



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE ESTRÉS EN PERSONAL DE PRIMERA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

FABIÁN IGNACIO TOLOZA CASTILLO

Trabajo para optar al Título de

Ingeniero Biomédico

Profesor Guía:

Alejandro Weinstein Oppenheimer

Julio - 2022

Valparaíso - Chile

Dedicatoria

Madre, padre, hermanas, la luz al final del camino emana sus primeros destellos, los cuales orgullosamente puedo ver...

Los ojos se humedecen al ver hacia el pasado, la senda recorrida, con recuerdos, personas que espero no olvidar. A todos ellos les dedico este trabajo.

Agradecimientos

Agradecer en primer lugar a Alejandro Weinstein, mi profesor guía, quien me inspiró, ayudó y brindó confianza a lo largo de estos años académicos. Agradecer su profesionalismo, cercanía y consejos que me han permitido discernir mi vocación como ingeniero biomédico.

De igual forma agradecer a la Escuela de Ingeniería Civil Biomédica de la Universidad de Valparaíso y su cuerpo de docentes, de quienes aprendí todo lo que sé. Gracias por sus enseñanzas, formación en lo valórico y profesional, formando ingenieros íntegros y con una amplia visión de campo.

También agradecer a mis amigos y compañeros, a los ingenieros ya egresados, por el compañerismo demostrado, por la hermandad generada y el constante apoyo para lograr la acometida final.

Agradecer a mi familia, quienes fueron una inspiración continua. Padre y madre, les agradezco por la constante motivación, por creer en mí, por apoyarme e instar a nunca dejar de luchar por mis sueños. Hermanas, mi ejemplo, les agradezco por guiarme y ser mi eterna inspiración en la senda de la vida. Por demostrarme que los sueños están para ser alcanzados. A mis mascotas, quienes en su sincero sentimiento fueron una fiel compañía en el proceso. Y a mi pareja, de quien tuve un apoyo incondicional en las adversidades que planteó este trabajo. A todos ellos mi más profundo cariño y respeto.

El presente trabajo evoca en sí, más que contenido cuyo fin es obtener un grado académico, la verdadera significancia es la culminación de una labor realizada con mucho amor y cariño, el cual se me ha entregado a lo largo de este camino.

Y por último agradecerle a mi persona, por nunca abandonar, por el esfuerzo y nunca dejar de luchar.

Resumen

Resumen: *El estrés es una de las patologías con mayor incidencia dentro del personal de primera respuesta ante emergencias (PRAE). El objetivo es recopilar información sobre las técnicas de medición de estrés en los PRAE. La metodología de este trabajo fue una revisión sistemática de literatura en cinco bases de datos: Web of Science, Wiley, Scopus, Science Direct y Pubmed. La búsqueda se centró en los conceptos de medición de estrés y PRAE. Se obtuvieron inicialmente 399 artículos, de los cuales fueron excluidos 377 por los siguientes motivos: no cumple con criterios de inclusión (299), artículos sin libre acceso (51) duplicados (8), enfoque distinto (17) e idioma distinto (2), siendo seleccionados 22 artículos para la síntesis. Las técnicas de medición de estrés encontradas se dividieron en 2 enfoques: el bioingenieril (mediante la evaluación de variables fisiológicas) y el psicoanalítico (mediante aplicación de cuestionarios y escalas de valoración). Los desafíos que propone este trabajo son desarrollar técnicas para lograr la medición del estrés en situaciones y tiempo real, además de desarrollar técnicas que integren los enfoques identificados. Este trabajo es de carácter generalizado involucrando sujetos de distintas nacionalidades. Sería interesante poder recopilar información acotada a la realidad nacional, utilizando como población de estudio a carabineros, bomberos o paramédicos, ya que existen diferencias a nivel cultural, social y económico, las cuales pueden afectar los resultados de los estudios. Este trabajo compiló las técnicas de medición de estrés vigentes en los últimos 10 años, el cual ofrece una herramienta de información actualizada.*

Palabras Clave : *estrés, primeros respondedores, respuesta galvánica de la piel, cortisol y variación de la frecuencia cardíaca (VFC).*

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	6
2. Marco teórico	7
2.1. Fisiología del estrés.....	7
2.2 Fases del estrés y sus consecuencias	8
2.3 Estrés como fenómeno psicosocial, cognitivo e integral.....	9
2.4 Distrés y eustrés	9
2.5 Respuestas al estrés: cognitiva, conductual y emocional	10
2.6 Medición del estrés: ritmo cardíaco, respuesta galvánica de la piel y cortisol	10
2.7 Trastorno de estrés post traumático (TEPT)	12
2.8 Escalas de medición de estrés	12
3. Metodología e implementación	14
4. Resultados.....	15
4.1 Selección de literatura y PRISMA	15
4.2 Técnicas de evaluación de estrés mediante la medición de variables fisiológicas.....	18
4.3 Técnicas de medición de estrés mediante aplicación de cuestionarios	21
5. Discusión	23
6. Conclusión	24
7. Referencias	25
8. Glosario.....	28

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE ESTRÉS EN EQUIPOS DE PRIMERA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

Fabián Ignacio Toloza Castillo

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: *estrés, primeros respondedores, respuesta galvánica de la piel, cortisol y variación de la frecuencia cardíaca (VFC).*

1. Introducción

La Real Academia Española (RAE) define "emergencia" como *situación de peligro o desastre que requiere atención inmediata* [1]. Además, dicha definición se puede complementar con que las emergencias siempre repercuten sobre un medio, ya sea social, cultural o natural. Con el fin de mitigar las emergencias a través del tiempo se han creado diversas instituciones para dar una primera respuesta ante ellas tales como policía, bomberos y paramédicos, quienes en su conjunto conforman un grupo de primeros respondedores ante emergencias (PRAE). Estos profesionales están capacitados para dar una respuesta eficaz a las diferentes emergencias que afectan a la sociedad y al medio ambiente. Por otro lado, la Organización Panamericana de Salud (OPS) define equipos de primera respuesta como *aquellos que prestan sus servicios en los momentos iniciales en una situación de emergencia o desastres en las distintas funciones de primera línea, como ayuda humanitaria y servicios de salud, y otras labores operativas de campo, como el combate de incendios, el rescate de personas, la atención de heridos, entre otras* [2].

Hay diversos factores que están directamente relacionados con el desarrollo de una emergencia, tales como el entorno en el cual se desarrolla el evento – bosque, urbe, zonas reconocidas como socialmente violentas, zonas de difícil acceso, etc. –, a quién afecta el evento, tales como personas con rol de impacto social, familiar directo de un primer respondedor u otros, el horario en que se desarrolla la emergencias, ya sea día o noche, e incluso la duración de ella, que puede ser de horas a días. Las emergencias llevan consigo pérdidas humanas y/o materiales, lo cual genera un ambiente de dolor, impotencia, sufrimiento y tristeza que, sumado a la presión social y temporal, transforma estos eventos para los PRAE en situaciones de alto estrés, lo cual puede afectar y repercutir en la calidad de vida tanto del primer respondedor como de su contexto social y familiar.

La definición de estrés según la Organización Mundial de la Salud (OMS) dice que el estrés es *el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara el organismo para la acción* [3]. Según el informe final de "Estrategias de afrontamiento psicológico y salud mental en bomberos" realizado en un fondo concursable para la Academia Nacional de Bomberos de Chile (ANB) dice que, dentro de las consecuencias de la exposición a situaciones adversas (emergencias), el estrés posee una prevalencia entre el 17,4% y el 50%, siendo la consecuencia con mayor impacto dentro de la población bomberil [4].

La presencia de estrés en los PRAE puede repercutir gravemente en su desempeño mientras se desarrolla una emergencia, ya que puede generar respuestas a nivel cognitivo afectando su concentración y discernimiento al momento de la toma de decisiones. También puede generar respuestas a nivel emocional, lo cual altera su criterio y genera impaciencia al momento de actuar. Puede generar respuestas a nivel conductual, repercutiendo en conductas erráticas por parte del primer respondedor, alterando su juicio, lo cual pone en riesgo a las víctimas involucradas en la emergencia [5]. Por último, puede generar respuestas a nivel fisiológico alterando la frecuencia cardíaca, los niveles de cortisol, el control vagal y la

respuesta galvánica de la piel. Lo cual repercute en la salud del primer respondedor generando enfermedades cardiovasculares y trastornos metabólicos [31].

Dentro de los *stakeholders* en esta investigación se encuentran las jefaturas operacionales de bomberos, policías y paramédicos, ya que, conocer el estado del arte de las técnicas de medición de estrés les permitirá generar procedimientos de funcionamiento interno y así poder regular y/o reducir los niveles de estrés de los integrantes de las instituciones a quienes representan, mejorando su calidad de vida, desempeño laboral, además de mejorar el proceso de mitigación de la emergencia en beneficio directo de los afectados y los PRAE intervinientes.

El objetivo del siguiente trabajo es realizar una revisión sistemática sobre las actuales técnicas de medición de estrés en los equipos de primera respuesta ante emergencias. Además, este estudio será presentado al Inspector Jefe del Departamento de Salud del Cuerpo de Bomberos de Valparaíso, Dr. Silvio Pineda, con el fin generar concientización sobre el estrés, su efecto sobre sus integrantes y exponerle las técnicas vigentes sobre la medición de este.

2. Marco teórico

2.1 Fisiología del estrés

En la introducción se definió estrés como *el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara el organismo para la acción* [3]. Dichas reacciones fisiológicas se encuentran normalmente imperturbables, en niveles bajos, y ante factores estimulantes se incrementan, generando un estado de alerta positivo o negativo para el sujeto bajo estrés. El nivel de estrés estará determinado por los factores psicológicos y biológicos del sujeto. Las reacciones fisiológicas son las respuestas que produce el organismo frente a los estímulos estresantes [6]. Como primera respuesta fisiológica se activa el sistema nervioso vegetativo (SNV) – el SNV está encargado de regular los órganos internos además de controlar algunas de sus funciones –, y además se activa el eje hipofisoprarrenal (EHSP).

El EHSP está compuesto por tres elementos: el hipotálamo, el cual es una estructura fisiológica sub cerebral que permite la comunicación entre el sistema nervioso y el sistema endocrino. Además, está conformado por las glándulas suprarrenales las cuales están compuestas por la médula – parte interna – y la corteza – parte externa –. Estas se ubican en la parte superior de los riñones. Y se compone finalmente por la hipófisis, la cual es una glándula ubicada a nivel sub-cerebral [6].

La activación del EHSP se genera por estímulos físicos y psicológicos donde el hipotálamo genera y segrega la hormona CRF – hormona liberadora de corticotropina –, la cual actúa sobre la hipófisis y genera la secreción de la hormona ACTH – adenocorticotropa –. Este evento continuo de secreción hormonal incide sobre las glándulas suprarrenales con lo cual se genera la producción y liberación de glucocorticoides. Dentro de los glucocorticoides, el más importante es el cortisol, el cual regula la presión arterial y facilita la excreción de agua. Además, permite el aumento de la glucosa en sangre (hiperglucemia) así como también el aumento del calcio, lípidos y andrógenos al torrente sanguíneo.

La activación del SNV estimula la secreción de catecolaminas por parte del sistema nervioso simpático, las cuales, preparan al organismo para enfrentar al estímulo estresor o evadirlo mediante la huida. Dentro de las catecolaminas más importantes secretadas encontramos a la adrenalina – la cual se produce principalmente debido al estrés psíquico – y la noradrenalina (la cual se produce por estímulos de estrés físico, ya sean situaciones de amenaza o potencial peligro). Como respuesta a la secreción de las catecolaminas, el organismo genera acciones tales como dilatación de las pupilas, aumento de la coagulación, incremento del ritmo cardíaco, reducción de los niveles de las hormonas asociadas a las características sexuales, vasodilatación muscular, dilatación bronquial y vasoconstricción cutánea [6].

2.2 Fases del estrés y sus consecuencias

Hans Selye – quien fuese uno de los primeros investigadores sobre el estrés y su repercusiones en el organismo – definió en 1950 el “síndrome general de adaptación” como *el principio de que todos los organismos vivos pueden responder al estrés como tal, y que en este sentido el patrón básico de reacción es siempre el mismo, independiente del agente utilizado para producir el estrés* [7]. Es decir, el organismo tiene la capacidad de responder frente al estrés mediante la generación de un conjunto de reacciones fisiológicas generando un proceso de adaptación debido a la repetitividad de los eventos fisiológicos. Este proceso de adaptación está definido por tres fases principales, la fase de alarma, la fase de adaptación y la fase de agotamiento.

Frente a la aparición de un estímulo estresor el organismo entra en fase de alarma. En esta primera fase se genera la activación del EHSP la cual genera una serie de respuestas sintomatológicas del organismo, preparándolo para la acción. Dentro de los síntomas producidos en esta fase se encuentra el aumento de la frecuencia cardíaca, la contracción del bazo (lo cual genera la liberación de grandes cantidades de glóbulos rojos), el aumento de la frecuencia respiratoria, el aumento de la cantidad de linfocitos, la dilatación de las pupilas y el aumento de la coagulación a nivel sanguíneo. Además, se genera una redistribución del volumen sanguíneo, concentrándose en zonas más reactivas e importantes para la defensa como lo es el cerebro, corazón y zonas musculares [7].

La segunda fase corresponde a la fase de adaptación, también llamada fase de resistencia, en la cual el organismo determina la acción a seguir al momento de enfrentarse al factor estresante, ya sea superando la eventual amenaza provista por este factor, adaptándose y conviviendo con la presencia del factor estresante o afrontándolo. Dentro de los efectos que se manifiestan a nivel del organismo en esta fase se encuentra que la sintomatología presente en la fase de alarma desaparece y los niveles de corticoesteroides vuelven a sus niveles normales.

Órgano afectado	Fase de alarma	Fase de agotamiento
Cerebro	Razonamiento rápido.	Agotamiento mental, dolor de cabeza.
Corazón	Aumento del ritmo cardíaco.	Aumento de la presión sanguínea, dolor a nivel precordial.
Músculos	Aumento del rendimiento muscular.	Fatiga y dolor muscular.
Pulmones	Aumento de la capacidad funcional.	Afecciones como taquipnea, hiperventilación o tos.
Estómago	Aumento de la secreción ácida.	Indigestión y emesis.
Vejiga	Disminución del flujo.	Afección de la poliuria.
Piel	Disminución de la humectación cutánea.	Dermatitis o psoriasis cutánea.

Tabla 1. Afecciones del estrés en órganos y sus manifestaciones en fase de alarma y fase de agotamiento [6].

La tercera fase corresponde a la fase de agotamiento en la cual la presencia del factor estresante se manifiesta frecuente o prolongadamente en el tiempo. En esta etapa los recursos del sujeto para enfrentar el factor estresante se agotan, por lo cual como respuesta fisiológica se produce una alteración a nivel tisular y aparece la patología denominada psicósomática la cual corresponde a dolencias corporales cuyo origen es de carácter psicológico y/o emocional.

Las consecuencias fisiológicas del estrés pueden ser variadas ya que depende del organismo que se vea afectado y de la fase en que se encuentre. Es decir, al presentarse un factor estresante en la fase de alarma en la cual se produce una macro activación del organismo, las alteraciones fisiológicas que se producen son rápidamente mitigadas en caso de que se logre suprimir el factor estresante. Sin embargo, en la fase de agotamiento las alteraciones fisiológicas se establecen de forma permanente, transformándose en patologías (ver tabla 1).

2.3 Estrés como fenómeno psicosocial, cognitivo e integral.

Existen tres enfoques para el fenómeno del estrés: el psicosocial, el cognitivo, y el integral. El enfoque psicosocial resalta la relación del individuo con su entorno bajo la constante exposición de estímulos y situaciones productoras de estrés. El enfoque a nivel cognitivo se refiere a la evaluación constante del individuo relacionando sus aspectos internos con los aspectos propios del ambiente, es decir, la magnitud del estrés se determina en la forma en que el individuo interpreta los acontecimientos de su entorno y como este valora los recursos propios que posee para enfrentarlos. Por último, el enfoque integral plantea que el estrés debe abordarse desde una perspectiva amplia en el cual interactúan muchas variables siendo una relación dinámica entre el individuo y su medio ambiente [8]. Por otro lado, existen dos procesos asociados a la interacción del individuo con el estrés. El primer proceso es la *evaluación*, en la cual el sujeto evalúa si la situación se presenta como una amenaza o como un evento beneficioso para él. El segundo proceso es el del *afrentamiento*, en el cual el sujeto plantea y lleva a cabo las acciones para enfrentar o no la situación.

El estrés puede ser causado por cualquier situación que el sujeto perciba como una amenaza o alteración a su estado normal. Usualmente se suele asociar el estrés como una respuesta frente a situaciones negativas para el sujeto, sin embargo, no todas las situaciones causantes de estrés son necesariamente negativas. Incluso, algunas de esas situaciones pueden generar respuestas positivas por parte del sujeto, como por ejemplo felicidad, debido a la obtención de logros personales tras la vivencia de un arduo proceso para conseguirlos.

Existen dos fuentes causantes de estrés. En primer lugar encontramos los agentes o factores estresantes los cuales tienen su origen en circunstancias externas al sujeto como puede ser el medio ambiente, la familia, el desarrollo académico o el entorno del sujeto en general. En segundo lugar, encontramos los agentes o factores internos, los cuales son generados por el mismo sujeto, es decir, por sus rasgos físicos y psicológicos los cuales le entregan herramientas para interactuar y enfrentarse al entorno y los problemas que este le genere [5].

2.4. Distrés y eustrés

Las reacciones fisiológicas del organismo dependen de cómo el sujeto perciba el agente estresante, con lo cual, el estrés se puede subdividir en dos conceptos claves: el *eustrés* y el *distrés*. El eustrés o estrés positivo es un estrés en el cual los eventos estresantes estimulan y generan un estado de claridad mental por parte del sujeto, logrando que este alcance su máximo potencial. El eustrés está condicionado por dos situaciones, el eustrés en condición de esfuerzo (ECE) y el eustrés en condición de no esfuerzo (ECNE). Durante el ECE el sujeto expuesto al factor estresante desarrolla un gran control a nivel personal orientados en beneficio de potenciar el factor estresante, es decir, un sujeto que desarrolla una tarea que le produce satisfacción pero que el desarrollo de esta requiere de un gran esfuerzo personal genera ECE ya que al final obtendrá una recompensa beneficiosa para su organismo. En el caso del ECNE el sujeto opta

por no desarrollar ninguna tarea, lo cual reduce sus niveles de adrenalina y cortisol generando placer y respuestas positivas por parte del organismo.

El distrés o estrés negativo es un estrés excesivo provocado por un estímulo grande, el cual puede repercutir en respuestas emocionales, cognitivas y conductuales negativas por parte del sujeto. Al igual que el eustrés, el distrés está condicionado por dos situaciones, el distrés en condición de esfuerzo (DCE) y distrés en condición de poco esfuerzo (DCPE). Durante el DCE, el sujeto está sometido a un factor de estrés de alta exigencia productiva prolongado en el tiempo, el cual produce una gran liberación de catecolaminas y cortisol, generando efectos nocivos para el organismo del sujeto. A nivel fisiológico repercute en la liberación de cortisol y de grandes niveles de adrenalina. En el caso del DCPE, el sujeto se halla ante la necesidad de enfrentarse a un estímulo estresante para la satisfacción de necesidades personales. Ejemplo de ellos son personas en búsqueda de empleo o personas con lesiones que impiden el desarrollo de su vida normal, lo cual genera una liberación de adrenalina y grandes niveles de cortisol [6].

2.5 Respuestas al estrés: cognitiva, conductual y emocional.

Las respuestas al estrés como vía de expresión del organismo frente a estímulos estresantes pueden clasificarse en tres áreas. En primera instancia está el área cognitiva, la cual está directamente relacionada con los pensamientos e ideas del sujeto afectado por estrés. En el área cognitiva el sujeto presenta dificultades para concentrarse en actividades diarias caracterizadas por una pérdida de atención, lo cual puede manifestarse en un raciocinio errático al momento de la toma de decisiones. Se altera el juicio del sujeto discerniendo fuera de los patrones lógicos y de forma desordenada. Además se genera una reducción de la capacidad de memoria.

En segundo lugar está el área conductual, la cual está directamente relacionada con las actitudes y comportamientos. En el área conductual se generan alteraciones en el lenguaje y su capacidad comunicacional, alterando su fluidez mediante la tartamudez o la poca fluidez de la oratoria. El sujeto además manifiesta falta de entusiasmo en sus actividades diarias así como alteraciones en sus relaciones sociales mediante actitudes conflictivas e incluso la aparición de conductas suicidas. Sin embargo, también el estrés puede repercutir de buena manera en el sujeto, pero bajo cortas exposiciones al factor estresante, ya que este puede generar una mejora en la capacidad de percepción, aumento de la capacidad de memoria. De igual forma mejora el juicio y el raciocinio a la hora de enfrentar eventos estresantes.

Y en tercer lugar se encuentra el área emocional, la cual se relaciona con los sentimientos y emociones. El sujeto asume condiciones de hipocondría – trastorno de ansiedad por la enfermedad donde el sujeto asume sintomatología no real [9] –. De igual manera aparecen rasgos de impaciencia, intolerancia, bajo autoestima y falta de empatía. Además, los conceptos morales que rigen la relación con la sociedad del individuo pierden importancia para él.

2.6 Medición del estrés: ritmo cardíaco, respuesta galvánica de la piel y cortisol.

Existen diversos parámetros fisiológicos que se ven afectados producto del estrés, tales como la frecuencia cardíaca, los niveles de cortisol y la respuesta galvánica de la piel, los cuales mediante el uso de biosensores pueden ser cuantificados y analizados en base a la variabilidad que los modela. Dentro de los parámetros fisiológicos usados para medir el estrés está la variación de la frecuencia cardíaca (VFC), la cual refleja la respuesta cardiovascular a los impulsos reguladores que afectan el ritmo cardíaco, es decir, la VFC puede cuantificar la relación entre los estímulos estresantes y la reacción del SNV. La disminución del VFC puede impactar tanto a nivel físico como psicológico del sujeto, manifestándose en la reducción del rendimiento físico y/o cognitivo, el desarrollo de patologías cardiovasculares así como patologías psicológicas como puede ser la ansiedad o depresión entre otros. Dentro de los beneficios que genera la medición de la VFC en tiempo real es que permite desarrollar modelos de estudios adecuados, tanto en tiempo discreto como de medición continua, con lo cual se pueden desarrollar soluciones sanitarias para la detección, monitorización y rehabilitación del estrés. La medición de la VFC puede estar afectada por

diferentes factores tales como la actividad física – la cual está condicionada por el tipo de ejercicio así como la intensidad con que se realiza –, la posición corporal y los ritmos circadianos los cuales son cambios que se desarrollan de forma regular en el estado mental y físico de un sujeto en un periodo de 24 horas. Además, dicha medición puede ser complementada con el uso de acelerómetros cuyos datos permiten determinar el tipo de ejercicio realizado durante la actividad física y de esta forma ayudar a comprender la variabilidad de la frecuencia cardíaca mediante la identificación de patrones repetitivos. Los datos entregados por el acelerómetro permite subdividir la señal cardiovascular en dos subconjuntos épocas cortas naturales y épocas ecológicas.

La respuesta galvánica de la piel, también conocida como actividad electrodérmica de la piel (EDA por sus siglas en inglés *electrodermical activity*) o conductancia de la piel, es una bioseñal usada comúnmente para la medición del estrés. La conductancia eléctrica de la piel puede variar dependiendo del estado de las glándulas sudoríparas (GS), las cuales son las encargadas de producir sudor a nivel superficial de la piel. Las GS están reguladas por el SNV, el cual se activa mediante estímulos fisis-psicológicos. La conductancia eléctrica de la piel aumenta cuando el sistema nervioso simpático (SNS) perteneciente al SNV se encuentra excitado generando la activación de las glándulas sudoríparas [6]. La conductancia eléctrica de la piel es inversamente proporcional a la resistencia eléctrica de la piel. Esto se ve reflejado en condiciones en que la piel se encuentra con bajos niveles de humedad producto del sudor su resistencia eléctrica aumenta y la conductancia eléctrica baja. En caso contrario, cuando la humedad de la piel aumenta producto de la activación de las glándulas sudoríparas (sudoración), la resistencia eléctrica de la piel disminuye y la conductancia eléctrica de la piel aumenta. El EDA se puede subdividir en dos componentes, el primero es el nivel de conductancia cutánea (NCC) el cual muestra la variación lenta de la reacción de la piel frente a estímulos. El segundo componente corresponde a la respuesta de conductancia cutánea (RCC) el cual corresponde a la reacción de la piel en un periodo corto de tiempo [10]. La medición de la respuesta galvánica de la piel se puede realizar de forma continua a través del uso de sensores no invasivos con lo cual puede aplicarse en un ambiente rutinario [11]. La señal de la EDA se obtiene mediante la colocación de sensores de sudoración en el segundo y tercer dedo de la mano generando dos puntos de referencia entre los cuales se compara la conductancia eléctrica y se mide la resistencia eléctrica de la piel.

El cortisol es una hormona de tipo glucocorticoide la cual es secretada por la glándula suprarrenal que es estimulada por la corticotropina. El cortisol tiene directa relación con el mantenimiento de las funciones vitales del organismo mientras este se encuentre expuesto a diferentes factores externos o internos que generen estrés [12]. Además de generar la reducción de la secreción de la hormona del crecimiento (GH), la inhibición de la secreción de insulina, el aumento de la síntesis de la adrenalina, la disminución del flujo de las proteínas encargadas del transporte hormonal [13], la mitigación de infecciones, la regulación de los niveles de glucosa en sangre (glucemia), regulación de la presión arterial y la regulación del metabolismo mediante la estimulación de la glucogénesis. La estimulación de la glucogénesis tiene como efecto la inducción de la generación de enzimas gluconeogénicas y también genera la distribución de los aminoácidos en los tejidos musculares. El incremento de las enzimas gluconeogénicas permite el aumento de la glucemia (hiperglucemia) [13][14], con lo cual el organismo obtiene una reserva energética para distribuirla al cerebro y el sistema muscular con el fin de poder dar una respuesta orgánica al estrés. La medición del cortisol se puede realizar mediante inmunoensayos automatizados tales como radioinmunoensayo (RIA) – el radioinmunoensayo es un método que se basa en la formación de los sistemas antígeno - cuerpo en el plasma de la muestra sanguínea [15], en el caso del estrés permite la medición del cortisol plasmático [16] – o la quimioluminiscencia (CLIA), también se puede realizar por la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) [17]. Los niveles de concentración de cortisol responden a una distribución horaria ya que, durante los periodos de pernocta los niveles de cortisol disminuyen fuertemente al grado de eventualmente no poder ser detectados. En cambio, durante el periodo de vigilia los niveles de concentración de cortisol aumentan hasta alcanzar un nivel pico a las 20:00 horas [13] (ver tabla 2).

Prueba	Rango etario (años)	Hora	Valor de referencia
Cortisol en suero/plasma	1 - 15	08:00	3-21 $\mu\text{g/dL}$
		16:00	No determinado
	> 15	08:00	8-19 $\mu\text{g/dL}$
		16:00	4-11 $\mu\text{g/dL}$
Cortisol salival	-	08:00	0,04-0,56 $\mu\text{g/dL}$
		16:00	< 0,15 $\mu\text{g/dL}$
		23:00	< 0,09 $\mu\text{g/dL}$
Cortisol libre en orina de 24 horas	1 - 4	-	0,9-8,2 $\mu\text{g}/24$ horas
	5 - 9	-	1-30 $\mu\text{g}/24$ horas
	10 - 13	-	1-45 $\mu\text{g}/24$ horas
	> 14	-	3-55 $\mu\text{g}/24$ horas
Cortisol en prueba de estímulo con ACTH	-	-	> 18-20 $\mu\text{g/dL}$

Tabla 2. Valores de referencia del cortisol determinado mediante inmunoensayos [13].

2.7 Trastorno de estrés post traumático (TEPT)

El TEPT es un trauma a nivel psíquico el cual, tras un impacto emocional es capaz de generar respuestas a nivel físico y psicológico. El TEPT tiene directa vinculación con los desastres, los cuales pueden ser clasificados en tres categorías: Naturales (los cuales se relacionan con desastres de origen natural como terremotos, huracanes, maremotos, erupciones volcánicas, etc), accidentales (los cuales se relacionan con accidentes vehiculares, incendios forestales, accidentes aéreos, etc.) y los que son provocados por el hombre – como asesinatos, violaciones, maltratos, etc. – [18]. Todos estos eventos son mitigados por los PRAE. El impacto de estos eventos pueden generar traumas, los cuales pueden durar desde segundos hasta días o meses. El trauma puede manifestarse también en alteraciones de la salud física.

2.8 Escalas de medición de estrés

Existen una gran variedad de cuestionarios cuyo fin es la medición del estrés y sus derivados (distrés, eustrés, TEPT, etc), las cuales miden diversos aspectos del estrés así como su incidencia en el sujeto de estudio. Dentro de los cuestionarios están :

- Escala del estrés percibido (PSS por sus siglas en inglés *perceived stress scale*): Se enfoca en la medición de la respuesta fisiológica frente a agentes estresores. La escala original consta de 14 ítems (PSS-14), aunque existen adaptaciones como PSS-10 o PSS-4. Esta escala contiene preguntas tales como “¿con qué frecuencia ha estado afectado por algo ocurrido inesperadamente? o ¿con qué frecuencia ha sentido que las cosas van bien?”. Está valorada con una escala Likert de 0 (nunca) a 4 (muy a menudo) [19].
- Lista de comprobación del TEPT (PCL): Es una escala que mide los síntomas de TEPT según los

criterios del DSM-4 experimentados en el último mes valorados con escala de Likert de cinco puntos (donde cero corresponde a “nada” y cuatro corresponde a “extremadamente”). Posee tres versiones: Militar (PCL-M), civil (PCL-C) y específica (PCL-S) [20].

- Escala de TEPT administrada por el médico (CAPS por sus siglas *the clinician-administered PTSD scale*): Es una escala que mediante la aplicación de una entrevista estructurada evalúa el núcleo y los síntomas asociados al TEPT. La entrevista evalúa la intensidad y frecuencia de cada síntoma mediante la aplicación de preguntas rápidas y escalas de evaluación definidas. Es capaz de evaluar síntomas actuales y transversales en el tiempo [21].
- Escala de impacto del evento (IES por sus siglas *impact of event scale-revised*): Evalúa el grado de impacto y sufrimiento producido por un evento vital aleatorio. La escala está compuesta de 15 ítems para la medir los síntomas de TEPT, además contiene dos subescalas cuyos enfoques son la evitación e intrusión de pensamientos del sujeto [22].
- Encuesta de estrés policial de Spielberger (EEPS): Es un cuestionario de 60 ítems para evaluar fuentes específicas de factores estresantes en el trabajo policial ocurridos en el último mes. Los 60 ítems cubren tres dimensiones (subescalas de estrés) de los estresores policiales: presión administrativa y organizacional (23 ítems), amenaza física y psicológica (24 ítems) y falta de apoyo (13 ítems) [23].
- Cuestionario de salud general de Goldberg (G.H.Q): Es un cuestionario de 60 preguntas el cual evalúa el grado general de salud. Existen versiones más abreviadas de 30, 28 y 12 preguntas. Se centra en el análisis de 4 áreas: Depresión, ansiedad, hipocondría e inadecuación social, el cual es utilizado para detectar el estrés psicológico y morbilidad. El fin de este cuestionario es evaluar la severidad de alteraciones psiquiátricas [24].
- Escala de malestar de Kessler (K): Es una escala cuyo fin es evaluar el malestar psicológico de un sujeto. La escala considera una gran variedad de síntomas asociados a la depresión y ansiedad. Esta escala mide el malestar, pero no determina el trastorno que afecta al sujeto. Tiene versiones de 10 ítems (K-10) y versiones de 6 ítems (K-6) [25].
- Modelo de desequilibrio esfuerzo/recompensa (DER): Es un modelo que identifica diversas condiciones de recompensa social que tienen impacto en las redes neuronales asociadas al sistema cerebral de recompensa. Este modelo plantea que el bienestar y salud están relacionados con un intercambio social exitoso [46].
- Escala de depresión, ansiedad y estrés (DASS) : Es un cuestionario de autoinforme que mide los síntomas emocionales negativos en las subescalas de síntomas de depresión, ansiedad y estrés. Los participantes responden en una escala de gravedad/frecuencia de 4 puntos (donde 0 corresponde a “No se me aplicó en absoluto” y corresponde a ”Me aplicó mucho/la mayor parte del tiempo”) [26].
- Cuestionario internacional de trauma (ITQ por sus siglas en inglés *International Trauma Questionnaire*): Es un cuestionario que se enfoca en las principales características del TEPT. Consiste en preguntas enfocadas en un evento estresante y sus repercusiones en la vida del sujeto. Está valorado en una escala de 0 a 4, donde 0 corresponde a “nada” y 4 a “extremadamente” .
- Termómetro de distrés (TD): Es una herramienta usada para la valoración del estado emocional del sujeto. Para su aplicación, se le pide al sujeto que indique en un termómetro (impreso y valorado de 0 a 10, donde 0 es sin angustia emocional y 10 angustia emocional extrema) cuánta angustia ha experimentado en el último tiempo.
- Lista de verificación de activación de estrés (SACL por sus siglas en inglés *Stress Arousal Checklist*): Está compuesto por dos subescalas. La subescala de estrés utiliza 19 palabras adjetivas positivas y negativas relacionadas con el estado de ánimo, como "Preocupado" o "Pacífico". La subescala de excitación contiene 15 elementos positivos y negativos, como 'Activo' o 'Soñoliento'. Los sujetos deben seleccionar la palabra que mejor describa su estado actual de las opciones: 'Siento definitivamente', 'Siento levemente', 'No puedo decidir', ' y ' Definitivamente no siento. Se asigna un valor de 1 si se seleccionan los adjetivos positivos 'Definitivamente siento' o

'Sentir un poco' o las opciones de adjetivos negativos 'No puedo decidir' o 'Definitivamente no siento'. En caso contrario se da un valor de 0. La puntuación máxima en la escala de estrés es 19, mientras que la puntuación máxima en la escala de excitación es 15. Una puntuación más alta representa sentimientos subjetivos más altos de excitación y estrés [27].

- Cuestionario de estrés policial (PQS): un cuestionario de autoinforme de 40 ítems que consta de dos subescalas que miden el contenido del trabajo (factores de estrés organizacionales-20 preguntas) y el contexto laboral (factores de estrés operativos-20 preguntas) [26]. El Cuestionario de estrés policial consta de dos escalas (cada una de 20 ítems) diseñadas para evaluar el estrés operativo (PSQ-Op) y organizacional (PSQ-Org) [9]. El PSQ-Op mide los estresores relacionados, por ejemplo, con la fatiga y los problemas de salud como consecuencia del trabajo. PSQ Org mide los factores estresantes, como las dificultades asociadas con los trámites burocráticos, la falta de recursos y la escasez de personal [28].
- Escala de depresión, ansiedad y estrés-42 (DASS-42): la cual es un cuestionario de autoinforme de 42 ítems que mide los síntomas emocionales negativos en las subescalas de síntomas de depresión, ansiedad y estrés. Los participantes responden en una escala de gravedad/frecuencia de 4 puntos (donde 0 corresponde a “No se me aplicó en absoluto” y 3 corresponde a “Me aplicó mucho/la mayor parte del tiempo”) [29].

Los cuestionarios o escalas de medición de estrés en su mayoría son valorados mediante la aplicación de “escalas de Likert”. Las escalas de Likert son instrumentos psicométricos donde el sujeto de estudio debe valorar su respuesta ajustándose a ítems ya definidos, usualmente en escalas numéricas donde 0 es el valor más bajo y su significado puede ser “no aplica”, “nada” u otro. El valor más alto es definido dependiendo de la necesidad del estudio al igual que los significados de cada número de la escala.

3. Metodología e implementación

Para llevar a cabo la revisión sistemática de esta investigación, se procederá a realizar la búsqueda en las siguientes bases de datos: Web of Science, Wiley, Science Direct, Scopus y Pubmed.

Para obtener una búsqueda acotada y focalizada en un rango de interés, se definen dos conceptos claves en base a los cuales se realizará esta búsqueda. Primeramente se usa el concepto de *medición de estrés* el cual tiene como objetivo orientar la búsqueda hacia literatura relacionada con los métodos de medición, técnicas de medición, equipos de medición u otros. En segunda instancia se usa el concepto de *equipos de emergencias* el cual tiene como objetivo orientar la búsqueda hacia la literatura relacionada a primeros respondedores, policías, paramédicos y/o bomberos. Luego se definen las siguientes palabras claves en base a la pregunta de investigación *¿cuál es el estado del arte en las técnicas de medición de estrés en equipos de emergencias?* bajo la cual se desarrolla esta revisión sistemática: *stress measurement, techniques for stress measurement, first responders, emergency responders, firefighters, police y paramedics*. Estas palabras son conectadas mediante expresiones lógicas para generar una expresión de búsqueda acorde a la investigación (ver tabla 3).

Bases de datos	Expresión de búsqueda
Web of Science, Wiley, Scopus, Science Direct y Pubmed.	<i>[("stress measurement" OR "techniques for stress measurement") AND ("emergency responders" OR "firefighters" OR "police" OR "paramedics" OR "first responders")]</i>

Tabla 3. Expresión de búsqueda y bases de datos utilizadas para la revisión sistemática.

Una vez realizada la búsqueda, se deben determinar los artículos que serán, o no, incluidos en la investigación.

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados desde el año 2012 en adelante.
- Idioma de búsqueda: inglés.
- Idioma de documentación aceptada: inglés y español.
- Artículos relacionados con distintas instituciones de primera respuesta ante emergencias, tales como policía, paramédicos y bomberos. Estos artículos pueden abarcar a las instituciones antes mencionadas de manera conjunta o separada.
- Artículos relacionados con las técnicas de medición, con la observación del estrés y el resultado de las observaciones.

Criterios de exclusión:

- Artículos publicados antes del 2012
- Artículos que no se encuentren en inglés o español.
- Artículos que consideren como primeros respondedores a voluntarios informales o personas ajenas a las instituciones de policía, bomberos o paramédicos.
- Artículos que se refieran a las condiciones de reducción y/o minimización del estrés.

Una vez definidos los criterios de inclusión y exclusión se seleccionan los artículos de interés para la investigación. Se realizará un primer filtro por medio de los títulos de la documentación encontrada mediante la aplicación de la expresión de búsqueda; de esta forma se identificará si posee información acorde a las palabras claves de búsqueda. Un segundo filtro se realizará por medio de una lectura del abstract. Debido a que se usarán 5 bases de datos, a posterior se verificará la documentación escogida con el fin de no tener repetitividad de documentos y en caso de que se genere dicho fenómeno se eliminará el duplicado. Finalmente, se realizará una revisión de la validación de la metodología propuesta y se discutirá acerca de la efectividad de la medición entregada a través de ella.

Esta revisión se enfocará en dos aspectos. Primero se enfocará en las técnicas cuantitativas de medición identificando la variable fisiológica evaluada y las tecnologías usadas y/o creadas para la medición de esa variable. El segundo aspecto se enfocará en la medición cualitativa del estrés mediante la aplicación de cuestionarios psicológicos. Ambos aspectos describirán la población de estudio sobre la cual se realizaron las mediciones.

4. RESULTADOS

4.1 Selección de literatura y PRISMA

Realizado el proceso de búsqueda en las bases de datos mencionadas en la sección de metodología, se procede a realizar la selección de la literatura de interés que será utilizada para la revisión sistemática. El total de literatura encontrada mediante la aplicación de la expresión de búsqueda en las bases de datos fue de 398 documentos. Además se le suma 1 artículo el cual fué propuesto como literatura recomendada por el profesor guía. Tras una lectura de los títulos o *abstracts* en la literatura encontrada, se procedió a escoger literatura que presenta directa relación con el objetivo de esta revisión sistemática siendo seleccionados 109 artículos (ver tabla 4). Toda la literatura escogida en primera instancia fue exportada a la plataforma *EndNote* – plataforma utilizada para la gestión de bibliografía –, mediante el uso de esta plataforma se realiza la eliminación de duplicados, quedando un total de 98 artículos.

Base de datos	Artículos encontrados mediante la expresión de búsqueda y la aplicación de filtro temporal e idioma.	Artículos seleccionados mediante la lectura de título y/o resumen.
PUBMED	330	89
Science Direct	45	11
Scopus	6	5
Wiley	15	2
Web of Science	2	2
Total	398	109

Tabla 4. Descripción de la cantidad de artículos encontrados en cada base de datos, además se muestra la selección de artículos de interés en cada base de datos mediante la lectura del título y/o resumen.

Después, la literatura fué filtrada mediante la aplicación del concepto “acceso”, el cual categoriza a los artículos que son de libre acceso y en los que no son de libre acceso, tras la aplicación de ese filtro fueron excluidos 51 artículos por no poseer libre acceso y quedaron un total de 45 documentos seleccionados que tenían libre acceso (ver tabla 5). Además se aplicó un filtrado de idioma el cual solo considera artículos en inglés y español, con lo cual fueron excluidos 2 artículos. Finalmente se hizo una completa lectura de los artículos seleccionados, de los cuales fueron excluidos 17 debido a que el enfoque del artículo difería con el objetivo de este trabajo y 5 correspondían a revisiones sistemáticas. Quedando seleccionados 21 artículos para el análisis y síntesis de sus resultados.

Durante el proceso de selección y filtrado de literatura, inicialmente se utilizaron 5 bases de datos (BD) mencionadas en la sección de metodología. Posterior al filtrado por título, resumen y eliminación de duplicados, se evidenció que la totalidad de la literatura escogida (salvo el artículo sugerido por la búsqueda primaria) se encontraba en 3 bases de datos de las 5 utilizadas inicialmente. Por lo cual se hizo una reducción de ellas siendo finalmente utilizadas Pubmed, Science Direct y Scopus (ver imagen 1).

Artículos con libre acceso.	Artículos sin libre acceso.	Artículos en idiomas diferentes a inglés o español.
45	51	2

Tabla 5. Aplicación de filtrado por acceso e idioma.

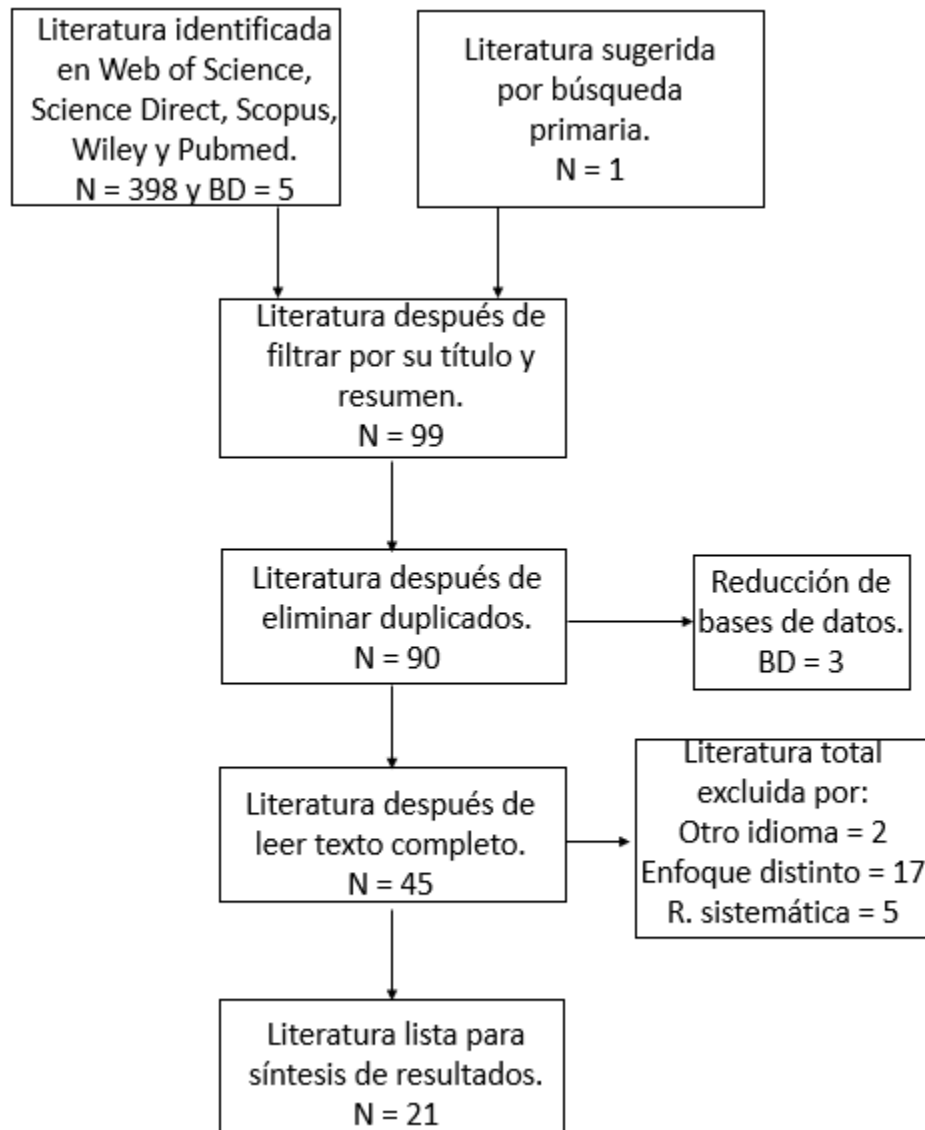


Imagen 1. Esquema PRISMA de la revisión sistemática sobre las técnicas de medición de estrés en personal de primera respuesta ante emergencias.

La documentación final seleccionada fué clasificada en dos métodos de medición de estrés: la medición de variables fisiológicas y mediciones mediante aplicación de cuestionarios o escalas de medición de estrés.

4.2 Técnicas de evaluación de estrés mediante la medición de variables fisiológicas.

Para este ítem fueron seleccionados 7 documentos los cuales describen técnicas de medición del estrés enfocados principalmente en la medición de las variables fisiológicas (ver tabla 6). Todos los estudios contenidos en los documentos son de tipo transversal.

Ref.	Población de estudio.	Variable fisiológica	Método
[30]	464 agentes de policías pertenecientes al departamento policial de buffalo en Nueva York, los cuales corresponden al 65% de la totalidad de policías de ese departamento.	- Cortisol	Recolección de muestras en salivettes. Fueron 7 muestras recolectadas por cada sujeto de estudio. Las muestras fueron tomadas en 7 horarios distintos previo o posterior a actividades definidas. Las muestras fueron almacenadas a 4°C, a posterior las muestras fueron centrifugadas con el fin de obtener una muestra menos viscosa. Después la muestra fue almacenada a -20°C hasta que se realizó la medición del cortisol mediante el inmunoensayo de resolución temporal DELFIA . Tras la descongelación de los salivettes, las muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante 5 minutos para mantener la muestras con baja viscosidad.
[31]	464 agentes de policía pertenecientes al departamento policial de Buffalo en Nueva York. Se excluyeron 118 sujetos, 17 por carecer de datos de electrocardiografía (ECG), 57 por antecedentes médicos de frecuencia cardíaca irregular, 22 sujetos se retiraron al momento del examen y 22 tenían datos incompletos de exposición al estrés. Con lo cual quedaron 346 sujetos para ser sujetos a la medición de la VFC.	- VFC	Las señales de ECG se obtuvieron de una serie temporal de la derivación II de Einthoven durante el examen de ecografía de la carótida en reposo. Los voltajes del ECG se muestrearon a 2000 hertz y se capturaron digitalmente mediante el software/sistema Biopac Systems, Inc MP100 con un amplificador de ECG (serie C). Las series temporales de ECG fueron procesadas en base a la detección del complejo QRS insertando un marcador en cada onda R. El último paso incluyó la inspección visual de ECG superpuesto con los marcadores QRS y la edición manual de los marcadores de la onda R. Los datos se procesaron mediante un análisis espectral autorregresivo paramétrico de orden 16. El componente de alta frecuencia de la VFC, se definió como el área bajo la densidad espectral de potencia de 0,15 a 0,4 hertz y se calculó para cada participante.

[32]	24 bomberos activos (23 hombres y 1 mujer) pertenecientes a departamentos de 14 estados de Estados Unidos. Tenían (media \pm desviación estándar) $39,29 \pm 8,93$ años, pesaban $90,95 \pm 11,91$ kg y su estatura era $1,81 \pm 0,11$ m. Los bomberos debían haber completado una evaluación médica conforme a la Asociación Nacional de Protección contra Incendio (NFPA).	<ul style="list-style-type: none"> - FC - Temperatura de piel y central 	La polera de la primera capa de ropa tiene integrada una correa que mide la frecuencia cardíaca (BioHarness 3) además de un sistema de software para informar la frecuencia cardíaca a 1 hertz con una resolución de 1 bpm. La prenda fué ocupada por bomberos. Las mediciones se realizaron durante todo el proceso de simulación de extinción de un incendio. La temperatura corporal central se midió a través de una cápsula con sensor de temperatura gastrointestinal (VitalAense Temperature Capsule). Se colocó un monitor (MiniMitter Vital Sense) en el cinturón de los bomberos. La temperatura central se registró cada 60 segundos durante todo el proceso de simulación con una precisión de $\pm 0,1$ °C. La temperatura de la piel se evaluó con una sonda manual (Dermatemp 1001) colocada en la parte posterior de la tuberosidad masetérica de la mandíbula, debajo de la oreja. La temperatura de la piel se midió con una resolución de $0,1$ °C desde la piel del cuello en dos puntos temporales discretos.
[33]	18 agentes de policia sanos, de sexo masculino y con un año de experiencia en el cuerpo de policias de Suecia. Los agentes dominaban el idioma inglés y sueco. De los 18 agentes 1 fué excluido por tener las calificaciones incompletas de las habilidades solicitadas. Quedaron 17 agentes seleccionados para el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - FC - Cortisol 	Se tomaron dos muestras de sangre, una previo al simulacro y la segunda posterior al simulacro. El objetivo era medir los niveles de antitrombina y de cortisol circulante en la sangre. Para medir el cambio en ambos niveles se calculó la diferencia entre las muestras tomadas. Para medir la excitación fisiológica se utilizó como indicador la frecuencia cardíaca (FC). Esta se midió mediante un monitor portátil y fué medida en tres ocasiones: previo, durante y 10 minutos posterior al SIC. La FC de medida previo al SIC fue usada como medición de referencia.
[34]	17 Bomberos (15 hombres y 2 mujeres) de un departamento de bomberos en Portugal. El rango de edad era entre 18 y 54 años ($M = 29.35 \pm 8.85$). Los años de servicio eran entre 1 y 23 años ($M = 9.41 \pm 7.3$).	<ul style="list-style-type: none"> - FC - VFC 	Se ocupó una camiseta que actuó como monitor de ECG portátil VitalJacket. Los participantes se sometieron a un seguimiento ambulatorio durante unos tres días en turnos de ocho horas. Para la extracción de los registros de ECG se utilizó un analizador de ECG. Este dispositivo permite detectar los picos

			de las ondas R del registro así como los intervalos RR y con estos intervalos se pudo calcular la VFC. Para el enfoque basado en eventos estresantes se calcularon los valores AVNN y LF/HF para 30 intervalos de 5 minutos.
[35]	26 bomberos (todos hombres, con un promedio de edad de 22.4 ± 1.8) pertenecientes a dos departamentos de bomberos distintos. 12 pertenecían a la Escuela matriz de bomberos en Varsovia en calidad de cadetes y 14 bomberos egresados que trabajaban en el departamento de bomberos de Torún. Todos los participantes están en buena condición de salud.	- VFC	Cada día en la mañana, dos bomberos eran equipados con cinturones con sensores (Equivital EQ-02 <i>life monitor</i>) la cual debían ocupar durante 24 horas. Los cinturones poseen sensores de ECG los cuales a través de sus registros se calculó la VFC, además de incorporar sensores acelerométricos en 3 dimensiones. La data fué recolectada por Equivital EQ-02 <i>life monitor</i> en su tarjeta de memoria SD interna. La onda de ECG se registró con una tasa de muestreo de 256 hz y la aceleración triaxial fue adquirida a una tasa de muestreo de 250 muestras por segundo. Además se registró la temperatura de la piel y la respiración. El hardware del equipo permite la detección de ondas R así como del intervalo R-R y sus tiempos asociados. Los valores de VFC se calcularon utilizando métodos lineales en el dominio del tiempo (SDNN, SDANN, SDNNIDX, pNN 50, SDSD, rMSSD, IRR, MADRR, TINN y HRVi) y métodos no lineales como el gráfico de Poincare (SD1,SD2) y medidas de entropía.
[41]	Se reclutaron 21 bomberos sin entrenamiento de los cuales eran 11 mujeres y 10 hombres.	- Cortisol	Se tomaron muestras de saliva utilizando un dispositivo de muestreo de saliva salivette (Sarstedt Ltd, Leicester, Reino Unido). Las muestras se almacenaron a $2-40^{\circ}\text{C}$ y se recuperaron descongelando la saliveta a temperatura ambiente durante 15 minutos y luego centrifugado a 1500 rpm durante 15 minutos. Luego se determinó la concentración de cortisol (nmol z L^{-1}) en la saliva mediante un kit de inmunoensayo enzimático de cortisol salival de alta sensibilidad (Salimetrics, State College, PA) según las instrucciones del fabricante.

Tabla 6. Descripción de la metodología aplicada en las técnicas de medición de estrés.

4.3 Técnicas de medición de estrés mediante la aplicación de cuestionarios.

Para este ítem fueron seleccionados 15 documentos, los cuales miden el estrés mediante la aplicación de cuestionarios y escalas valoradas (ver tabla 7).

Ref.	Población de estudio	Cuestionario	Variable de interés.
[36]	7190 bomberos de corea del sur, de los cuales fueron excluidos 39 por falta de datos, quedando 7151 bomberos para el análisis.	<ul style="list-style-type: none"> - Versión de 10 ítems de la PSS (PSS-10). - Versión civil de PCL 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés - Trastorno de estrés post traumático (TEPT)
[37]	2567 policías (77% hombres). Los participantes tenían entre 19 y 65 años (M=39.69, SD = 11.64) y declararon un rango de 0 a 46 años de servicio (M = 17.22,SD = 12.69)	<ul style="list-style-type: none"> - Ítem único “durante la semana, me sentí interesado” calificado con una escala Likert de 1 a 7. - 4 ítems elaborados por los mismos participantes. Se preguntó a los participantes en qué medida perciben la crisis del COVID-19 como estresante, desafiante, controlable y amenazante en escala de 1 a 7. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés
[38]	679 bomberos de Corea. Fueron excluidos 16 bomberos por historial psiquiátrico, además fueron excluidos 19 por historial psiquiátrico familiar, también fueron excluidos 92 por pérdida de información o baja fiabilidad de ella. Quedando un total de 552 bomberos para análisis.	<ul style="list-style-type: none"> - Versión acotada coreana de PSS. - Versión acotada coreana de OSS. - CAPS. - Versión coreana validada de IES valorada mediante la escala Likert de 0 a 4. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés - TEPT
[23]	356 oficiales pertenecientes al departamento de policías de Buffalo en Nueva York fueron considerados para el estudio siendo 256 hombres y 100 mujeres.	<ul style="list-style-type: none"> - EEPS 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés
[39]	161 alguaciles y jefes de policías del departamento de policías de la ciudad de Vizianagram en Andhra Pradesh. Fueron excluidos 11 policías por tener una puntuación alta en la escalas de mentiras de EPQ. Con lo	<ul style="list-style-type: none"> - G.H.Q-28 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés

	cual quedaron 150 personas para el estudio.		
[40]	De un universo de 16000 oficiales de policías de la región autónoma de Ningxia Hui, China fueron escogidos aleatoriamente 5650 oficiales, de los cuales finalmente 5611 participaron en el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - Escala de seis ítems desarrollada por Kessler valorada con escala Likert de 1 a 5. - Aplicación de pregunta "Indique el nivel de estrés laboral durante el brote de COVID-19", valorada en una escala de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto). 	<ul style="list-style-type: none"> - Distres
[41]	De 294 policías que integran la unidad de policía italiana "VI reparto mobile", 2 policías se negaron a participar en el estudio, 1 no pudo completar las pruebas solicitadas. Dado que solo 2 mujeres integraban el grupo, no se pudieron evaluar las diferencias de género por lo cual también fueron excluidas. Finalmente quedaron 289 oficiales para el estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - Versión italiana validada de cuestionario DCA de demanda/control/apoyo - Versión italiana validada de cuestionario de desequilibrio esfuerzo/recompensa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés
[42]	Fueron considerados 664 sujetos para el estudio. De ellos 583 se identificaron como mujeres, 74 como hombres y 7 personas optaron por no identificarse. Tenían entre 18 y 73 años con una media de 39.8 años. 27% pertenecían a la policía, 33% pertenecía a bomberos, 13% pertenecía a personal de ambulancia y 31% pertenecía al servicio nacional de defensa de Nueva Zelanda.	<ul style="list-style-type: none"> - STSS de 17 ítems valorada con escala de Likert de cinco puntos que van desde 'nunca' a 'muy a menudo'. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés
[26]	La muestra de estudio fue de 109 individuos, los cuales llevaban al menos un año ejerciendo la profesión, y no pertenecían a la rama administrativa de la institución. Los sujetos de estudio eran policías pertenecientes a la policía urbana de Ontario en Canadá.	<ul style="list-style-type: none"> - PQS valorado en una escala Likert de 7 puntos. - DASS-42. - PCL-5 valorada en escala de Likert de 5 puntos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrés - TEPT
[43]	Los participantes fueron 2444 oficiales de policía pertenecientes a la policía de Reino Unido, de los cuales	<ul style="list-style-type: none"> - ITQ 	<ul style="list-style-type: none"> - TEPT - C-TEPT

	2171 (89 %) formaron parte de la evaluación de rutina y 273 (11 %) fueron remitidos. La edad media de toda la muestra (n = 2444) fue de 39,5 años (DE = 9,5), con 1288 (53%) varones.		
[28]	De 1840 policías 717 completaron el cuestionario de participación. De los cuales 4 pertenecían a jefaturas y el restante pertenecía al servicio operativo.	- PSQ - TD	- Estrés - Distres
[44]	Participaron 263 oficiales de policía pertenecientes a 2 unidades de mando en un condado inglés. De los cuales 192 eran hombres, 67 eran mujeres y 4 no especificaron.	- GHQ de 12 ítems.	- Distres
[45]	Participaron 235 policías pertenecientes a la región sur de Polonia de los cuales 216 eran hombres y 19 mujeres. Su rango de edad estaba entre los 27 y 58 años.	- Versión polaca de PSS de 10 ítems valorada en escala Likert de 0 a 4.	- Estrés
[27]	Se reclutaron 21 bomberos sin entrenamiento de los cuales eran 11 mujeres y 10 hombres.	- SACL.	- Estrés
[29]	Participaron 120 policías que cumplían con todos los criterios inclusión y exclusión, es decir, llevar al menos 2 o más años de servicio activo, ser mayores de 22 años y tener una condición de salud sana.	- DASS - 21	- Estrés

Tabla 7. Descripción de la metodología para la medición de estrés, se observan los cuestionarios aplicados y las variables de interés de cada estudio.

5. Discusión

Se identificaron dos macros enfoques en cuanto a la medición del estrés: el enfoque bio-ingenieril y el enfoque psicoanalítico. El enfoque bio-ingenieril evocaba en uso de tecnologías – tales como VitalJacket, MiniMitter Vital Sense, entre otros – para la medición de las variables fisiológicas involucradas en el estrés, como los niveles de cortisol, la estimación de la frecuencia cardiaca y el cálculo de la variación de la frecuencia cardíaca.

El enfoque psicoanalítico hace uso de diversos cuestionarios y escalas de valoración, los cuales eran respondidos por los mismos sujetos de estudio o profesionales especialistas. Estos cuestionarios se enfocan en el análisis psicológico de los sujetos, así como también la repercusión de traumas en su diario vivir y en sus relaciones interpersonales. Los cuestionarios en general suelen ajustarse en base del objetivo del estudio o la población de estudio, variando principalmente la cantidad de ítems.

Si bien se han desarrollado tecnologías – tales como monitores portátiles, camisetas y cintas con biosensores – que permiten medir los parámetros fisiológicos en el diario vivir de un sujeto de estudio, no todas las tecnologías se adecuaron a la verdadera realidad de los primeros respondedores, es decir, tecnologías asociadas a la medición del cortisol no eran capaces de captar muestras en el momento que se generaba la situación real de estrés, generando muestras con niveles de cortisol más bajos con respecto a los niveles de cortisol reales frente a una situación de estrés.

Al aplicar un análisis FDL (fortalezas, debilidades y limitaciones) a este estudio, encontramos que en cuanto a las fortalezas, estuvo que quien desarrolló esta revisión sistemática integra activamente una de las instituciones pertenecientes a los PRAE (bomberos), con lo cual permitía tener una mirada crítica frente a la información documentada. Además, se podía entender los escenarios de aplicación de las mediciones de estrés así como las dificultades que puede presentar realizar dicha medición.

En cuanto a las debilidades estuvo el poco conocimiento del campo psicoanalítico aplicado a la medición del estrés y sus fundamentos, con lo cual no se podía ejercer una mirada crítica con propiedad ante la información propuesta. Las limitaciones que tuvo esta revisión sistemática fueron de índole económico, restringiendo el acceso a documentación que era calificada de interés. Además, hubo una limitación lingüística, la cual limitó el acceso a documentación e información que estuviera en un idioma diferente al inglés o español. Este documento no presenta información en idiomas distintos al inglés o español lo cual corresponde al 2,04% de la documentación de interés inicial. Toda la información contenida en este documento está referenciada y es de libre acceso.

Este trabajo logra sintetizar las técnicas de medición de estrés desarrolladas o aplicadas durante los últimos 10 años. Ofrece alternativas de medición de estrés ya aplicadas, respaldadas con estudios evaluando a diversas poblaciones de primeros respondedores.

Los desafíos que nos plantea la medición del estrés en los PRAE va en el desarrollo de tecnologías de medición permanente en el tiempo, es decir, que puedan ser integradas al equipo de protección personal que ocupan los primeros respondedores, con lo cual se busca cuidar la salud del primer respondedor. También nos plantea que, sabiendo que el estrés es un fenómeno en el cual convergen dos enfoques de gran impacto como lo es el enfoque bio-ingenieril y el enfoque psicoanalítico, este informe permite contrastar ambos enfoques, pero permite también estrecharlos. Se insta a los lectores e investigadores a relacionarlos entre sí para encontrar nuevos métodos de medición de estrés integrando ambos enfoques, como por ejemplo mediante la aplicación de electroencefalografía y asociar e identificar patrones en las ondas cerebrales frente a una situación de estrés. O cómo se comporta el cerebro mientras el sujeto desarrolla un cuestionario de medición de estrés, ya que esté apelará al recuerdo de situaciones que le produjeron estrés.

6. Conclusión

El objetivo de esta revisión sistemática se enfocó en la identificación de metodologías para medir el estrés en los primeros respondedores ante emergencias. Se identificaron dos macro-enfoques en la metodología de medición del estrés: el enfoque bio-ingenieril y el enfoque psicoanalítico.

No se ha encontrado evidencia sobre la frecuencia de aplicación de cuestionarios o escalas de evaluación del estrés más allá de los estudios realizados por profesionales. La mayoría de los informes se aplicaron sobre policías (70,6 %), lo cual difiere abruptamente al contrastarlos sobre los aplicados sobre bomberos (23,5 %) y los aplicados sobre paramédicos (5,9 %). De los 17 cuestionarios y escalas encontradas, solo 2 fueron desarrolladas para policías, mientras que las 15 restantes eran adaptaciones de cuestionarios aplicados para los civiles.

A nivel de poblaciones de estudios este trabajo es de carácter generalizado involucrando sujetos de distintas nacionalidades. Aun así, sería interesante poder recopilar información más acotada a nuestra realidad nacional, utilizando como población de estudio a carabineros, bomberos o paramédicos. Ya que

existen diferencias a nivel cultural, social y económico, las cuales pueden afectar los resultados de los estudios.

Este trabajo logró compilar las técnicas de medición de estrés vigentes en los últimos 10 años, el cual ofrece una herramienta de información actualizada a los interesados en realizar mediciones de estrés en equipos de primera respuesta ante emergencias. Aunque podría mejorar sustancialmente con una base de datos más amplia, ya que como se planteó en los resultados, hubo un déficit de recursos con lo cual se limitó el acceso a 51 artículos considerados de interés.

Se espera que este trabajo tenga un impacto positivo en el Cuerpo de bomberos de Valparaíso tras ser presentado al inspector Jefe del Departamento de Salud de la institución Dr. Silvio Pineda.

7. Referencias

- [1] Real Academia Española. 2022. Accedido el 15 de abril de 2022. [En línea]. Disponible: <https://dle.rae.es/emergencia>.
- [2] F. Céspedes C, "El síndrome de burnout en población bomberil: Una revisión narrativa de la literatura.", trabajo de título, Universidad de Chile, 2020. Accedido el 16 de abril de 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/175432/EI%20Síndrome%20de%20burnout%20en%20población%20bomberil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] S. Torrades, "Estrés y burn out", *OFFARM*, vol. 26, n.º 10, p. 105, 2007. Accedido el 16 de abril de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13112896>
- [4] H. Marín U, N. Ramos A, A. Astorga S y A. Breinbauer K, "Estrategias de afrontamiento psicológico y salud mental en bomberos.", ANB, Santiago, julio de 2017. Accedido el 19 de abril de 2022. [En línea]. Disponible: https://www.anb.cl/documentos_sitio/34734_Informe_investigacion.pdf
- [5] M. L. Naranjo P, "Una revisión teórica sobre el estrés y algunos aspectos relevantes de este en el ámbito educativo." *Educación*, vol. 33, n.º 2, 2009. Accedido el 7 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058011.pdf>.
- [6] Nogareda, S. (s. f.). NTP 355: Fisiología del estrés. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- [7] Selye, H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. *BMJ*, *1*(4667), 1383–1392. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.4667.1383>
- [8] Pannia, S. L. (2014). *El problema del estrés y su afrontamiento en las escuelas* [Tesis de grado, Universidad Abierta Iberoamericana]. <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC114241.pdf>
- [9] Arnáez, S., García- Soriano, G. y Belloch, A. (2020). Creencias disfuncionales en la hipocondría: Un estudio familiar. *Anales de psicología*, *35*(1). https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-97282019000100003&script=sci_arttext&tlng=es
- [10] Meina, M., Ratajczak, E., Sadowska, M., Rykaczewski, K., Dreszer, J., Bałaj, B., Biedugnis, S., Węgrzyński, W. y Krasuski, A. (2020). Heart rate variability and accelerometry as classification tools for monitoring perceived stress levels—a pilot study on firefighters. *Sensors*, *20*(10), 2834. <https://doi.org/10.3390/s20102834>
- [11] Gil-Martin, M., San-Segundo, R., Mateos, A. y Ferreiros-Lopez, J. (2022). Human stress detection with wearable sensors using convolutional neural networks. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, *37*(1), 60–70. <https://doi.org/10.1109/maes.2021.3115198> leer referencia 23 del documento y referencia 25
- [12] Yang, X., McCoy, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Brand, C., Carrasco-Turigas, G., Dons, E., Gerike, R., Goetschi, T., Nieuwenhuijsen, M., Pablo Orjuela, J., Int Panis, L., Standaert, A. y de Nazelle, A. (2021). The effects of traveling in different transport modes on galvanic skin response (GSR) as a measure of stress: An observational study. *Environment International*, *156*, 106764. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106764>

- [13] Hernández-Quiceno, S., Uribe-Bojanini, E., Alfaro-Velásquez, J. M., Campuzano-Maya, G. y Salazar-Peláez, L. M. (2016). Cortisol: Mediciones de laboratorio y aplicación clínica. *Medicina Y Laboratorio*, 22(3-4), 147–164. <https://doi.org/10.36384/01232576.74>
- [14] Osorio Paz, I. y Salceda Sacanelles, R. (2012). Control hormonal de la homeostasis energética: De la célula al cerebro. *Revista de educación bioquímica*, 31(2), 41–48.
- [15] Calvo-Colindrez JE, Duarte-Mote J, Lee Eng- Castro VE, Espinosa-López RF, Romero-Figueroa S, Sánchez-Rojas G. Hiperglucemia por estrés. *Med Int Méx* 2013;29:164-170.
- [16] Ardila, E. (2017). Radioinmunoensayo. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo*, 3(1), 41–42. <https://doi.org/10.53853/encr.3.1.23>
- [17] San Martín Sánchez, L., Lozano Benito, D., Rico Sevilla, M. y Vega-Pla, J. (2016). Detección de cortisol en pelo como biomarcador de estrés crónico en perros de trabajo de las FAS. *Revista de sanidad militar*, 72(4), 255–259.
- [18] Carvajal, C. (2002). Trastorno por estrés postraumático: Aspectos clínicos. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 40. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92272002000600003
- [19] Campo-Arias, A., Oviedo, H. y Herazo, E. (2014). Escala de estrés percibido-10: Desempeño psicométrico en estudiantes de medicina de Bucaramanga, Colombia. *Anales de la facultad de medicina*, 62(3), 407–413. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v62n3/v62n3a10.pdf>
- [20] Cobos Redondo, B., Navarro, R., Morán, N., Altungy, P., Gesteira, C., Fausor, R., Reguera, B., García-Vera, M. P. y Sanz, J. (2021). La Lista de Verificación del Trastorno de Estrés Postraumático (PCL) en víctimas del terrorismo: Análisis comparativo de las propiedades psicométricas de su aplicación telefónica frente a presencial. *Ansiedad y Estrés*, 27(2-3), 140–148. <https://doi.org/10.5093/anyes2021a19>
- [21] Blake, D. D., Weathers, F. W., Nagy, L. M., Kaloupek, D. G., Gusman, F. D., Charney, D. S. y Keane, T. M. (1995). The development of a clinician-administered PTSD scale. *Journal of Traumatic Stress*, 8(1), 75–90. <https://doi.org/10.1002/jts.2490080106>
- [22] Caamaño W, L., Fuentes M, D., González B, L., Melipillán A, R., Sepúlveda C, M. y Valenzuela G, E. (2011). Adaptación y validación de la versión chilena de la escala de impacto de evento-revisada (EIE-R). *Revista médica de Chile*, 139(9), 1163–1168. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872011000900008>
- [23] Ma, C. C., Hartley, T. A., Sarkisian, K., Fekedulegn, D., Mnatsakanova, A., Owens, S., Gu, J. K., Tinney-Zara, C., Violanti, J. M. y Andrew, M. E. (2019). Influence of work characteristics on the association between police stress and sleep quality. *Safety and Health at Work*, 10, 30–38.
- [24] García Viniegras, C. (1995). Manual para la utilización del cuestionario de salud general de Goldberg. Adaptación cubana. *Revista Cubana De Medicina General Integral*, 15(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21251999000100010#1
- [25] Larzabal-Fernandez, A., Ramos-Noboa, M. I., Jaramillo-Zambrano, A. y Hong-Hong, A. E. (2020). Propiedades psicométricas de la escala de malestar subjetivo de kessler (K10) en adultos ecuatorianos. *CienciaAmérica*, 9(3), 27. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.265>
- [26] Chan, J. y Andersen, J. (2020). Influence of organizational stress on reported depressive symptoms among police. *Occupational Medicine*, 70, 496–502.
- [27] Robinson S., Leach J, Owen-Lynch PJ, Sunram-Lea S.(2013). Stress reactivity and cognitive performance in a simulated firefighting emergency. *Aviat Space Environ Med*, 84, 592– 599.
- [28] Acquadro Maran, D., Varetto, A., Zedda, M. y Ieraci, V. (2015). Occupational stress, anxiety and coping strategies in police officers. *Occupational Medicine*, 65, 466–473.
- [29] Dey, A., Majumdar, P., Saha, A. y Sahu, S. (2021). COVID-19 pandemic lockdown-induced altered sleep/wake circadian rhythm, health complaints and stress among traffic police personnel in India. *Chronobiology International*, 38(1), 140–148.
- [30] Allison, P., Mnatsakanova, A., Fekedulegn, D. B., Violanti, J. M., Charles, L. E., Hartley, T. A., Andrew, M. E. y Miller, D. B. (2019). Association of occupational stress with waking, diurnal, and bedtime cortisol response in police officers. *American Journal of Human Biology*, 3–4.

- [31] Andrew, M. E., Violanti, J. M., Gu, J. K., Fekedulegn, D., Li, S., Hartley, T. A., Charles, L. E., Mnatsakanova, A., Miller, D. B. y Burchfiel, C. M. (2017). Police work stressors and cardiac vagal control. *American Journal of Human Biology*, 29(5), Artículo e22996. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22996>
- [32] Kesler, R. M., Mayer, A., Fent, K. w., Chen, I-C., Deaton, A. S., Ormond, R. B., Smith, D. L., Wilkinson, A., Kerber, S. y Horn, G. P. (2021). Effects of firefighting hood design, laundering and doffing on smoke protection, heat stress and wearability. *Ergonomics*, 64(6), 755–767.
- [33] Arble, E., Daugherty, A. M. y Arnetz, B. (2019). Differential effects of physiological arousal following acute stress on police officer performance in a simulated critical incident. *Frontiers in Psychology*, 10(759), 1–11.
- [34] Rodrigues, S., Paiva, J. S., Dias, D. y Cunha, J. P. S. (2018). Stress among on duty firefighters: An ambulatory assessment study. *PeerJ*, 2–19.
- [35] Meina, M., Ratajczak, E., Sadowska, M., Rykaczewski, K., Dreszer, J., Balaj, B., Biedugnis, S., Wegrzynski, W. y Krasuski, A. (2020). Heart rate variability and accelerometry as classification tools for monitoring perceived stress levels. *Sensors*, 20(2834), 1–21.
- [36] Park, H., Kim, J. I., Oh, S. y Kim, J. H. (2018). The impact of emotional labor on the severity of PTSD symptoms in firefighters. *Comprehensive psychiatry*, 83, 53–58.
- [37] Frenkel, M. O., Giessing, L., Egger-Lampl, S., Hutter, V., Oudejans, R. R., Jaspert, E., Kleygrewe, L. y Plessner, H. (2021). The impact of COVID-19 pandemic on european police officers: Stress, demands, and coping resources. *Journal of Criminal Justice*, 72, 1–14.
- [38] Lee, J.-S., Ahn, Y.-S., Jeong, K.-S., Chae, J.-H. y Choi, K.-S. (2014). Resilience buffers the impact of traumatic events on the development of PTSD symptoms in firefighters. *Journal of affective disorders*, 162, 128–133.
- [39] Kaur, R., Chodagiri, V. K. y Reddi, N. K. (2013). A psychological study of stress, personality and coping in police personnel. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 35(2), 141–147.
- [40] Huang, Q., Ahmad Bodla, A. y Chen, C. (2021). An exploratory study of police officers' perceptions of health risk, work stress, and psychological distress during the COVID-19 outbreak in China. *Frontiers in Psychology*, 12, Artículo 632970.
- [41] Galvarino, S., Chiorri, C. y Magnavita, N. (2014). Personality traits of the five-factor model are associated with work-related stress in special force police officers. *Int Arch Occup Environ Health*, 87, 295–306.
- [42] Stowe Alrutz, A., Buetow, S., Cameron, L. D. y Kenneth, P. (2020). What happens at work comes home. *Healthcare*, 8(350), 1–12.
- [43] Steel, C., Tehrani, N., Lewis, G. y Billings, J. (2021). Risk factors for complex posttraumatic stress disorder in UK police. *Occupational Medicine*, 71, 351–358.
- [44] Houndmont, J., Jachens, L., Randall, R., Colwell, J. y Gardner, S. (2020). Stress management competency framework in English policing. *Occupational Medicine*, 70, 31–37.
- [45] Janczura M, Bochenek G, Nowobilski R, Dropinski J, Kotula-Horowitz K, Laskowicz B, , Stanis, A., Lelakowski, J. y Domagala, T. (2015) The Relationship of Metabolic Syndrome with Stress, Coronary Heart Disease and Pulmonary Function - An Occupational Cohort-Based Study. *PLoS ONE* 10(8): e0133750. doi:10.1371/journal.pone.0133750
- [46] Fernández-López, J. A., Fernández-Fidalgo, E. y Siegrist, J. (2005). El trabajo y sus repercusiones en la salud. El modelo “Desequilibrio Esfuerzo-Recompensa-DER”. *Revista de Calidad Asistencial*, 20(3), 165–170. [https://doi.org/10.1016/s1134-282x\(08\)74743-2](https://doi.org/10.1016/s1134-282x(08)74743-2)
- [47] Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

8. Glosario

ANB : Academia nacional de bomberos de Chile.

AVNN : Promedio de intervalos de normales a normales (Average of Normal-to-Normal Intervals).

DELFLIA : (por sus siglas en inglés dissociation - enhanced lanthanide fluorescence immunoassay).

EHSP : Eje hipofisossuprarrenal, es una estructura nerviosa compuesta por el hipotálamo, que enlaza el sistema endocrino y el sistema nervioso[6].

OMS : Organización mundial de la salud.

PAH : polycyclic aromatic hydrocarbon.

PRAE: Primeros respondedores ante emergencias.

RAE : Real academia española de la lengua.

Salivette: Sistema que permite la obtención de muestras de saliva.

SNV : Sistema nervioso vegetativo, también conocido como sistema nervioso autónomo.

Stakeholders : Personas o partes interesadas.

Vitaljacket : Camiseta que contiene una plataforma de biomonitoreo portátil capaz de monitorear señales de ECG en tiempo real. Contiene un sistema de acelerómetro de 3 ejes, que permite la corrección de la señal de ECG para perfiles de actigrafía, y un transmisor Bluetooth que permite la visualización de la señal de ECG en tiempo real.