen la profesión se han desarrollado numerosas pruebas de aptitud físicas, entre la que destaca la CPAT. Según lo sugerido por la Agencia Nacional de Protección contra Incendios (NFPA), la Prueba de Capacidad Física del Candidato (CPAT) de la IAFF/IAFC se utiliza actualmente en varios departamentos de Estados Unidos y Canadá como una forma de evaluar y filtrar las capacidades/limitaciones físicas de los candidatos antes de la contratación. La prueba CPAT utiliza un tiempo de aprobado/reprobado de 10 minutos y 20 segundos para completar una prueba de ocho eventos que incluye subir escaleras, elevar/extender escaleras, arrastrar mangueras, llevar equipo, entrada forzada, búsqueda, arrastre de rescate y tirar del techo, mientras se usa un chaleco lastrado de 50 lb (22,7 kg). La base del CPAT está bien establecida en una extensa literatura sobre las exigencias físicas de la lucha contra incendios. Durante tareas de lucha contra incendios reales y simuladas, los investigadores han medido una frecuencia cardíaca (FC) elevada. Además, durante tareas simuladas de lucha contra incendios, la medición directa del consumo de oxígeno (VO_2) o FC, así como las concentraciones elevadas de lactato sanguíneo después de la tarea, han confirmado la naturaleza extenuante de las mismas. (Williams-Bell et al., 2009).

Según un estudio, las medidas de aptitud anaeróbica y cardiovascular predicen mejor el rendimiento general de la CPAT y el rendimiento de la tarea individual (Sheaff et al., 2010). Este estudio proporciona evidencia de que múltiples componentes de la aptitud física se asocian con un mejor rendimiento en actividades simuladas en el lugar del incendio. Los hallazgos sugieren que la resistencia cardiovascular y la resistencia muscular fueron los predictores más sólidos para completar dichas tareas rápidamente.

Los investigadores abogan por que los bomberos desarrollen y mantengan la aptitud aeróbica relacionada con el trabajo, medida por el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) de al menos 45,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (Gledhill y Jamnik 1992). Posteriormente, en respuesta a la Decisión Meiorin de la Corte Suprema de Canadá de 1999, el VO_{2max} relacionado con el trabajo mínimo aceptable para los solicitantes de bomberos se revisó a 42,5 mL·kg⁻¹·min⁻¹ para garantizar que el estándar de aptitud aeróbica relacionada con el trabajo no fuera discriminatorio para los bomberos titulares que eran

mujeres (de todas las edades) y hombres mayores de 50 años (Jamnik et al. 2013). Este estándar de aptitud aeróbica relacionada con el trabajo de los bomberos, permite una capacidad de reserva del 10 al 15 % que ofrece a los bomberos un margen de seguridad al realizar las tareas laborales críticas más exigentes físicamente (Gledhill y Jamnik 1992) y garantiza que sean físicamente capaces de realizar cualquier tarea laboral de emergencia de manera segura y eficiente (Smith 2011). (Hancock et al., 2023). Por lo tanto, los aspirantes a bomberos estructurales rutinariamente tienen su VO_{2max} estimado usando pruebas de aptitud física submáximas. Las pruebas submáximas son menos costosas y más fáciles de administrar, lo que hace que sean más prácticas de implementar (Dolezal et al. 2015). (Hancock et al., 2023).

El gran problema que presenta el CPAT es que requiere de un espacio de 900m² y una gran inversión de materiales para su creación, algo de lo que no todos los profesionales del deporte pueden disponer, por ello , y viendo la importancia de esta aptitud mientras se ejercen tareas de la profesión, se hace necesario la búsqueda de diferentes tests para medir esta condición y que así cualquier profesional disponga de una batería grande de tests para poder utilizar el que mejor le convenga según su propósito y contexto.

Hay cierto interés en revisiones que evalúan las diferentes capacidades de los bomberos más recientemente como por ejemplo esta sobre la importancia de la movilidad de Tochiara et al., (2022).

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica es analizar la importancia de la condición física necesaria en el desempeño operativo de los bomberos, identificar los componentes fisiológicos más determinantes, y conocer los métodos de evaluación existentes que permitan valorar de forma válida y fiable su preparación física. Por otro lado, se pretende destacar alternativas al CPAT (Candidate Physical Ability Test) que sean más accesibles y aplicables en contextos donde los recursos y el espacio son limitados, facilitando así para los profesionales del gremio la implementación de herramientas de control y mejora del estado físico en diferentes cuerpos de bomberos.

3. PROCEDIMIENTO

El proceso de revisión sistemática llevado a cabo para esta revisión bibliográfica se ha desarrollado siguiendo las directrices de la guía PRISMA (Page et al., 2021), reconocida como un estándar de referencia para garantizar la calidad y la transparencia en los informes de revisiones sistemáticas y metaanálisis. La elección de esta metodología responde a la necesidad de adherirse a un protocolo estructurado que asegure la rigurosidad del análisis. En los apartados siguientes se describirán detalladamente las etapas del proceso, alineadas con los criterios específicos establecidos por esta guía.

La búsqueda bibliográfica se realizó en la base de datos “PubMed”. Las palabras clave que se utilizaron fueron “firemen”, “firefighter” y “fitness test”. En una primera búsqueda genérica se encontraron 221 artículos. Las combinaciones fueron “Firemen” AND “Fitness test”; y “Firefighter” AND “Fitness test”. Estas búsquedas se realizaron el 22 de abril de 2025.

Los ítems de selección que también se nombran más adelante según se vaya haciendo la criba son los siguientes: a) Artículos o estudios en inglés; b) que se encuentren publicados entre los últimos diez años; c) que sea publicación académica; y, d) cuyo texto completo esté disponible para cualquier tipo de persona interesada. Tras esta criba quedaron 60 artículos.

A partir de aquí empezó una criba más específica. Aquellos cuyos títulos no incluían las palabras que se buscaban y la temática no estaba relacionada con el objetivo de la revisión, fueron descartados. De esta criba resultaron 21 artículos a revisar.

Tras leer el abstract o resumen de estos 21 artículos encontrados se tuvo que eliminar un total de 7 artículos por la poca o nula relación que tenían con el tema objeto de trabajo, quedándonos con un total de 14 artículos finales a revisar en su totalidad.

Finalmente, tras la lectura total de estos 14 artículos y teniendo todos los ítems claros, se utilizaron estos 14 artículos para la síntesis cualitativa. Entre estos artículos finales y algunos de los desechados se dio estructura a la contextualización y a la propuesta de intervención.

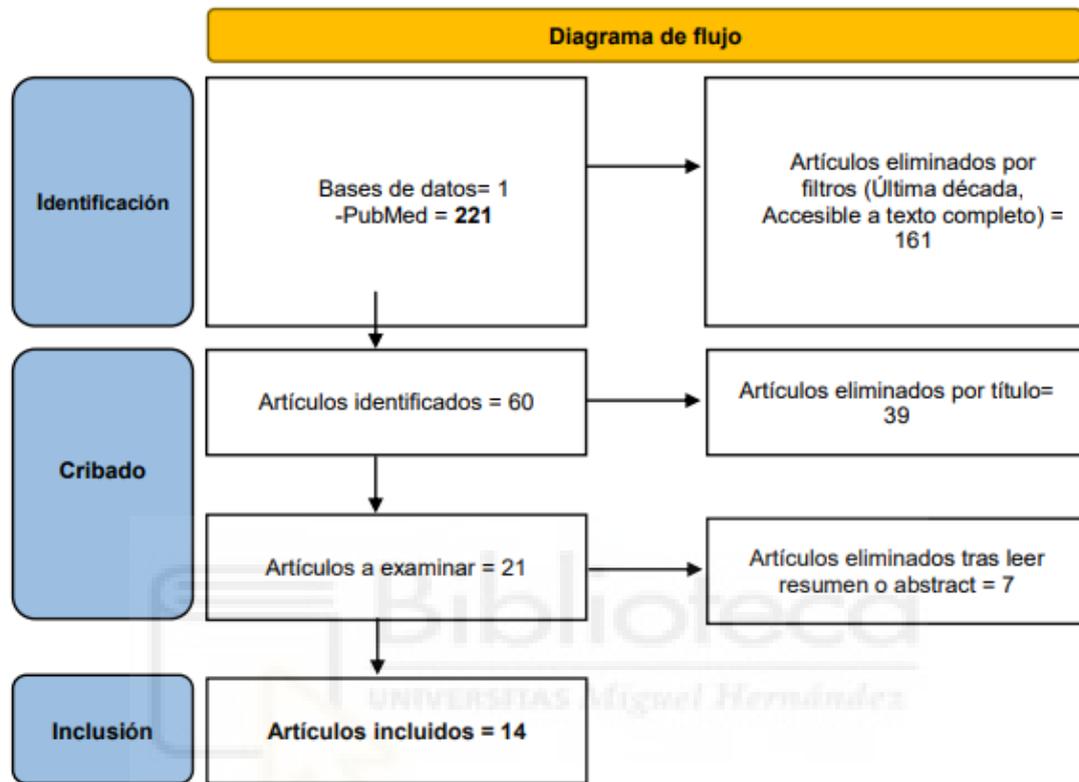


Figura 1: Diagrama de flujo de acuerdo a las directrices PRISMA

Este TFG obtuvo la autorización de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche (COIR: TFG.GAF.AAM.JMM.250225). Anexo 1.

4. RESULTADOS

La tabla 1 resume los principales estudios incluidos en la presente revisión bibliográfica. En ella se recogen de forma estructurada aspectos clave de cada investigación, como los objetivos, la muestra, la metodología empleada, los resultados obtenidos y las conclusiones principales. Esta síntesis permite comparar los enfoques utilizados por distintos autores y facilita la identificación de patrones comunes en relación con la condición física de los bomberos y su impacto en el rendimiento funcional.

En este apartado se presentan los principales hallazgos extraídos de los 14 artículos incluidos en la revisión, organizados por variables fisiológicas clave que han demostrado tener una relación directa con el rendimiento funcional de los bomberos. Se ha optado por agrupar los contenidos de los estudios según los componentes más evaluados: capacidad cardiorrespiratoria (VO_{2max}), fuerza del tren inferior, fuerza del tren superior, estabilidad del core y composición corporal. Esta organización permite ofrecer una visión comparada y más coherente de las metodologías y conclusiones aportadas por la literatura reciente.

4.1. Capacidad cardiorrespiratoria (VO_{2max})

La aptitud cardiorrespiratoria ha sido la variable más estudiada en los artículos revisados, ya que representa un factor clave para afrontar las demandas fisiológicas del trabajo de bombero. En varios estudios, el VO_{2max} ha sido medido directamente mediante pruebas máximas (como el protocolo de Bruce o cinta rodante) o estimado mediante pruebas submáximas.

Donahue et al. (2024) compararon tres pruebas para estimar la capacidad aeróbica: el test de caminata de 6 minutos (6MWT), el protocolo submáximo de Gerkin y el protocolo de Bruce (medición directa). Se observó que el 6MWT subestimó el VO_{2max} real ($31.57 \pm 7.84 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ vs. $38.10 \pm 8.84 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), mientras que el protocolo de Gerkin tendía a sobreestimarlo. Aun así, el 6MWT mostró una correlación moderada con el VO_{2max} real ($r = 0.437$), siendo una herramienta válida y práctica para entornos con recursos limitados.

Otros estudios utilizaron el VO_{2max} como variable predictiva del rendimiento. Chizewski et al. (2021) hallaron que esta variable explicaba un 22.4% y un 39.3% de la variación en el rendimiento de tareas funcionales en bomberos al inicio y tras siete semanas de academia, respectivamente. Ten Siethoff et al. (2022) también reportaron que el VO_{2max} era uno de los predictores más importantes del rendimiento en tareas simuladas, explicando hasta el 69% de la varianza.

Por su parte, Mendelson et al. (2023) demostraron que el VO_{2max} medido mediante protocolo máximo en cinta se correlacionaba de forma negativa con el porcentaje de grasa corporal, mostrando que una menor eficiencia cardiorrespiratoria se relaciona con una peor composición corporal.

Finalmente, White et al. (2024) evaluaron el Chester Step Test (CST) como estimación del VO_{2max} en bomberos del Reino Unido, encontrando una correlación positiva significativa con la medición directa ($r = 0.61$), lo que apoya su validez como alternativa submáxima.

4.2. Fuerza del tren inferior

La fuerza del tren inferior es fundamental para tareas como el ascenso de escaleras, levantamiento de cargas o arrastre de víctimas. Esta capacidad ha sido evaluada mediante pruebas directas (1RM) o submáximas (salto vertical, sentadillas estimadas). White et al. (2024) validaron el uso de una prueba submáxima de sentadilla trasera utilizando sensores ópticos para estimar el 1RM, encontrando una correlación casi perfecta con la prueba máxima ($r = 0.99$). Esta metodología ofrece una alternativa segura y válida para evaluar la fuerza sin someter a los participantes a esfuerzos máximos. Por otro lado, Beitia et al. (2022) emplearon el test de salto vertical como uno de los predictores del rendimiento en una prueba de aptitud física, hallando una correlación negativa significativa entre la potencia del tren inferior y el tiempo total de la prueba ($r = -0.73$). Por su parte,

Ten Siethoff et al. (2022) incluyeron el peso muerto con barra hexagonal como uno de los indicadores de fuerza útil para predecir tareas ocupacionales, integrado dentro de su batería de pruebas.

4.3. Fuerza del tren superior

La fuerza del tren superior ha sido valorada principalmente a través de la fuerza de agarre, tracciones, press de banca o flexiones. Estas capacidades son relevantes para tareas como el levantamiento de escaleras, transporte de herramientas o uso de mangueras. Beitia et al. (2022) encontraron que la fuerza de agarre se correlacionaba de forma significativa con el rendimiento en la PAT ($r = -0.71$). Ras et al. (2024) también reportaron que la fuerza de agarre tenía una relación inversa significativa con el tiempo de ejecución en una prueba funcional ocupacional. Por otro lado, Chizewski et al. (2021) incluyeron ejercicios de flexiones y press de banca dentro de la batería de evaluación física, observando que estos se correlacionaban con el rendimiento global en tareas ocupacionales simuladas. Por último, cabe destacar que, aunque White et al. (2024) se centraron más en tren inferior, también señalan que la fuerza total se correlaciona con el rendimiento funcional, validando el uso de pruebas indirectas para estimar fuerza sin riesgo de lesión.

4.4. Estabilidad del core

El trabajo del core resulta esencial para la transferencia de fuerza, la eficiencia de movimiento y la prevención de lesiones. Sin embargo, solo un estudio en la revisión abordó esta variable de forma específica. En el estudio de Maxwell et al. (2024) evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento de estabilización del core sobre el rendimiento en la CPAT. Tras cuatro semanas de intervención, los participantes mejoraron significativamente su tiempo de ejecución (reducción media de 43.8 s; $p < 0.001$), sin que se produjeran cambios significativos en el IMC ni en la percepción subjetiva del esfuerzo. Esto sugiere que el fortalecimiento del core mejora la eficiencia general del movimiento sin alterar otras variables fisiológicas.

4.5. Composición corporal

La composición corporal se ha vinculado de forma clara con el rendimiento y el riesgo de lesión. Varios estudios han analizado esta variable, generalmente a través del porcentaje de grasa corporal, IMC o perímetros. Mendelson et al. (2023) demostraron que una mayor proporción de grasa corporal se asociaba negativamente con el tiempo sostenido por encima del 85% de la frecuencia cardíaca máxima durante una prueba de esfuerzo. En otras palabras, los bomberos con más grasa corporal presentaban menor capacidad de mantener esfuerzos intensos. Ras et al. (2024) observaron que el índice de masa corporal elevado y el exceso de grasa afectaban negativamente al rendimiento en la prueba de tareas ocupacionales, al tiempo que se relacionaban con mayor prevalencia de molestias musculoesqueléticas. Maxwell et al. (2024), en su intervención de entrenamiento de core, no observaron diferencias significativas en el IMC tras 4 semanas, lo cual sugiere que este tipo de intervención mejora el rendimiento funcional sin necesidad de modificar la composición corporal en el corto plazo.

En conjunto, los resultados analizados confirman que la condición física del bombero está determinada por múltiples factores interrelacionados, siendo la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza funcional, la estabilidad del core y la composición corporal los más relevantes. Además, se ha evidenciado que existen pruebas válidas y accesibles para la evaluación de estas capacidades, lo que permite una valoración precisa incluso en contextos con limitaciones de espacio y recursos. Estos hallazgos sientan las bases para diseñar programas de entrenamiento y evaluación adaptados a las exigencias reales del entorno operativo.

Tabla 1: Artículos incluidos en la revisión sistemática

Autor y año	Objetivo	Muestra	Metodología	Resultados	Conclusiones
Lockie et al., 2023	Analizar la relación entre la velocidad de cambio de dirección (COD) medida mediante el Illinois Agility Test (IAT) y diversas capacidades físicas en bomberos en formación, para comprender su impacto en el rendimiento ocupacional.	n*= 292 bomberos	Estudio observacional retrospectivo utilizando datos archivados. Se realizaron pruebas físicas como el IAT, flexiones, dominadas, leg tucks, test de VO_{2max} estimado, lanzamiento de balón medicinal (BOMBT), peso muerto 10RM y farmer's carry. Se aplicaron t-tests para comparar por sexo, correlaciones parciales controlando por sexo y regresión lineal escalonada para identificar predictores del IAT.	Los hombres superaron significativamente a las mujeres en todas las pruebas ($p \leq 0.002$). El IAT se correlacionó significativamente con todas las pruebas físicas ($r = \pm 0.138-0.439$, $p \leq 0.019$). Los predictores significativos del IAT fueron el sexo, VO_{2max} estimado, peso muerto 10RM, BOMBT y farmer's carry, explicando un 39% de la varianza ($R^2 = 0.398$).	Una mejor condición física general se asocia con un mejor rendimiento en el IAT. Mejorar la fuerza muscular (peso muerto 10RM), la potencia total del cuerpo (BOMBT) y la capacidad metabólica (VO_{2max} estimado y farmer's carry) podría mejorar la velocidad de cambio de dirección en bomberos en formación.
Donahue et al., 2024	Evaluar la validez del test submáximo de caminata de 6 minutos (6MWT) para estimar la capacidad aeróbica en bomberos, comparado con el protocolo de Gerkin y Bruce.	n=24 bomberos (5 mujeres)	Estudio de medidas repetidas intra-sujeto. Los bomberos realizaron: 6MWT (en pasillo de 30 m), protocolo de Gerkin (submáximo en cinta), y protocolo de Bruce (VO_{2max} real).	<ul style="list-style-type: none"> - El 6MWT subestimó el VO_{2max} medido (31.57 vs. 38.10 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, -17%). - Gerkin sobreestimó ligeramente (40.48 vs. 38.10 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, +6%). - Correlación: $r = 0.437$ (6MWT vs medido), $r = 0.719$ (Gerkin vs medido). 	Aunque el 6MWT subestima el VO_{2max} , mostró equivalencia estadística con los métodos estándar. Su simplicidad lo hace útil para evaluar la condición física en estaciones con recursos limitados. Se sugiere como herramienta de seguimiento en programas de bienestar.

<p>Cho et al., 2022</p>	<p>El estudio tuvo como objetivo adaptar y validar una versión modificada del Candidate Physical Ability Test (CPAT) estadounidense para evaluar la aptitud física relacionada con el trabajo de los bomberos en Corea. Se buscó determinar la validez de esta prueba modificada comparándola con medidas fisiológicas y con la prueba de aptitud física actualmente en uso en Corea.</p>	<p>n= 28 oficiales de bomberos</p>	<p>Se diseñó una prueba de aptitud física relacionada con el trabajo, adaptada del CPAT, para ajustarse a las condiciones y limitaciones de Corea. La batería de pruebas incluyó ejercicios como burpees, arrastre y tiro de manguera, transporte de equipo, lanzamiento de balón medicinal, remo invertido, empuje de trineo, paso por túnel, arrastre de víctima y una carrera de lanzadera de 400 metros. Además, se realizaron mediciones fisiológicas, incluyendo consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) utilizando un analizador de gases portátil, pruebas de potencia anaeróbica mediante el test de Wingate y análisis de lactato en sangre en diferentes momentos (en reposo, inmediatamente después de la prueba, y a los 5 y 15 minutos de recuperación) Los resultados de la prueba modificada se compararon con los de la prueba de</p>	<p>La prueba de aptitud física modificada mostró correlaciones significativas con diversas medidas fisiológicas y de rendimiento: VO_{2max} ($r = -0.450, p < 0.05$) Equivalentes metabólicos (METS) ($r = -0.735, p < 0.01$) Lactato en sangre a los 15 minutos de recuperación ($r = -0.460, p < 0.05$) Potencia máxima anaeróbica ($r = -0.484, p < 0.05$) Potencia media anaeróbica ($r = -0.647, p < 0.01$) En comparación con la prueba de aptitud física actual en Corea, se encontraron correlaciones significativas con: Fuerza de agarre ($r = -0.703, p < 0.01$) Fuerza lumbar ($r = -0.681, p < 0.01$) Salto largo ($r = -0.618, p < 0.01$) Abdominales ($r = -0.397, p < 0.05$) Carrera de lanzadera ($r = -0.523, p < 0.01$) No se encontró correlación</p>	<p>La versión modificada de la prueba de aptitud física relacionada con el trabajo para bomberos en Corea demostró ser una herramienta válida para evaluar la aptitud física específica del trabajo. Las correlaciones significativas con medidas fisiológicas clave y con la prueba de aptitud física actualmente en uso respaldan su utilidad. Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales con muestras más amplias y diversas para generalizar los hallazgos y optimizar la batería de pruebas.</p>
-------------------------	---	------------------------------------	---	--	---

			<p>aptitud física actualmente utilizada en Corea, que incluye mediciones de fuerza de agarre, fuerza lumbar, salto largo, abdominales y carrera de lanzadera.</p>	<p>significativa con la prueba de flexibilidad (sit and reach).</p>	
<p>Chizewski et al., 2021</p>	<p>El estudio tuvo como objetivo investigar la relación entre la condición física y la capacidad para realizar tareas de extinción de incendios en reclutas de bomberos. Se buscó determinar cómo diferentes componentes de la aptitud física (resistencia cardiovascular, fuerza muscular, flexibilidad y potencia) se correlacionan con el rendimiento en tareas específicas de extinción de incendios.</p>	<p>n= 89 bomberos</p>	<p>Se evaluó la condición física y la capacidad para realizar tareas de extinción de incendios en las semanas 1 y 7 de la academia. Evaluaciones de condición física: -Carrera de 1.5 millas -Repeticiones de abdominales y flexiones en 60 segundos. -Prueba de press de banca de la YMCA -Salto vertical -Prueba de flexibilidad "sit-and-reach" Evaluación de capacidad para tareas de extinción de incendios: Se utilizó el Academy Firefighting Challenge (AFC), una prueba de seis eventos que simula tareas reales de extinción de incendios, incluyendo: entrada forzada, rastreo con equipo de</p>	<p>Se observó una mejora significativa en la condición física y el rendimiento en tareas de extinción de incendios entre las semanas 1 y 7. La resistencia cardiovascular explicó el 22.4% y 39.3% de la variabilidad en el rendimiento en tareas de extinción de incendios en las semanas 1 y 7, respectivamente. La resistencia muscular explicó un 19.0% adicional en la semana 1 y un 6.3% en la semana 7. La flexibilidad y la potencia no mostraron una asociación significativa con el rendimiento en tareas de extinción de incendios. El índice de masa corporal (IMC) y la edad no se correlacionaron significativamente con el</p>	<p>El estudio concluye que una mayor aptitud física, especialmente en términos de resistencia cardiovascular y muscular, se asocia con un mejor rendimiento en tareas de extinción de incendios. Se recomienda que los departamentos de bomberos implementen programas de entrenamiento físico enfocados en mejorar estos componentes para optimizar el desempeño laboral y la salud general de los bomberos.</p>

			respiración autónoma (SCBA), arrastre de víctima, avance de manguera, transporte de equipo y levantamiento de escalera. Los participantes realizaron estas tareas con el equipo completo de protección personal, incluyendo SCBA, con un peso total aproximado de 20.4 kg (45 libras).	rendimiento en las tareas evaluadas.	
Lockie et al., 2022	El estudio tuvo como propósito evaluar si la participación en una clase de entrenamiento físico específica mejora el rendimiento de los candidatos a bombero en el Biddle Physical Ability Test (BPAT), una prueba utilizada comúnmente para medir la preparación física de aspirantes a puestos de bombero estructural en los Estados Unidos. Se pretendía comparar el desempeño y la tasa de aprobación entre quienes participaron en el curso y quienes no lo hicieron.	n=32 (2 mujeres)	Los participantes fueron divididos en dos grupos: quienes realizaron el curso de preparación física y quienes no. Se analizaron los resultados obtenidos por cada grupo en el Biddle Physical Ability Test, el cual simula tareas comunes del trabajo de bombero (como arrastre de manguera, escalada de escaleras, arrastre de víctimas, etc.). Se registraron los tiempos de ejecución y el éxito en completar la prueba (pasan/fallan).	Todos los participantes que completaron la clase de entrenamiento aprobaron el BPAT. En cambio, del grupo que no realizó el curso, 23 de los 26 aprobaron la prueba. Los 3 que fallaron no habían recibido la preparación. Además, los tiempos promedio de ejecución fueron mejores entre los que realizaron el entrenamiento, aunque con una diferencia no estadísticamente significativa, posiblemente debido al pequeño tamaño muestral.	La participación en la clase de entrenamiento parece estar asociada con una mayor tasa de aprobación en el BPAT. Aunque las diferencias en los tiempos de ejecución no fueron estadísticamente significativas, el hecho de que todos los participantes entrenados aprobaran la prueba sugiere que este tipo de programas puede ser beneficioso para preparar físicamente a los candidatos a bombero. Se recomienda realizar estudios adicionales con muestras más amplias para confirmar estos hallazgos.
Kim et	El estudio tuvo como	El estudio se	El estudio se estructuró en	Validez: La KFPB mostró una	La KFPB es una herramienta

al., 2023	propósito desarrollar y validar la Korean Firefighter Performance Battery (KFPB), una evaluación de la aptitud física relacionada con las tareas del bombero, adaptada a las limitaciones de espacio y recursos de las estaciones de bomberos en Corea. La KFPB busca ser una alternativa eficiente al Candidate Physical Ability Test (CPAT), ampliamente utilizado en otros países pero que requiere instalaciones costosas y espacios amplios.	dividió en tres partes: -Parte 1 (Validez): n= 40 bomberos masculinos. -Parte 2 (Fiabilidad): n= 90 participantes (85 hombres y 5 mujeres). -Parte 3 (Criterios de evaluación): n= 94 participantes (89 hombres y 5 mujeres).	tres fases: -Validación: Se compararon los resultados de la KFPB con los del CPAT en términos de tiempo de finalización, consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca para establecer la validez concurrente. -Fiabilidad: Se realizaron pruebas repetidas de la KFPB para evaluar la consistencia de los resultados a lo largo del tiempo. -Criterios de evaluación: Se establecieron criterios de evaluación basados en cuartiles para clasificar el rendimiento de los participantes.	correlación significativa con el CPAT en términos de tiempo de finalización ($r^2 = 0.46$), consumo de oxígeno ($r^2 = 0.48$) y frecuencia cardíaca ($r^2 = 0.73$), indicando una buena validez concurrente. Fiabilidad: La prueba de fiabilidad test-retest arrojó un coeficiente de correlación intraclase (ICC) de 0.91, lo que indica una excelente fiabilidad. Criterios de evaluación: Se establecieron criterios basados en cuartiles, permitiendo una clasificación objetiva del rendimiento físico de los bomberos.	válida y fiable para evaluar la aptitud física relacionada con las tareas del bombero, especialmente en contextos donde la implementación del CPAT es impracticable debido a limitaciones de espacio y recursos. Su diseño compacto y económico la hace adecuada para su adopción en estaciones de bomberos coreanas, contribuyendo a mantener altos niveles de preparación física entre los bomberos y mejorando la seguridad y eficiencia en sus labores.
Nazari et al., 2018	El estudio tuvo como objetivo analizar las respuestas fisiológicas de bomberos durante tareas simuladas de extinción de incendios y establecer la relación entre parámetros de aptitud física y el	n=49 (46 hombres y 3 mujeres).	Se evaluaron los siguientes parámetros de aptitud física: Capacidad aeróbica: mediante el Modified Canadian Aerobic Fitness Test (mCAFT). Fuerza de agarre: como medida de la fuerza de la parte superior del cuerpo,	Demandas fisiológicas: Ambas tareas fueron físicamente exigentes, con frecuencias cardíacas cercanas al máximo ($\geq 88\%$ de la frecuencia cardíaca máxima). Correlaciones: Arrastre de manguera:	Las tareas simuladas de arrastre de manguera y subida de escaleras son físicamente exigentes para los bomberos. Una mayor capacidad aeróbica se asocia con un mejor rendimiento en ambas tareas, mientras que la fuerza

	rendimiento en dichas tareas.		<p>utilizando un dinamómetro calibrado.</p> <p>Fuerza de la parte inferior del cuerpo: según el protocolo de levantamiento de piso estático del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH).</p> <p>Posteriormente, los bomberos realizaron dos tareas simuladas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Arrastre de manguera -Subida de escaleras con equipo de alta presión <p>Se registraron las respuestas fisiológicas durante las tareas, incluyendo la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria y la percepción del esfuerzo.</p>	<p>-Con la capacidad aeróbica: correlación de -0.30.</p> <p>-Con la fuerza de agarre derecha: correlación de -0.25.</p> <p>Subida de escaleras:</p> <p>-Capacidad aeróbica: correlación de -0.31.</p> <p>Análisis de regresión:</p> <p>Arrastre de manguera: la edad y la fuerza de agarre derecha fueron variables predictoras significativas del tiempo de finalización.</p> <p>Subida de escaleras: la edad y la fuerza de la parte inferior del cuerpo (según NIOSH) fueron variables predictoras significativas.</p>	<p>muscular tiene una relación más específica dependiendo de la tarea. Estos hallazgos sugieren que los programas de entrenamiento para bomberos deben enfocarse tanto en mejorar la capacidad aeróbica como en desarrollar la fuerza muscular específica para optimizar el rendimiento en tareas críticas.</p>
Ten Siethoff et al., 2025	El estudio tuvo como objetivo identificar un conjunto reducido de pruebas físicas que pudieran predecir eficazmente el rendimiento en tareas simuladas de extinción de incendios. Se centró en evaluar si una prueba de capacidad laboral de 3 minutos, conocida como	n= 36 bomberos (25 hombres y 11 mujeres).	<p>Evaluación de la fuerza: se midió mediante fuerza de agarre, remo con barra y peso muerto con barra trampa elevada.</p> <p>Capacidad laboral: se evaluó utilizando una prueba piramidal de 3 minutos, realizada con y sin equipo de bombero.</p> <p>Rendimiento en tareas de</p>	<p>La prueba piramidal sin equipo explicó el 59% de la variación en el rendimiento de las tareas.</p> <p>Al incluir la masa corporal y la altura, el poder predictivo del modelo aumentó al 71%.</p> <p>Un modelo final que integraba la prueba piramidal, la masa corporal y la capacidad máxima de consumo de</p>	<p>La prueba piramidal de 3 minutos es una herramienta simple, eficiente en tiempo y que puede realizarse en estaciones para evaluar la capacidad física y laboral. Incorporar esta prueba en evaluaciones regulares puede ayudar a los bomberos a centrarse en mejorar su capacidad laboral, esencial</p>

	"prueba piramidal", podía servir como herramienta predictiva eficiente.		extinción de incendios: se evaluó mediante un curso de tareas simuladas que incluía subir escaleras, tirar de una manguera, rescate de víctimas y transporte de equipos. Se utilizaron regresiones lineales hacia atrás para derivar modelos que incorporaran los resultados de las pruebas físicas, variables demográficas y medidas de consumo de oxígeno como predictores.	oxígeno (VO_{2max}) explicó el 81% de la variación en el rendimiento. Se encontró que el VO_{2max} es el factor clave en el rendimiento de las tareas de los bomberos, explicando el 69% de la variación.	para lograr un mejor rendimiento.
Medelson et al., 2023	El estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la composición corporal y el tiempo que los bomberos pueden mantener una intensidad de ejercicio superior al 85% de su frecuencia cardíaca máxima (FCM) durante una prueba de esfuerzo en cinta rodante. Además, se evaluó la precisión de las pruebas submáximas para estimar la capacidad aeróbica máxima (VO_{2max}) en comparación con pruebas de esfuerzo máximo.	n=15 (13 hombres y 2 mujeres)	Los participantes realizaron dos pruebas de esfuerzo en cinta rodante: Prueba submáxima (WFI_sub): Diseñada para estimar el VO_{2max} sin alcanzar el esfuerzo máximo. Prueba máxima (WFI_max): Los bomberos corrieron hasta el agotamiento, superando el 85% de su FCM. Se analizaron las correlaciones entre la composición corporal y los resultados de las pruebas para determinar la relación entre estas variables.	Se encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de grasa corporal (BF%) y el VO_{2max} , así como entre el BF% y el tiempo en la prueba máxima (WFI_max). El VO_{2max} medido y el estimado no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere que las pruebas submáximas pueden ser útiles para estimar la capacidad aeróbica. Sin embargo, las pruebas submáximas podrían no captar adecuadamente la capacidad de trabajo	El estudio indica que una mayor proporción de grasa corporal se asocia con una menor capacidad aeróbica y un rendimiento reducido en pruebas de esfuerzo máximo. Aunque las pruebas submáximas pueden estimar el VO_{2max} de manera razonable, podrían no reflejar completamente la capacidad de los bomberos para realizar tareas que requieren esfuerzos intensos. Por lo tanto, es recomendable incluir evaluaciones de esfuerzo máximo en los programas de

				<p>fisiológico a intensidades superiores al 85% de la FCM.</p>	<p>evaluación física de los bomberos para obtener una visión más completa de su preparación física.</p>
<p>McKinn ey et al., 2021</p>	<p>El estudio tuvo como objetivo identificar qué medidas de composición corporal (CC) se correlacionan mejor con la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) en bomberos y desarrollar un modelo para estimar con precisión la ACR en comparación con métodos tradicionales.</p>	<p>n=52</p>	<p>Composición corporal: Se midieron el índice de masa corporal (IMC), la circunferencia de cintura (CC) y el porcentaje de grasa corporal (PGC) mediante absorciometría dual de rayos X (DXA). Aptitud cardiorrespiratoria: Se estimó el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) utilizando una máquina de remo y se midió directamente mediante calorimetría indirecta en una prueba de esfuerzo en cinta rodante. Análisis estadístico: Se realizaron correlaciones univariadas y análisis multivariado para evaluar las relaciones entre las medidas de CC y la ACR.</p>	<p>Correlaciones: El PGC mostró la mejor correlación con el VO_{2max}, mientras que el IMC tuvo una correlación más débil. Clasificación de obesidad: Las medidas tradicionales como el IMC y la CC no coincidieron consistentemente en la clasificación de obesidad, especialmente en individuos con obesidad moderada. Modelo predictivo: Un análisis multivariado que incorporó varias variables mejoró la estimación del VO_{2max} ($R^2 = 0.70$).</p>	<p>Las medidas tradicionales de composición corporal, como el IMC, pueden no ser las más adecuadas para evaluar la aptitud física en bomberos. El uso de tecnologías más sofisticadas, como la DXA, junto con modelos predictivos multivariados, puede proporcionar una evaluación más precisa de la ACR. Esto es crucial para garantizar la seguridad y eficacia en las operaciones de extinción de incendios.</p>
<p>Ras et al., 2024</p>	<p>El estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre el rendimiento en tareas específicas del trabajo</p>	<p>n=282</p>	<p>Diseño: Estudio transversal. Evaluaciones: Aptitud física: Se midieron la capacidad cardiorrespiratoria,</p>	<p>Aptitud física: los bomberos con mejor aptitud física completaron las tareas más rápidamente.</p>	<p>El estudio concluye que mejorar la aptitud física, mantener una buena salud cardiovascular y prevenir</p>

	<p>de bombero y las medidas de aptitud física, salud cardiovascular (CVH) y salud musculoesquelética (MSH). Se buscó determinar cómo estos factores influyen en la capacidad de los bomberos para realizar tareas operativas exigentes.</p>		<p>fuerza muscular, resistencia, flexibilidad y composición corporal.</p> <p>Salud cardiovascular (CVH): Se evaluaron factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial.</p> <p>Salud musculoesquelética (MSH): Se recopilaron datos sobre lesiones musculoesqueléticas y molestias mediante cuestionarios validados.</p> <p>Rendimiento ocupacional: Se utilizó una prueba de capacidad física (PAT) que incluía tareas como arrastre de mangueras, rescate de víctimas, entradas forzadas y ascenso de escaleras.</p> <p>Los datos se recopilaron mediante cuestionarios diseñados por los investigadores y mediciones físicas estandarizadas.</p>	<p>Salud cardiovascular: Una mejor salud cardiovascular se asoció positivamente con un mejor rendimiento en las tareas ocupacionales.</p> <p>Salud musculoesquelética: Los bomberos con menos lesiones y molestias musculoesqueléticas mostraron un mejor rendimiento en las tareas específicas del trabajo.</p>	<p>lesiones musculoesqueléticas son esenciales para optimizar el rendimiento en tareas específicas del trabajo de bombero. Se recomienda la implementación de programas de entrenamiento físico y estrategias de prevención de lesiones para mejorar la preparación y seguridad de los bomberos en el desempeño de sus funciones.</p>
Beitia et al., 2022	<p>El estudio tuvo como objetivo evaluar en qué medida los parámetros de aptitud anaeróbica y los</p>	n=14	<p>Evaluaciones de aptitud anaeróbica:</p> <p>-Fuerza de agarre (HG) mediante dinamometría.</p>	<p>Correlaciones significativas:</p> <p>-Fuerza de agarre (HG): $r = -0.71, p < 0.01$.</p> <p>-Potencia en salto vertical</p>	<p>El rendimiento en la Prueba de Aptitud Física de los bomberos está fuertemente influenciado por la aptitud</p>

	niveles de fortaleza mental pueden predecir el rendimiento de los bomberos en la Prueba de Aptitud Física (PAT), que simula tareas ocupacionales reales. Se buscó desarrollar un modelo predictivo basado en estas variables.		<ul style="list-style-type: none"> -Potencia máxima en salto vertical (VJAPP). -Potencia absoluta en la prueba de Margaria-Kalamen (MKAP). -Prueba de carrera de 300 yardas (300YD). Evaluaciones de fortaleza mental: <ul style="list-style-type: none"> -Inventario de Fortaleza Mental para Entrenamiento Militar (MTMTI). -Cuestionario de Fortaleza Mental Deportiva (SMTQ). Se utilizó análisis de regresión múltiple hacia atrás para identificar los mejores predictores del rendimiento en la PAT.	(VJAPP): $r = -0.73$, $p < 0.01$. -Potencia en Margaria-Kalamen (MKAP): $r = -0.75$, $p < 0.01$. -Prueba de 300 yardas (300YD): $r = 0.60$, $p < 0.05$. Modelo predictivo: Los parámetros de aptitud anaeróbica explicaron el 78% de la variación en los tiempos de la PAT ($R^2 = 0.786$). La fortaleza mental, medida por MTMTI y SMTQ, no mostró correlaciones significativas con el rendimiento en la PAT.	anaeróbica, especialmente por la potencia en salto vertical y la velocidad en la carrera de 300 yardas. La fortaleza mental, en este estudio, no fue un predictor significativo del rendimiento en la PAT. Se recomienda que los programas de entrenamiento para bomberos se centren en mejorar la capacidad anaeróbica para optimizar el rendimiento en tareas ocupacionales exigentes.
Hart et al., 2024	El estudio evaluó la validez de dos pruebas submáximas comúnmente utilizadas en bomberos del Reino Unido: Chester Step Test (CST) para estimar la capacidad aeróbica máxima (VO_{2max}). Prueba submáxima de sentadilla trasera (back-squat) para estimar la fuerza máxima de las extremidades inferiores	n=22 (3 mujeres)	Evaluaciones realizadas: Capacidad aeróbica: -Prueba submáxima: Chester Step Test (CST). -Prueba máxima: prueba de esfuerzo en cinta rodante con análisis de gases. Fuerza muscular: -Prueba submáxima: estimación de 1RM en sentadilla trasera utilizando tecnología láser-óptica.	-Capacidad aeróbica (VO_{2max}): El CST subestimó el VO_{2max} real en aproximadamente 1.4 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (~3%). Se observó una correlación positiva significativa entre el VO_{2max} estimado y el medido directamente ($r = 0.61$, $p < 0.01$). El VO_{2max} estimado mostró	La prueba submáxima de sentadilla trasera es una herramienta válida y práctica para estimar la fuerza máxima de las extremidades inferiores en bomberos, ofreciendo una alternativa menos fatigante que las pruebas máximas. El Chester Step Test proporciona una estimación razonablemente válida y rentable del VO_{2max} ; sin

	(1RM). Se compararon estas estimaciones con mediciones directas y se analizó su relación con el rendimiento en una prueba de simulación de tareas de bombero (FFST).		-Prueba máxima: determinación directa de 1RM en sentadilla trasera. Rendimiento ocupacional: -Prueba de Simulación de Tareas de Bombero (FFST), realizada entre 2 y 4 días después de las evaluaciones anteriores. Se analizaron las correlaciones entre las estimaciones submáximas y las mediciones directas, así como su relación con el rendimiento en la FFST.	una correlación negativa con el tiempo de finalización en la FFST ($r = -0.42$), indicando que una mayor capacidad aeróbica se asocia con un mejor rendimiento en tareas simuladas. -Fuerza muscular (1RM en sentadilla trasera): La estimación submáxima de 1RM subestimó el valor real en aproximadamente un 2%. Se encontró una correlación muy alta entre la estimación submáxima y la medición directa de 1RM ($r = 0.99$, $p < 0.001$). Modelo predictivo del rendimiento en la FFST: El modelo más fuerte para predecir el rendimiento en la FFST incluyó la edad, el índice de masa corporal (IMC), y las mediciones directas de VO_{2max} y 1RM.	embargo, debido a su margen de error, se recomienda precaución al utilizarlo para tomar decisiones operativas críticas relacionadas con la capacidad aeróbica. Para una evaluación más precisa de la aptitud física de los bomberos, especialmente en decisiones operativas importantes, se sugiere complementar las pruebas submáximas con evaluaciones máximas directas cuando sea posible.
Maxwell et al., 2024	El estudio tuvo como objetivo evaluar si un programa de entrenamiento de estabilización del core mejora el rendimiento de los bomberos en tareas	n=15 (13 hombres y 2 mujeres)	Diseño del estudio: Estudio de medidas repetidas con una duración de 4 semanas. Intervención: Los participantes realizaron ejercicios específicos de	Mejora en el rendimiento: El tiempo promedio de finalización de la CPAT disminuyó significativamente de 300.89 ± 42.11 segundos a 256.92 ± 34.31 segundos, con	El entrenamiento regular de estabilización del core puede ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento de los bomberos en tareas funcionales exigentes, como

	<p>funcionales simuladas, específicamente en la Prueba de Aptitud Física para Candidatos (CPAT). Se buscó determinar si este tipo de entrenamiento puede optimizar la eficacia y seguridad en el desempeño de tareas físicamente exigentes.</p>		<p>estabilización del core al menos tres veces por semana, incluyendo planchas, puentes y ejercicios de activación del transversal abdominal. Evaluaciones: -Tiempo de finalización de la CPAT. -Índice de masa corporal (IMC). -Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). Las evaluaciones se realizaron antes y después del período de entrenamiento.</p>	<p>una mejora promedio de 43.8 segundos ($p < 0.001$). IMC y RPE: No se observaron cambios significativos en el IMC ($p = 0.065$) ni en la percepción subjetiva del esfuerzo ($p = 0.084$) entre las evaluaciones inicial y final. Estos resultados sugieren que el entrenamiento de estabilización del core puede mejorar el rendimiento en tareas funcionales sin afectar significativamente el IMC o la percepción del esfuerzo.</p>	<p>las evaluadas en la CPAT. Aunque no se observaron cambios significativos en el IMC o en la percepción del esfuerzo, la mejora en el tiempo de finalización sugiere una mayor eficiencia en la ejecución de tareas físicas. Se recomienda la incorporación de ejercicios de estabilización del core en los programas de entrenamiento de bomberos para optimizar su desempeño y reducir el riesgo de lesiones.</p>
--	---	--	--	---	--

*n= Número bomberos de muestra

5. DISCUSIÓN

La condición física de los bomberos es un elemento crucial para garantizar una actuación eficiente, segura y sostenible a lo largo del tiempo ya que es una de las profesiones más físicamente exigentes. A través de la presente revisión bibliográfica se han identificado una serie de variables fisiológicas, estrategias de evaluación de la condición y modelos de intervención que permiten comprender mejor las demandas reales del trabajo de los bomberos, así como establecer propuestas de mejora y control del rendimiento físico a través de herramientas válidas, seguras y económicamente viables.

El primer gran consenso que emerge de la literatura es la relevancia de la aptitud cardiorrespiratoria como uno de los predictores más consistentes del rendimiento ocupacional en las tareas de bombero. En intervenciones reales, la exposición a entornos calurosos, el uso de equipos de respiración autónoma y la carga de trabajo constante provocan un incremento significativo del estrés cardiovascular (Nazari et al., 2018; Chizewski et al., 2021). Por ello, un VO_{2max} insuficiente compromete no solo la eficacia de la operación, sino también la seguridad del bombero, aumentando el riesgo de accidentes cardiovasculares, lesiones por fatiga o errores en situaciones críticas que pueden llegar a costar vidas.

Numerosos estudios, incluyendo los de Gledhill y Jamnik (1992) y Donahue et al. (2024), establecen umbrales mínimos de VO_{2max} en torno a los 42–45 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ como requisito para desempeñar tareas operacionales con un margen de reserva fisiológica adecuado para no implicar un riesgo. Sin embargo, la evaluación de este parámetro mediante pruebas máximas como el protocolo de Bruce o pruebas de laboratorio con análisis de gases es inviable en muchos contextos laborales por su elevado coste, complejidad técnica y requerimientos de espacio y materiales.

El Candidate Physical Ability Test (CPAT) ha sido durante años la herramienta de referencia para evaluar la condición física específica del bombero en Estados Unidos. Sin embargo, implementar su uso en estaciones de bomberos pequeñas o con recursos limitados se ha visto obstaculizado por factores logísticos y económicos, ya que, requiere una gran superficie de trabajo, material específico y la presencia de personal cualificado para supervisar el procedimiento (Lockie et al., 2022). Como resultado, muchas estaciones, especialmente las de carácter voluntario o rural, no pueden aplicarlo de forma rutinaria, lo que deja a gran parte del colectivo sin una evaluación adecuada y específica de su preparación física.

Frente a esta problemática, diversos estudios han explorado alternativas submáximas, accesibles y menos invasivas que permitan una evaluación fiable sin depender de grandes infraestructuras y materiales costosos. Una de las más destacadas es el test de caminata de 6 minutos (6MWT), analizado por Donahue et al. (2024). Esta prueba, ampliamente utilizada en contextos clínicos, demostró en población bombero una correlación moderada con el VO_{2max} ($r = 0.437$) y un error aceptable del 17% respecto a la medición directa. Es cierto que no reemplaza por completo la precisión del CPAT o pruebas máximas, pero su simplicidad operativa (se realiza en un pasillo plano de 30 m) la convierte en una excelente herramienta de medición y seguimiento de la aptitud cardiorrespiratoria en programas de entrenamiento o de rehabilitación física.

Del mismo modo, la prueba piramidal de 3 minutos, que incluye una serie de tareas simuladas, estudiada por Ten Siethoff et al. (2022), se presenta como un recurso eficaz para evaluar la capacidad de trabajo funcional. Esta prueba explicó por sí sola hasta el 59% del rendimiento en tareas simuladas, cifra que se elevó al 81% al incluir parámetros como la masa corporal y el VO_{2max} . Su formato progresivo, sin requerimientos técnicos complejos, permite su integración directa en la rutina de entrenamiento de los bomberos, generando información de valor sobre su estado físico actual y evolución en el tiempo.

Además, herramientas como el Chester Step Test (CST), validado en el estudio de White et al. (2024), ofrecen otra vía práctica de estimación de la capacidad aeróbica. Aunque su precisión es algo

inferior a la de pruebas máximas, proporciona un dato válido de referencia en contextos donde no es posible realizar esfuerzos máximos, ya sea por razones médicas, logísticas o de seguridad.

El análisis de la fuerza muscular y su relación con el desempeño operativo también ha sido abordado por varios autores. Las tareas de rescate de víctimas, manipulación de equipos pesados o arrastre de mangueras requieren una importante participación tanto de la musculatura del tren inferior, como el tren superior y del core para la estabilización. Para su evaluación, White et al. (2024) validaron una prueba submáxima de estimación de 1RM en sentadilla trasera mediante dispositivos láser-ópticos, obteniendo una correlación casi perfecta con la medida directa ($r = 0.99$), lo que indica que este tipo de herramientas pueden ser muy útiles para medir fuerza de forma segura, sin riesgo de lesión ni necesidad de cargas máximas.

Por otro lado, estudios como el de Mendelson et al. (2023) demostraron cómo la composición corporal, y en concreto el porcentaje de grasa corporal, tiene una relación inversa con la capacidad de esfuerzo en pruebas de cinta rodante. El exceso de grasa no funcional añade carga a los movimientos y reduce la eficiencia metabólica, por lo que los programas de entrenamiento deberían integrar también componentes de control del peso, nutrición y educación en hábitos de vida saludable.

Entre las intervenciones revisadas, destaca la propuesta de entrenamiento de estabilización del core presentada por Maxwell et al. (2024). En tan solo cuatro semanas de programación, los participantes mejoraron significativamente su rendimiento en la CPAT, con una reducción media de más de 43 segundos en el tiempo de ejecución. Este tipo de programas, centrados en el control postural y la eficiencia neuromuscular, no requieren maquinaria ni espacio específico, por lo que pueden implementarse incluso en espacios reducidos dentro de las estaciones. Además, contribuyen no solo al rendimiento, sino también a la prevención de lesiones musculoesqueléticas, un factor clave para la sostenibilidad laboral del bombero a largo plazo.

De forma complementaria, Lockie et al. (2022) demostraron que los aspirantes que participaron en programas de preparación física de tareas específicas obtuvieron mejores resultados en el Biddle Physical Ability Test (BPAT) que aquellos que no se entrenaron, lo que resalta la importancia de una preparación física guiada y adaptada al perfil funcional del puesto de bombero.

El enfoque más integrador fue aportado por Ras et al. (2024), quienes analizaron a 282 bomberos de Sudáfrica y encontraron que la condición física está íntimamente relacionada con la salud cardiovascular y musculoesquelética. A mayor nivel de forma física, menor incidencia de lesiones, mejor perfil de presión arterial y frecuencia cardíaca en reposo, y mayor rendimiento funcional en pruebas ocupacionales. Esto respalda la visión de que el mantenimiento de la condición física constante no es solo una cuestión de rendimiento operativo, sino también de salud integral y prevención de riesgos.

En cuanto a los factores psicológicos, aunque estudios como el de Beitia et al. (2022) abordaron la influencia de la fortaleza mental, los resultados no mostraron asociaciones estadísticamente significativas con el rendimiento en tareas físicas simuladas. No obstante, esto no significa que su papel sea irrelevante. En escenarios reales, donde el entorno puede ser hostil, caótico y emocionalmente desafiante, las capacidades psicológicas como la resiliencia, la autorregulación y la toma de decisiones bajo presión se convierten en determinantes del éxito. La evaluación conjunta de variables físicas y mentales podría ser una interesante línea futura de investigación.

Este trabajo presenta algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar sus conclusiones. En primer lugar, la búsqueda bibliográfica se ha realizado exclusivamente a través de una única base de datos científica, lo que podría haber restringido la amplitud y diversidad de los estudios incluidos. Es posible que otras investigaciones relevantes, publicadas en revistas indexadas en otras plataformas como PubMed, Scopus o Web of Science, no

hayan sido consideradas. Además, la revisión se ha centrado principalmente en estudios publicados en inglés, lo que podría haber limitado la inclusión de literatura en otros idiomas, especialmente en el contexto hispanohablante.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A partir de los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica realizada, se ha observado que el rendimiento funcional del bombero está altamente determinado por los siguientes componentes de la condición física: la aptitud cardiorrespiratoria, la fuerza del tren superior e inferior, el control del core y una composición corporal adecuada. Estas cualidades no solo influyen directamente en la eficacia de las tareas laborales, sino también en la prevención de lesiones, la reducción de la fatiga y la capacidad de responder ante situaciones de emergencia con agilidad y seguridad.

En este contexto, se plantea una intervención basada en un modelo de entrenamiento híbrido de alta intensidad (HIIT), que combine elementos del entrenamiento funcional, cardiovascular y de fuerza, estructurado bajo el formato de sesiones tipo Cross Training. Este modelo se ha mostrado eficaz en poblaciones con demandas físicas elevadas, como policías, militares o personal de emergencias, por su capacidad de trabajar de forma simultánea distintas capacidades físicas en un formato dinámico, variable y adaptable (Chizewski et al., 2021; Ten Siethoff et al., 2022).

Además, con el fin de aumentar la especificidad del entrenamiento respecto a las demandas reales del trabajo de bombero en una intervención, se propone la adición periódica de entrenamientos con lastre que simulen el peso del equipo de intervención, el cual puede llegar a superar los 20 kg. Esta estrategia busca mejorar la transferencia funcional del entrenamiento, desarrollando una mayor tolerancia al esfuerzo bajo condiciones similares a las que se encuentran en situaciones reales.

7. CONCLUSIÓN

Esta revisión sistemática pone de manifiesto que la condición física es un factor determinante en el rendimiento funcional de los bomberos, con especial relevancia de la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza del tren inferior y superior, la estabilidad del core y una composición corporal adecuada. Estos componentes se asocian consistentemente con una mayor eficiencia y seguridad en la ejecución de tareas específicas del entorno operativo, como el rescate, el transporte de cargas y la movilidad en entornos exigentes.

Los hallazgos también evidencian que, si bien el CPAT sigue siendo una herramienta de referencia para la evaluación funcional del bombero, su implementación está limitada por requerimientos logísticos. En este sentido, las pruebas submáximas como el test de caminata de 6 minutos, la prueba piramidal de 3 minutos, el Chester Step Test, así como evaluaciones de fuerza y core con baja exigencia material, se presentan como alternativas válidas, seguras y transferibles, especialmente útiles en estaciones con recursos limitados.

Además, se destaca el potencial del entrenamiento híbrido de alta intensidad como estrategia integral para mejorar los principales componentes de la aptitud física implicados en el trabajo del bombero. La incorporación periódica de lastre durante las sesiones representa una aproximación realista y funcional al esfuerzo físico que requiere una intervención en condiciones reales.

Futuros estudios deberían ampliar la búsqueda a múltiples fuentes, aplicar criterios de inclusión más estrictos y realizar metaanálisis cuando los datos lo permitan. También sería relevante explorar el efecto a largo plazo de las intervenciones funcionales híbridas y validar protocolos de entrenamiento estandarizados en diferentes perfiles de bomberos (voluntarios, profesionales, noveles y veteranos).

En conjunto, esta revisión ofrece una base de evidencia sólida para orientar la evaluación y el diseño de programas de acondicionamiento físico específicos en el ámbito de la prevención, preparación y salud laboral de los bomberos.

8. BIBLIOGRAFÍA

Beitia, D. M., Taylor, J. D., & Swank, A. M. (2022). Predicting firefighters' physical ability test scores from anaerobic fitness parameters and mental toughness levels. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15176. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215176>

Chizewski, A., Moore, M., & Lockie, R. G. (2021). Fitness fights fires: Exploring the relationship between physical fitness and firefighter ability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11733. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211733>

Donahue, S., Chaudhry, B., McMorrow, C., Daly, M., Cook, S. B., Brian, M., & Fearheller, D. L. (2024). Using a Walking Test to Assess Firefighter Fitness. *International journal of exercise science*, 17(4), 285–297. <https://doi.org/10.70252/LXNT2864>

Fyock-Martin, M. B., Erickson, E. K., Hautz, A. H., Sell, K. M., Turnbaugh, B. L., Caswell, S. V., & Martin, J. R. (2020). What do Firefighting Ability Tests Tell Us About Firefighter Physical Fitness? A Systematic Review of the Current Evidence. *Journal of strength and conditioning research*, 34(7), 2093–2103. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003577>

Han, D. W., Lee, J. H., & Kim, Y. J. (2022). A study on the preliminary validity analysis of Korean firefighter job-related physical fitness test. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2587. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052587>

Hancock, R., Yavelberg, L., Gledhill, S., Birot, O., Gledhill, N., & Jamnik, V. (2023). Performing one or more verification VO2 workload(s) immediately after an incremental to maximal graded exercise test significantly increases the proportion of participants who meet the job-related aerobic fitness standard for structural firefighters. *European journal of applied physiology*, 123(9), 1929–1937. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05204-5>

Kim, J. B., Kim, C. B., Xiang, Y. Y., Dong-Il, S., Wook, S., Lee, H. J., Kang, H. J., Lee, C. G., Ahn, Y. S., & Park, J. J. (2023). Development of the Korean Firefighter Performance Battery: Job-Related Physical Fitness Assessment. *Journal of occupational and environmental medicine*, 65(5), e346–e350. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002821>

Kim, Y. J., Lee, J. H., & Han, D. W. (2022). Development of the Korean firefighter performance battery: Job-related physical fitness assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 11856. <https://doi.org/10.3390/ijerph191911856>

Lockie, R. G., Callaghan, S. J., Jordan, C. A., Moreno, M. R., Risso, F. G., & Dawes, J. J. (2022). A preliminary comparison of firefighter candidates' Biddle Physical Ability Test performance and success based on training class participation. *Occupational Health Science*, 6(3), 215–230. <https://doi.org/10.1007/s41542-022-00122-6>

Maxwell, E. G., Collins, S. M., & Lucas, J. M. (2024). The Effects of a Core Stabilization Training Program on the Performance of Functional Tasks in Firefighters. *International journal of exercise science*, 17(4), 602–610. <https://doi.org/10.70252/ZEZC1452>

Mendelson, M., Maguire, K., White, M. D., & McLellan, T. M. (2023). Body composition is related to maximal effort treadmill test time in firefighters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(4), 988–994. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004507>

Nazari, G., MacDermid, J. C., Sinden, K. E., & Overend, T. J. (2018). The relationship between physical fitness and simulated firefighting task performance. *Ergonomics*, 61(4), 518–529. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1388166>

Ras, J., Coetzee, F. M., & du Preez, E. R. (2024). Evaluation of the relationship between occupational-specific task performance and measures of physical fitness, cardiovascular and musculoskeletal health in firefighters. *BMC Public Health*, 24(1), 487. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17487-6>

Sheaff, A. K., Bennett, A., Hanson, E. D., Kim, Y. S., Hsu, J., Shim, J. K., Edwards, S. T., & Hurley, B. F. (2010). Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. *Journal of strength and conditioning research*, 24(11), 3112–3122. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f0a8d5>

Strauss, M., Foshag, P., Jehn, U., Brzęk, A., Littwitz, H., & Leischik, R. (2021). Higher cardiorespiratory fitness is strongly associated with lower cardiovascular risk factors in firefighters: a cross-sectional study in a German fire brigade. *Scientific reports*, 11(1), 2445. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81921-1>

Ten Siethoff, L., Linderman, J. K., & Jacobs, K. A. (2022). A 3-minute work capacity test predicts simulated firefighting performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12265. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912265>

White, S., Taylor, L., Davis, B. A., & Pringle, R. M. (2024). Validity of submaximal aerobic capacity and strength tests in firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 66(3), 221–228. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002846>

Williams-Bell, F. M., Villar, R., Sharratt, M. T., & Hughson, R. L. (2010). Cardiorespiratory fitness of firefighters: Initial results of a multi-phased study. *Applied Ergonomics*, 41(4), 607–613. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.12.006>

Williams-Bell, F. M., Villar, R., Sharratt, M. T., & Hughson, R. L. (2009). Physiological demands of the firefighter Candidate Physical Ability Test. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 653–662. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818ad117>

Windisch, H., Kesler, R. M., Balfany, K., & Gist, N. H. (2022). Change-of-direction speed in firefighter trainees: Fitness relationships and implications for occupational performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5343. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095343>

9. ANEXOS

[Ver documento COIR](#)



INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 26/02/2025

Nombre del tutor/a	Adolfo Aracil Marco
Nombre del alumno/a	Javier Matesanz Martín
Tipo de actividad	Sin implicaciones ético-legales
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	Revisión bibliográfica de la condición física en bomberos
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	250225042309
Código de autorización COIR	TFG.GAF.AAM.JMM.250225
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **Revisión bibliográfica de la condición física en bomberos** ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se autoriza la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia





Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas estén informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal, cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/solicitud-de-evaluacion/tfg-tfm/>

