



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

# CARGA MENTAL EN OPERADORES DE VIDEOVIGILANCIA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN  
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA  
APLICADA AL TRABAJO

YULISA PATRICIA PEDRAZA HUARCAYA

LIMA – PERÚ

2026



**ASESOR**

Mg. Brunella Ysabel Lizardo Otero

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

MG. ARMANDO WILLY TALAVERANO OJEDA

PRESIDENTE

MG. MIRKO ROGERS PEZOA VILLANUEVA

VOCAL

MG. CLAUDIA MYLENA TIRADO COSSER

SECRETARIO (A)

**DEDICATORIA.**

A mi familia, por su paciencia y apoyo en los momentos más desafiantes.

**AGRADECIMIENTOS.**

A mis maestros por compartir su conocimiento, su guía y su ejemplo.

**FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Trabajo de Investigación Autofinanciada



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

#### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	PEDRAZA HUARCAYA YULISA PATRICIA

Pertencientes al programa de la **MAESTRÍA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO**, autores del trabajo titulado: **CARGA MENTAL EN OPERADORES DE VIDEOVIGILANCIA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	LIZARDO OTERO BRUNELLA YSABEL	FAMED	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **6%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2933198411**; fecha de entrega: **15-04-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 15 de abril de 2026**

Firma del asesor  
N° DNI: 41841899  
ORCID: 0000-0001-7494-4766

Firma del Co-asesor  
N° DNI:  
ORCID:

## ÍNDICE

RESUMEN  
ABSTRACT

I.	INTRODUCCION .....	1
II.	OBJETIVOS .....	7
III.	METODOLOGÍA.....	8
IV.	DESARROLLO DEL ESTUDIO .....	12
4.1.	Carga mental y actividad de videovigilancia. ....	12
4.2.	Métodos de evaluación de carga mental en las tareas de los operadores de videovigilancia.....	21
4.3.	Consecuencias de la carga mental en los operadores de videovigilancia. ....	40
4.4.	Estrategias de prevención frente a la carga mental en los operadores de videovigilancia.....	45
4.5.	Limitaciones del estudio .....	52
V.	CONCLUSIONES .....	53
VI.	RECOMENDACIONES .....	55
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57

## **RESUMEN**

El incremento de los sistemas de videovigilancia ha generado una mayor demanda de operadores encargados de supervisar múltiples cámaras a la vez, durante jornadas largas y en situaciones que requieren un alto nivel de concentración. Este puesto de trabajo exige mantener la atención de forma continua, analizar gran cantidad de información visual y tomar decisiones rápidas, lo que puede generar aumento de la carga mental y con ello impactar negativamente en la productividad, seguridad y salud del trabajador. En tal sentido, la presente investigación tuvo como objetivo el realizar una revisión bibliográfica sobre la carga mental en operadores de videovigilancia. Se utilizó una metodología de tipo cualitativa con enfoque de revisión narrativa y de corte transversal. Se consultaron bases de datos académicas (Scopus, PubMed, Science Direct, Scielo y Google Scholar) durante el periodo 2016–2025. En total se identificaron 84 documentos y, luego de aplicar criterios de inclusión y exclusión establecidos, se seleccionaron 61 fuentes, de las cuales 58 fueron artículos científicos y 3 correspondieron a normativas legales. El análisis se realizó mediante lectura crítica y síntesis temática conforme a los objetivos planteados. Como resultados se encontró que La literatura evidencia que los operadores de videovigilancia presentan alta carga mental comparable a otros entornos de control crítico. Los métodos más utilizados para su evaluación incluyen el NASA-TLX, técnicas fisiológicas (electroencefalograma y seguimiento de movimiento ocular) y enfoques multimodales. La sobrecarga se asocia con fatiga cognitiva, disminución de la vigilancia, aumento de errores y riesgos organizacionales. Asimismo, se identificaron estrategias preventivas basadas en rediseño ergonómico, pausas programadas e incorporación de inteligencia artificial

como apoyo atencional. Se concluye que la carga mental en operadores de videovigilancia es un fenómeno multidimensional que requiere evaluación sistemática y enfoques preventivos integrales. Su adecuada gestión contribuye a mejorar el desempeño, la seguridad y el bienestar laboral.

### **PALABRAS CLAVES**

CARGA MENTAL, OPERADORES DE VIDEOVIGILANCIA, MÉTODOS ERGONÓMICOS, ERGONOMIA COGNITIVA, OPERADORES SALA CONTROL.

## **ABSTRACT**

The expansion of video surveillance systems has led to increased demand for operators tasked with monitoring multiple cameras simultaneously during long shifts in high-concentration settings. This role demands sustained attention, processing large amounts of visual information, and making rapid decisions, which can elevate mental workload and negatively impact worker productivity, safety, and health. Thus, this research aimed to conduct a literature review on mental workload in video surveillance operators. A qualitative methodology was used, focusing on narrative review with a cross-sectional approach. Academic databases (Scopus, PubMed, Science Direct, Scielo, and Google Scholar) were consulted for the period 2016–2025. A total of 84 documents were identified, and after applying inclusion and exclusion criteria, 61 sources were selected—58 scientific articles and 3 legal regulations. Analysis involved critical reading and thematic synthesis aligned with the stated objectives. The literature shows that video surveillance operators experience high mental workload comparable to other critical control environments. Common evaluation methods include NASA-TLX, physiological techniques (electroencephalogram and eye-tracking), and multimodal approaches. Overload is linked to cognitive fatigue, reduced vigilance, increased errors, and organizational risks. Identified measures include ergonomic redesign, scheduled breaks, and integration of artificial intelligence for attentional support. In conclusion, mental workload in video surveillance operators is a multidimensional phenomenon requiring systematic assessment and comprehensive preventive approaches. Proper management enhances performance, safety, and occupational well-being.

## **KEYWORDS**

MENTAL WORKLOAD, VIDEO SURVEILLANCE OPERATORS,  
ERGONOMIC METHODS, COGNITIVE ERGONOMICS, CONTROL ROOM  
OPERATORS.

## **I. INTRODUCCION**

En los últimos años, el avance de sistemas de videovigilancia en espacios públicos y privados ha experimentado un crecimiento significativo, impulsado por su utilidad en la prevención del delito y la supervisión de actividades críticas. Esta expansión ha generado una mayor demanda de profesionales responsables de monitorear múltiples cámaras durante jornadas extensas, bajo condiciones de alta exigencia cognitiva (Pütz et al., 2024). De acuerdo con proyecciones recientes, el mercado global de videovigilancia podría alcanzar un valor de 145,38 mil millones de dólares hacia el año 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 12.22% entre 2024 y 2029. En el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que, en 2018, las municipalidades con servicio de serenazgo contaban con 7547 cámaras de videovigilancia operativas (Piza et al., 2019; Pütz et al., 2024)

En el marco normativo peruano, la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, establece que las organizaciones deben identificar, evaluar y controlar los riesgos psicosociales que puedan afectar la salud y el desempeño laboral, dentro de los cuales se incluye la carga mental. A su vez, la RM N.º 375-2008-TR, que aprueba la Norma Básica de Ergonomía y el Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, la cual proporciona lineamientos técnicos para evaluar factores como el ritmo de trabajo, la complejidad de las tareas y la necesidad de mantener la atención de manera prolongada, condiciones estrechamente vinculadas a la labor de los operadores de videovigilancia. Para complementar, el Decreto Supremo N.º 005-2023-IN, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1213, reconoce el monitoreo de cámaras como una

modalidad formal de seguridad privada regulada por la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (SUCAMEC), lo que implica que los operadores estén sujetos a procesos de capacitación, acreditación y supervisión. Estas normativas resaltan la importancia de abordar la carga mental en esta población de trabajadores, dado su rol fundamental en la prevención de incidentes y en asegurar la seguridad pública y privada (Decreto Legislativo N.º 005-2023-IN. Regula los Servicios de Seguridad Privada, 2023; Ley N.º 29783 de Seguridad y salud en el trabajo, 2011; Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico (RM N.º 375-2008-TR), 2008).

La carga mental se refiere al esfuerzo cognitivo necesario para procesar información, tomar decisiones y realizar una serie de acciones dentro de un contexto determinado y es un concepto multidimensional que involucra factores de tipos individual, organizacional, técnico y ambiental (Hodgetts et al., 2017). En el caso de la videovigilancia, la carga mental puede incluso verse incrementada por la cantidad de cámaras que deben ser vigiladas, las configuraciones visuales de las escenas, la ejecución de varias tareas de forma simultánea y la disposición de su entorno laboral (De Bruijn et al., 2016). Han sido propuestos diferentes formas para llevar a cabo la evaluación de la carga mental en el trabajo, incluyendo el NASA-TLX (Índice de carga de trabajo de la NASA), que permite determinar el costo mental, físico y el tiempo que una tarea demanda (Wu et al., 2024). No obstante, existe un abordaje sistémico limitado en la investigación con respecto a la carga mental específicamente en operadores de videovigilancia, y es necesario realizar

una evaluación crítica y actualizada de la literatura existente (Acosta Prieto et al., 2024).

La complejidad del trabajo de los operadores de videovigilancia que incluye el reconocimiento de patrones visuales, la interpretación de comportamientos, el mantenerse enfocado y la toma de decisiones rápida y efectiva, demanda un alto esfuerzo de la cognición, esfuerzo que aumenta radicalmente en instancias que requieren supervisar decenas de cámaras simultáneamente, durante turnos nocturnos o cuando deben trabajar de manera aislada (Acosta Prieto et al., 2023). Según Hodgetts et al. (2017), un exceso de carga cognitiva puede afectar de manera considerable la capacidad de reacción del trabajador, lo que incrementa la probabilidad de pasar por alto algunas imágenes, malinterpretar conductas y experimentar agotamiento en la atención (Hodgetts et al., 2017).

La medición de la carga mental es fundamental en los trabajos de ergonomía que analizan actividades de vigilancia y supervisión permanente. En este sentido, el NASA-TLX es una opción que se informa frecuentemente debido a su estructura multidimensional y facilidad de uso. Por ejemplo, entre 213 operadores de salas de control en Irán, se reportó una puntuación media de carga mental de 82.38 ( $\pm 8.89$ ), con una demanda extremadamente alta tanto de recursos mentales como temporales, lo que estaba inversamente relacionado con la capacidad de trabajo ( $r = -0.581$ ) (Kamari Ghanavati et al., 2019). De igual manera, Mohammadian et al. (2021) afirman que los operadores de videovigilancia sufren un alto grado de sobrecarga cognitiva debido a la necesidad de atención sostenida, análisis visual complejo y toma de decisiones en tiempo real (Kamari Ghanavati et al., 2019; Mohammadian et al., 2022; Surtiningtyas et al., 2022).

El exceso de carga mental afecta el desempeño y lleva a que la persona pase por alto ciertas tareas, no detecte a tiempo eventos importantes, o no ejecute de manera correcta los pasos de un protocolo de emergencia (Iqbal et al., 2020). Además, la carga mental se asocia a efectos fisiológicos y psicológicos como fatiga, estrés crónico, disminución de la atención, deterioro de la memoria de trabajo e insatisfacción (Mohammadian et al., 2022). A mediano y largo plazo, estas condiciones pueden traducirse en mayores índices de ausentismo, rotación de personal y deterioro en la calidad del servicio de vigilancia (Acosta Prieto et al., 2023).

Además, el sobreesfuerzo cognitivo asociado a la vigilancia prolongada y la supervisión simultánea de múltiples pantallas visuales puede originar fatiga, estrés, lapsos atencionales y errores por omisión, afectando la eficacia del sistema de seguridad y la prevención de riesgos (Kamari Ghanavati et al., 2019). A pesar de la relevancia práctica de esta problemática, la literatura muestra que aún existen vacíos en el conocimiento sobre cómo determinar, evaluar y mitigar los factores específicos que aumentan la carga mental en estas condiciones, así como sobre el impacto que tienen los entornos laborales y el diseño ergonómico en la resiliencia cognitiva de los operadores (De Bruijn et al., 2016).

La prevención de las consecuencias derivadas de la carga mental en los operadores de videovigilancia exige una intervención integral que combine acciones en los planos ergonómico, organizacional, tecnológico y formativo. Una estrategia muy efectiva consiste en reorganizar los puestos de trabajo según la ergonomía cognitiva. Esto incluye disponer adecuadamente de las pantallas, controlar la luz, temperatura y ruido, y ajustar las sillas y mesas para mejorar la

comodidad en turnos prolongados. (De Bruijn et al., 2016; Kamari Ghanavati et al., 2019).

Además, es aconsejable implementar sistemas inteligentes de supervisión, apoyados en algoritmos de inteligencia artificial, que prioricen sucesos importantes y minimicen la vigilancia continua en escenas sin movimiento (Jeon et al., 2024). Tales tecnologías, si se diseñan adecuadamente e integran correctamente, logran reducir la sobrecarga mental funcionando como apoyo del operador para identificar irregularidades o conductas dudosas (Acosta Prieto et al., 2024).

Por eso, es clave analizar la medición de la carga mental a través de estudios recientes, para ayudar a las instituciones a crear medidas útiles que manejen aspectos ergonómicos, de organización y tecnológicos. Tales medidas mejoran el funcionamiento diario, distribuyen mejor las tareas y crean un entorno que previene la fatiga y el estrés. En paralelo, con la implementación de nuevas tecnologías de apoyo, es importante analizar el impacto de éstas en la carga mental y la confianza entre el operador y el sistema (Acosta Prieto et al., 2024).

Este trabajo de investigación sobre la carga mental en los operadores de videovigilancia resulta ser importante también debido a la baja comprensión existente respecto a los efectos negativos que pueden tener las altas demandas cognitivas en estos operarios: los cuales son empleados que ejercen parte de la seguridad pública y privada. Se requiere que monitoreen múltiples transmisiones de video, tomen decisiones en fracciones de segundo y se mantengan enfocados durante largos períodos de tiempo (Hodgetts et al., 2017). No obstante, el aumento de volumen de información visual, combinados con los turnos prolongados y trabajo monótono, incrementan el esfuerzo mental, provocando fatiga cognitiva,

afectando el rendimiento y propiciando errores graves o fallos en las detecciones (Mohammadian et al., 2022).

Finalmente, este estudio se justifica porque permitirá recopilar, analizar y sistematizar el conocimiento más actualizado sobre la carga mental en los operadores de videovigilancia y a través de esta revisión se podrán identificar los principales factores de riesgo, las metodologías empleadas para su evaluación y las estrategias de prevención planteadas en la literatura científica, constituyendo así una base sólida para futuras investigaciones y para el desarrollo de propuestas ergonómicas y psicosociales aplicables a esta población (Kamari Ghanavati et al., 2019; Mohammadian et al., 2022). Además, en el plano organizacional, los resultados ofrecerán información reciente para el diseño de programas preventivos, la optimización de la organización del trabajo y la reducción de errores operativos, contribuyendo tanto al bienestar de los trabajadores como a la eficiencia de los sistemas de seguridad.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Realizar una revisión bibliográfica de la carga mental en los operadores de videovigilancia.

### **2.2. Objetivos específicos**

- a) Identificar los conceptos de carga mental y de la actividad de videovigilancia.
- b) Describir los métodos de evaluación de carga mental en las tareas de los operadores de videovigilancia.
- c) Describir las consecuencias de la carga mental en los operadores de videovigilancia.
- d) Reseñar las estrategias de prevención frente a la carga mental en los operadores de videovigilancia.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño del estudio**

La investigación fue de tipo cualitativa con un enfoque de revisión narrativa y corte transversal, centrado en la recopilación y análisis de artículos científicos, los cuáles fueron extraídos de fuentes académicas reconocidas en relación con el tema de estudio.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- a) Artículos científicos publicados en revistas académicas reconocidas como: Scopus, PubMed, ScienceDirect, Scielo y Google Scholar.
- b) Estudios publicados entre los años enero 2016 a diciembre 2025.
- c) Normativa legal peruana vigente a diciembre 2025.
- d) Publicaciones en idioma español o inglés

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- a) Artículos científicos que no estén disponibles en texto completo (solo muestra el resumen o tiene un costo para acceder).
- b) Estudios centrados únicamente en tecnologías, inteligencia artificial o software, sin análisis del componente humano o del impacto sobre los operadores de videovigilancia.

#### **3.2. Procedimientos y Técnicas**

- a) Se consultó bases científicas reconocidas por su rigor y alcance, tales como Scopus, PubMed, Science Direct, Scielo, y Google Scholar.
- b) Se elaboró una estrategia de búsqueda combinando términos clave en español e inglés, tales como: “carga mental”, “mental workload”,

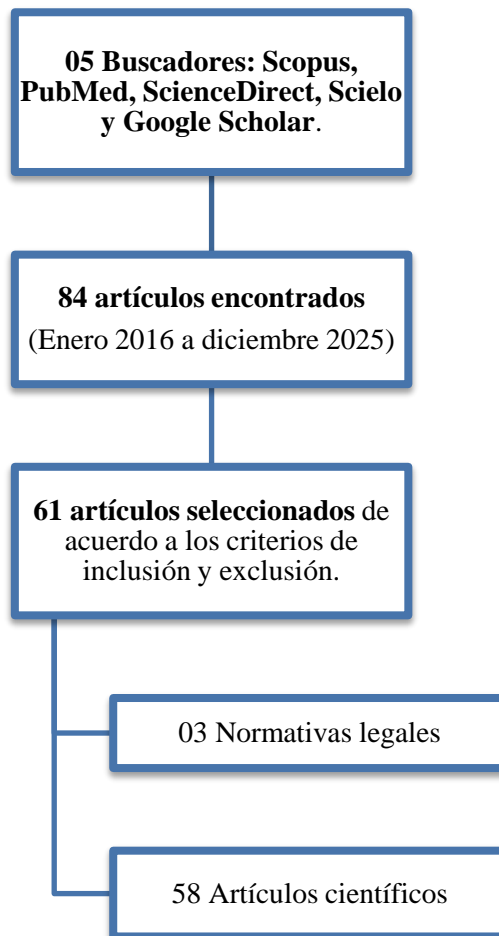
“operadores de videovigilancia”, “control room operator”, “supervisory control”, “agente de seguridad” “ergonomía” y “mental workload assessment”, “CCTV operator”.

- c) Luego se seleccionaron los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Además, se emplearon conectores como AND y OR para refinar los resultados.
- d) Los documentos seleccionados fueron sistematizados en una base de datos con el fin de facilitar su clasificación, ordenamiento temático y posterior análisis.
- e) Se identificaron 84 documentos vinculados a la carga mental en operadores de videovigilancia y entornos de supervisión continua.
- f) Tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 61 documentos. La muestra final estuvo integrada por 58 artículos científicos indexados y 3 normativas legales, que sustentan el análisis teórico y metodológico del estudio.

### **3.3. Análisis y procesamiento de datos**

- a) El análisis de esta revisión se desarrolló mediante una lectura crítica y una síntesis cualitativa de los artículos seleccionados.
- b) Se procedió a identificar fragmentos, citas relevantes, conceptos claves y resultados destacados en base a los objetivos de la investigación.
- c) Los artículos fueron clasificados en distintas categorías temáticas, conforme a los objetivos específicos planteados en la investigación.

Como resultado de la búsqueda de información se detalla lo siguiente:



### **3.4. Consideraciones Éticas**

- a) Se gestionó la aprobación del proyecto de investigación ante el Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia previo al inicio del estudio.
- b) No se realizó el estudio en personas ni animales ya que toda la información utilizada proviene de fuentes académicas confiables disponibles en bases de datos reconocidas. Se respetó el acceso legal y los derechos de publicación de cada artículo.
- c) Se garantizó la correcta citación de todas las fuentes primarias consultadas, de acuerdo con las normas del estilo APA 7<sup>a</sup> edición, evitando cualquier forma de plagio entre otros.
- d) La investigación se realizó bajo principios de honestidad científica, manteniendo la objetividad en el análisis, evitando la manipulación de resultados y garantizando una interpretación crítica y transparente de los hallazgos.

## **IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO**

### **4.1. Carga mental y actividad de videovigilancia.**

Según diversos artículos científicos, la carga mental se describe como un proceso integral que abarca el esfuerzo cognitivo, emocional y fisiológico que el trabajador realiza para responder a una tarea por ello, la carga mental es entendida como una dimensión multidimensional y dinámica que combina las exigencias cognitivas con los factores afectivos y contextuales, los cuales pueden influir significativamente en el rendimiento y bienestar del operador (Acosta Prieto et al., 2024; Tao et al., 2019).

Adicionalmente, la carga mental puede desglosarse en dos dimensiones interdependientes: el estrés y la tensión mentales. El primero abarca los factores externos del entorno laboral (como las demandas cognitivas de la tarea, las condiciones físicas y los aspectos sociales u organizativos) que imponen exigencias a la persona. En segundo lugar, se describe a la tensión mental que es la reacción interna y de adaptación que desarrolla una persona en base a físico y psicológico en esa situación. Esta respuesta puede resultar beneficiosa cuando favorece la activación y el aprendizaje, o perjudicial cuando deriva en fatiga, monotonía o pérdida de la vigilancia, especialmente si las exigencias superan los recursos disponibles (Bartolomei et al., 2025).

La carga mental es un concepto clave en la ergonomía cognitiva y en el estudio de los factores humanos, y se define como el estado que surge de la relación entre las demandas de la tarea, la capacidad cognitiva del trabajador y la condición del ambiente laboral. Este estado no es estático, sino dinámico, e

integra componentes cognitivos, afectivos y fisiológicos que influyen directamente en el desempeño, la fatiga y la seguridad (Longo et al., 2022; Tierney et al., 2025). La carga mental juega un rol importante en las tareas que demandan alto grado de criticidad como operadores de sala de control o de seguridad ya que pequeños errores cognitivos pueden generar consecuencias significativas con daños a la persona y organización. (Tierney et al., 2025).

La literatura más reciente coincide en que la ergonomía ha pasado de enfoques centrados en la cantidad de información procesada a modelos en los que la carga mental, los errores humanos, la fatiga cognitiva y la seguridad operacional son más perceptibles. Este giro ha permitido priorizar la evaluación de la carga mental en algunos trabajos de interés, dada las características cognitivas de la tarea y las consecuencias que puede llegar a tener un error (Braarud, 2024; Longo et al., 2022).

Un ejemplo de puesto de trabajo que se caracteriza por un alto grado de carga mental son los operadores de sala de control, y en el caso de industrias complejas, incluso aún más. Son profesionales que deben llegar a realizar la supervisión de sistemas automatizados de control, entender y dar tratamiento a información proveniente de varias fuentes y, además, tienen que reaccionar de forma veloz a las variaciones que se produzcan en el funcionamiento normal. Estos condicionantes hacen que la atención sostenida, la memoria de trabajo y los principios de razonamiento y decisión, se vean sometidos a un grado elevado de exigencia (Otávio Melo et al., 2022). También, la literatura demuestra que, en estos escenarios, la carga mental se exagera y, al mismo tiempo, se produce una descomposición en el rendimiento cognitivo, deteriorando la velocidad de

reacción y las decisiones que se tomen (Kamari Ghanavati et al., 2019; Mohammadian et al., 2022).

Los operadores de la sala de control nuclear son los que mejor ejemplifican el caso más extremo de trabajo cognitivamente exigente dentro de este grupo. Como indica Braarud (2024), los operadores de la sala de control nuclear se caracterizan por la supervisión de sistemas críticos, el manejo de alarmas y por tener que tomar decisiones bajo presión, donde un fallo puede conducir a acontecimientos catastróficos y potencialmente mortales (Braarud, 2024).

Operadores de otros tipos de salas de control industriales, como los de redes eléctricas, refinerías o de procesos continuos, enfrentan demandas cognitivas análogas. Estos trabajos requieren la supervisión, de forma simultánea, de varias pantallas, la interpretación de diferentes alarmas y la respuesta, en tiempo real, a interferencias, condiciones que producen altos niveles de carga mental. En contextos como estos, la carga mental elevada se relaciona, de manera directa, con un reducido rendimiento cognitivo, lo que confirma la criticidad desde la perspectiva de la seguridad y la confiabilidad operacional (Afzal et al., 2022), como muestran recientes estudios. Adicionalmente, revisiones desde la neuroergonomía muestran que estos entornos son uno de los principales campos para la investigación aplicada a través de métodos fisiológicos y neurofisiológicos, lo que expresa el consenso sobre su importancia (Diarra et al., 2025).

En este marco de trabajos de control y monitorización también encontramos a los operadores de videovigilancia, cuyo papel ha tomado una creciente relevancia en ámbitos tanto de la seguridad pública como de la seguridad privada. Los operadores de videovigilancia deben mantener una prolongada

vigilancia visual, supervisar simultáneamente varias cámaras o pantallas y detectar eventos que, si bien poco comunes, pueden ser críticos, lo que requiere un consumo cognitivo muy significativo. A este contexto se le añade la monotonía inherente a la tarea y la dependencia del diseño del sistema de visualización, elementos que aumentan el riesgo de subcarga de la atención y la conducción de la atención (Longo et al., 2022). Si bien gran parte de la literatura se centra en los contextos nucleares e industriales, los principios que se han mostrado válidos para estos entornos (por ejemplo, el riesgo de un estado combinado de sobrecarga y subcarga, el papel de las alarmas y la influencia del diseño de interfaces) se pueden aplicar directamente a los sistemas de videovigilancia (Braarud, 2024; Stainer et al., 2017).

Desde una perspectiva neuro-ergonómica, las tareas de vigilancia visual continua, como las realizadas por operadores de videovigilancia, se asocian con cambios en los estados de atención, compromiso cognitivo y esfuerzo mental, similares a los observados en otros entornos críticos (Diarra et al., 2025). Esto refuerza la idea de que los operadores de videovigilancia pueden considerarse un subtipo de operador de sala de control, con una necesidad equivalente de evaluación multimodal de la carga mental, integrando medidas subjetivas, de desempeño y fisiológicas (Dehais et al., 2020).

Otros ámbitos laborales que concentran altos niveles de carga mental son los vinculados al transporte y la aviación, donde pilotos, controladores y conductores avanzados operan en entornos dinámicos, altamente automatizados y con consecuencias severas ante errores. La literatura neuro-ergonómica ha mostrado que, en estos puestos, los cambios en la carga mental se relacionan

con fenómenos como la complacencia ante la automatización, la pérdida de interés en la tarea o distraerse con pensamientos ajenos a la situación laboral. (Dehais et al., 2020; Tierney et al., 2025).

En síntesis, a partir de la definición inclusiva de carga mental propuesta por Longo et al. (2022), puede proponerse un marco teórico integrado basado en puestos de trabajo, donde la criticidad resulta de combinar las demandas cognitivas, el contexto operativo y las consecuencias del error. En el nivel superior se sitúan operadores de salas de control nucleares e industriales, videovigilancia, transporte avanzado y atención sanitaria crítica. La evidencia indica que los operadores de videovigilancia comparten los rasgos clave de estos puestos críticos, por lo que constituyen una población prioritaria para evaluar y gestionar la carga mental con métodos multimodales (Braarud, 2024; Longo et al., 2022; Tao et al., 2019; Tierney et al., 2025).

La labor de la videovigilancia presenta distintas exigencias cognitivas dadas las características derivadas de la naturaleza operacional propia de dicha tarea. Para empezar, se basa en largos periodos de observación ininterrumpida, lo que implica mantener una concentración durante largos periodos y, por tanto, dadas la duración y las características del trabajo, fatiga mental y disminución de la vigilancia sostenida (Stainer et al., 2021). Por otro lado, el entorno dinámico y cambiante de las escenas urbanas a las que asiste el operador otorga un sentido a la búsqueda visual del antecesor y la interpretación continua y rápida de los eventos que se van dando en ese contexto. Pero, además, también implica tomar decisiones relevantes, ya que el trabajador no solo tiene que detectar anomalías, sino que también debe analizar su significado y decidir cuál va a ser la respuesta

adecuada. Finalmente, la naturaleza pasiva de la tarea (al no existir interacción directa con los objetivos) contribuye a la monotonía y la pérdida progresiva de atención. En conjunto, estas condiciones muestran que la videovigilancia requiere una combinación de habilidades perceptivas, atención sostenida y capacidad decisional, todo ello bajo altas demandas cognitivas y exposición constante a información visual abundante y distractores (Hodgetts et al., 2017). El operador de videovigilancia es el profesional encargado de supervisar y analizar de manera continua las imágenes generadas por sistemas de cámaras de circuito cerrado (CCTV), con el objetivo de detectar comportamientos anómalos, eventos relevantes o situaciones previamente definidas como críticas. Esta tarea requiere prestar atención sostenida durante periodos prolongados, diferenciar señales relevantes entre múltiples imágenes y responder oportunamente. Investigaciones recientes en este tema señalan que estas tareas requieren prestar mucha atención y tomar decisiones complejas en un límite de tiempo (De Bruyne et al., 2023; Stainer et al., 2021).

En este puesto de trabajo se pueden diferenciar dos categorías de tareas necesarias. Una de ellas se da cuando el operador se mantiene en continúa monitoreo sin que exista una señal de alerta. La otra tarea, en cambio, requiere de un estímulo de alerta y generalmente se dan en situaciones críticas. (Hodgetts et al., 2017; Koundal et al., 2024).

La realización de esta función implica poseer un alto nivel de observación, análisis y toma de decisiones rápidas, ya que el operador ha de reconocer aquellos detalles que son cruciales en la imagen y responder de inmediato para garantizar así un correcto nivel de protección de los individuos, de las

instalaciones o de los procesos. Estas funciones varían, pues dependen del tipo de aplicación del CCTV, ya sean en seguridad pública, en seguridad privada, en control industrial, en supervisión de tráfico o en la gestión de accesos (Mietkiewicz et al., 2024).

Generalmente, el operador de videovigilancia puede ejercer cotidianamente una videovigilancia proactiva, que es la que anticipa incidentes mediante observación continua, y una videovigilancia reactiva o asociada a la respuesta inmediata y a la grabación posterior a un incidente ya acontecido. Esto es debido a que hay una elevada exigencia cognitiva, estos profesionales suelen trabajar en entornos que implican presión, sobrecarga de información, monotonía y la necesidad de actuar con precisión ante situaciones dinámicas (Tatler, 2021).

Las actividades del operador de videovigilancia se agrupan en 5 tareas generales, las cuales se dividen en las siguientes subtareas:

a) Actividades de vigilancia general

- Supervisión continua de cámaras para detectar conductas sospechosas, eventos inusuales o amenazas potenciales.
- Vigilancia proactiva: anticipación de incidentes a partir de patrones de comportamiento y experiencia.
- Vigilancia reactiva: respuesta inmediata a incidentes o revisión de imágenes tras un evento reportado.
- Mantenimiento de la atención durante largos turnos, incluso en condiciones de baja actividad.

b) Identificación, análisis y toma de decisiones

- Detección de eventos relevantes, como intrusiones, accidentes, movimientos anómalos o fallos operativos.
  - Análisis de la situación para valorar la gravedad del evento y determinar la respuesta adecuada.
  - Toma de decisiones rápidas, especialmente en contextos que exigen actuar bajo presión.
  - Reconocimiento e identificación de personas, objetos o vehículos en las imágenes.
- c) Gestión de alertas y procesos
- Respuesta a señales de alerta provenientes de alarmas, llamadas o notificaciones del sistema.
  - Seguimiento de eventos mediante la activación de protocolos, alertas o notificación a las autoridades.
  - Control de procesos operativos, como apertura de accesos, supervisión remota de equipos o gestión de sistemas en instalaciones automatizadas.
- d) Comunicación y coordinación
- Colaboración con equipos de seguridad, policía u operadores en campo para coordinar acciones.
  - Transmisión de información relevante durante emergencias o incidentes.
- e) Registro, documentación y uso de sistemas
- Registro de incidentes, detallando hora, ubicación y descripción de los hechos.
  - Revisión de grabaciones para análisis posterior, investigación o reconstrucción de eventos.

- Gestión de grandes volúmenes de información visual, priorizando áreas o cámaras relevantes.
- Interacción con sistemas automatizados o analíticos, verificando alertas generadas por inteligencia artificial o software de detección.

En resumen, la videovigilancia está directamente relacionada con la carga mental porque requiere vigilancia continua, procesamiento intenso de información, memoria operativa activa y toma rápida de decisiones (Diarra et al., 2025).

#### **4.2. Métodos de evaluación de carga mental en las tareas de los operadores de videovigilancia.**

La evaluación de la carga mental en los operadores de videovigilancia es fundamental para garantizar un desempeño óptimo y la prevención de riesgos asociados a la fatiga cognitiva. Los métodos de evaluación de la carga mental en estas tareas se dividen principalmente en técnicas subjetivas, objetivas y de desempeño, cada una con características, ventajas y limitaciones propias que las hacen adecuadas para diferentes contextos y objetivos (Bartolomei et al., 2025).

##### **a) Métodos subjetivos**

Los métodos subjetivos miden la carga mental a través de la percepción del propio trabajador hacia una tarea específica. Este tipo de método resulta de la experiencia del trabajador y analiza los resultados en base a escalas, cuestionarios y entrevistas. Por la facilidad de su uso y bajo costo son los métodos más utilizados a nivel internacional (Acosta Prieto et al., 2023).

##### **– NASA TLX (NASA Task Load Index).**

El NASA Task Load Index (NASA-TLX), desarrollado por Hart y Staveland (1988), es un método para medir la carga mental en el trabajo, a través de la percepción subjetiva del trabajador. Este índice evalúa seis dimensiones (demanda mental, demanda física, demanda temporal, esfuerzo, rendimiento y frustración) cuenta con una escala entre 0 y 100 de donde se obtiene un índice global de la carga mental. El NASA-TLX es una técnica de fácil aplicación, práctica, no invasiva, no presenta una duración muy prolongada y puede

realizarse inmediatamente después de la actividad a realizarse en ambientes experimentales o el trabajo real. El NASA-TLX ha demostrado ser un instrumento que posee alta validez y fiabilidad, lo que a su vez permite fundamentar la identificación de las fuentes que llevan a la sobrecarga cognitiva. Pero el NASA-TLX, a la vez, tiene limitaciones como la efectividad en la aplicación que será baja en tareas cortas o muy dinámicas en el cual la fatiga del trabajador o la presión temporal influyan en su autopercepción. En síntesis, el NASA-TLX podemos considerarlo un instrumento que puede ser práctico, sensible, de amplio uso y considerado Bueno en la literatura científica al ser comprometido por exhaustividad, utilidad y facilidad de aplicación (Aminian et al., 2025; Rodio-Trevisan et al., 2024).

El NASA-TLX ha ido tomando forma como un instrumento versátil y sensible en la medición de carga mental en tareas asociadas a la vigilancia visual y de múltiples pantallas, además de tareas de detección de eventos infrecuentes, y cuya práctica se identifica con el trabajo de los operadores de videovigilancia. Por lo que a su vez la facilidad de aplicación resulta particularmente adecuada en escenarios laborales en los que no sería posible implementar métodos de medición neurofisiológicos o fisiológicos más invasivos (Mansikka et al., 2024).

Diferentes investigaciones han constatado su efectividad en medios como el de los operadores de CCTV. Por ejemplo, Kamari

Ghanavati et al. (2019) reevaluaron la carga mental de los operadores de salas de control industriales, comentando cómo el NASA-TLX mostraba niveles altos de demanda mental, demanda temporal y esfuerzo en particular cuando se encuentran en tareas de continuo monitoreo de múltiples indicadores. También observaron una asociación significativa entre mayor carga mental y menor capacidad laboral, enfatizando la relevancia del instrumento para llevar a cabo la supervisión de situaciones que se prolongan (Kamari Ghanavati et al., 2019).

De igual forma, otro estudio de Mohammadian et al. (2022) se centró en analizar las demandas cognitivas en los operadores de salas de control en la minería mediante el NASA-TLX, evidenciando que la carga mental percibida iba en aumento en los turnos complejos (por el alto número de señales, la frecuencia de las interrupciones y la presencia de situaciones de emergencia). Las dimensiones de demanda mental y esfuerzo fueron las más desencadenadas, concluyendo que el instrumento era adecuado para identificar momentos de carga cognitiva elevada en la actividad de la supervisión remota (Mohammadian et al., 2022).

Así, las evidencias más experimentales, como el trabajo de Jo et al. (2022) en tareas de supervisión concurrente han evidenciado que el NASA-TLX está alineado con las medidas neurofisiológicas (EEG) y puede capturar momentos de sobrecarga cognitiva real (Jo et al., 2024). Por su parte, estas investigaciones muestran que el NASA-

TLX es un método flexible para poder evaluar la carga mental de tareas de vigilancia, supervisión y control, y que sus dimensiones permiten evidenciar patrones de sobrecarga que repercuten en el rendimiento, la fatiga y tiempos de reacción de las personas operadoras (Bartolomei et al., 2025).

A pesar de que el NASA-TLX es un instrumento ampliamente utilizado y validado, presenta ciertas limitaciones. De manera similar a cualquier instrumento autoadministrado, es un instrumento con un carácter subjetivo que condiciona sus resultados ya que estos se basan en la percepción consciente del trabajador, lo que puede generar sesgos individuales o influencias de la situación. También el instrumento de NASA-TLX no permite medir la carga mental "en tiempo real", sino que se ejecuta cuando ha acabado la tarea. Estas limitaciones han llevado a algunos investigadores a recomendar la combinación del NASA-TLX y métodos objetivos (como electroencefalografía, oculares y/o cardiovasculares) y métodos de rendimiento como puede ser la capacidad de atención, la memoria de trabajo, o el rendimiento, sobre todo en tareas críticas como podría ser la videovigilancia donde las decisiones tienen que tomarse en tiempo y con precisión (Acosta Prieto et al., 2024; Fallahi, 2016).

– ***SWAT (Subjective Workload Assessment Technique).***

En el contexto de los métodos subjetivos, uno de los más relevantes es el Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) de Reid y Nygren (1988), el cual entiende la carga mental como un fenómeno

de naturaleza tridimensional, constituido a partir de tres dimensiones: carga de tiempo, esfuerzo mental y estrés psicológico. De este modo, se puede expresar tanto la exigencia cognitiva producida tras la ejecución de la tarea como la presión temporal o la activación emocional generada o asociada a las tareas críticas. Se lleva a cabo mediante un sistema de escalamiento y clasificación en el que se integran las tres dimensiones para desplegar un índice de carga mental sintético (Acosta Prieto et al., 2023).

El SWAT ha mostrado ser útil en múltiples entornos de trabajo que requieren de vigilancia ACTIVA o de trabajo remoto. Su uso es menor al del NASA-TLX, lo que hace que anteriores investigaciones lo hayan evidenciado como sensible para detectar saltos en las condiciones del momento que tienen lugar en situaciones donde la presión temporal y la complejidad de esta son elevadas. Por lo tanto, el SWAT se puede considerar como un instrumento potencialmente útil para estudiar la carga mental de los operadores de videovigilancia y de los operadores de salas de control, quienes trabajan en condiciones similares a los de otros entornos de vigilancia intensa (Bartolomei et al., 2025).

Como estudio representativo tenemos a Fallahi et al. (2016) donde evaluaron la carga mental en operadores encargados del monitoreo del tráfico en una ciudad. En el estudio se identificaron tareas como: supervisar múltiples pantallas, atención sostenida durante el control del tráfico y rapidez en la toma de decisiones. Concluyeron que el

método SWAT permitió diferenciar 3 dimensiones en la carga mental, como el esfuerzo mental, la presión del tiempo y el estrés psicológico; hecho que resultó valioso porque evidenció que no sólo el incremento de la carga mental está relacionado con la dificultad técnica de la tarea y que la rapidez en la toma de decisiones críticas juega un rol importante en esta sobrecarga. Estos hallazgos se pueden extrapolar con los operadores de videovigilancia debido a la similitud en las tareas evaluadas (Fallahi et al., 2016).

Los resultados de los estudios realizados con otros tipos de salas de control, como los de Kamari Ghanavati et al. (2019) y Mohammadian et al. (2022), han mostrado que los operadores de tareas de supervisión remota se enfrentan a elevados niveles de carga mental asociados al esfuerzo cognitivo, a la presión temporal o a situaciones de estrés. Aunque la mayor parte de estas investigaciones se centraron en el uso del NASA-TLX, sus hallazgos se corresponden con las dimensiones que son evaluadas por la prueba SWAT, lo que hace pensar que tal prueba es conceptualmente la adecuada para explicar las demandas que se pueden encontrar en actividades de monitorización de la operación (Kamari Ghanavati et al., 2019; Mohammadian et al., 2022).

En síntesis, el método SWAT constituye un enfoque sólido para evaluar la carga mental en tareas complejas de vigilancia y control. Su énfasis en la presión temporal, el esfuerzo cognitivo y la tensión psicológica lo hace especialmente pertinente para operadores de

videovigilancia y centros de control, cuya carga mental se caracteriza precisamente por la combinación de estas tres dimensiones. El estudio aplicado a operadores de monitoreo de tráfico refuerza la validez del método y demuestra su capacidad para capturar las exigencias cognitivas de actividades con altos requerimientos de atención sostenida y gestión de múltiples estímulos (Fallahi et al., 2016).

– ***Workload Profile (Perfil de Carga Mental)***

El Workload Profile es un tipo de técnica de medición de la carga mental que, también desde una perspectiva subjetiva, se sostiene en el modelo de recursos múltiples de Wickens. Este modelo considera que el rendimiento del ser humano está fundamentado en múltiples canales o sistemas cognitivos, que pueden ser sobreutilizados. Desde esta perspectiva, el Workload Profile de Tsang y Velazquez (1996), articula un análisis estructurado de 9 dimensiones con el procesamiento cognitivo y control, la memoria, la respuesta verbal y la dimensión visual y auditiva; así permite valorar la repartición del trabajo cognitivo en el desarrollo de ejercicios. Eso resulta especialmente interesante en el caso de la vigilancia y del monitoreo de las áreas del control room, en las que los operadores deben integrar múltiples pantallas, visualizar en tiempo real y procesar información, priorizar estímulos y responder, de forma rápida y selectiva, a eventos que pueden ser determinados (Bartolomei et al., 2025).

Considerando a los operadores de videovigilancia, el Workload Profile muestra el mayor valor ya que puede indicar qué tipos de procesamiento son más propensos a sobrecargarse durante el monitoreo continuo de la videovigilancia. La vigilancia por CCTV implica una alta demanda del canal visual, atención sostenida, interpretación dinámica de imágenes, toma de decisiones basadas en señales poco frecuentes y ambiguas. Estas demandas están especialmente presentes en las dimensiones del WP relacionadas con el procesamiento visual, el procesamiento cognitivo central y la memoria de trabajo, que tienden a sobrecargarse cuando el operador tiene que monitorear varias cámaras a la vez o cuando surgen situaciones inusuales. El valor del método WP en este contexto es su capacidad para identificar qué dimensiones específicas están más presionadas y, por lo tanto, diseñar mejoras en la interfaz, reorganización de tareas o descansos apropiados (Longo, 2018).

La literatura sobre operadores de salas de control, cuyo trabajo comparte múltiples similitudes cognitivas con la videovigilancia, aporta evidencia relevante sobre el uso de este método. Un ejemplo destacado es el estudio de Afzal et al. (2022), que evalúa la carga cognitiva de operadores de una red eléctrica mediante un enfoque multimodal que integra análisis cognitivo, fisiológico y de desempeño. Los autores señalan que tareas como el monitoreo constante, la gestión de alarmas y la toma de decisiones bajo presión

incrementan de forma notable la carga sobre los procesos cognitivos, el procesamiento de información y la visión, componentes centrales del Workload Profile. Aunque el estudio no se centra en videovigilancia, sus conclusiones son comparables, ya que en ambos casos se requiere procesar información en tiempo real, integrar múltiples fuentes visuales y responder adecuadamente en contextos dinámicos y críticos, donde la sobrecarga es elevada (Afzal et al., 2022).

La evidencia comparada sugiere que el Workload Profile puede ser útil para medir la carga mental en los operadores de videovigilancia y control room, ya que hace posible determinar cuáles de los canales cognitivos que son más afectados en el desempeño operativo. Esto resulta muy importante para mejorar los diseños de sistemas de monitoreo, la organización del trabajo y la prevención de errores, permitiendo que las intervenciones se propicien de acuerdo con la naturaleza de la carga mental. Si bien los estudios que aplican Workload Profile en los operadores de cámaras son escasos, las investigaciones en control room, como la de Afzal et al. (2022), demuestran que el método es sólido desde la teoría y la evidencia, y es pertinente para tareas que requieren supervisión visual, atención sostenida y decisiones en tiempo crítica (Durán-Coronado et al., 2019).

## **b) Métodos objetivos**

En los últimos años, las metodologías objetivas para la evaluación de la carga mental han cobrado importancia por la necesidad de mediciones que sean sensibles, continuas y que eviten los sesgos de tipo autoinforme, más aún en tareas críticas de videovigilancia y supervisión en centros de control. Estas tareas requieren de atención continuada, vigilancia en múltiples pantallas, incidentes de respuesta a eventos, y toma de decisiones en situaciones de estrés, por lo que se considera fundamental el estudio de los efectos fisiológicos y neurocognitivos que se asocian a la carga mental (Das Chakladar & Roy, 2024; Tao et al., 2019).

La evaluación de la carga mental mediante metodologías objetivas en tiempo real es de gran valor en tareas en las que la carga mental varía de forma continua, como en la videovigilancia. No obstante, se suma la limitación de costos de los dispositivos, necesidad de personal entrenado, y la dificultad que ofrece la instalación de dispositivos en escenarios reales sin que interfieran en el cumplimiento de la tarea. Adicionalmente, variables individuales como el estrés, la condición física o el estado emocional pueden alterar las respuestas medidas, por lo que sugieren que la interpretación de los resultados debe ser cautelosa (Acosta Prieto et al., 2023).

Si bien los métodos objetivos presentan restricciones para su uso (generalmente por su alto costo y carácter invasivo) constituye uno de los pilares dentro del método con enfoque multimodal junto a los

métodos subjetivos y de desempeño para la medición integral de la carga mental. La combinación permite obtener una visión más completa del estado cognitivo del operador, identificar momentos de sobrecarga crítica y diseñar estrategias de intervención ergonómica que mejoren la seguridad y el rendimiento en entornos de vigilancia (Wu et al., 2024).

Entre los métodos más utilizados se encuentran:

– ***Electroencefalografía:***

El electroencefalograma (EEG) permite la evaluación objetiva de la carga mental mediante el registro en tiempo real de la actividad eléctrica de la corteza cerebral, asociada a procesos como la atención, el esfuerzo mental, la fatiga y la toma de decisiones. La carga mental se refleja a través de cambios en la actividad cerebral, en particular en las frecuencias theta (4-7 Hz), alpha (8-12 Hz) y beta (13-30 Hz), que han demostrado estar relacionadas con el incremento de la demanda cognitiva. En el caso de tareas de vigilancia visual como por ejemplo la operación de sistemas de CCTV o el monitoreo de salas de control, el EEG ha sido utilizado para detectar atención sostenida, carga mental y deterioro en el desempeño, y es por eso que se convierte en un método valioso para evaluar la función cognitiva de los operadores (Chikhi et al., 2022; Tao et al., 2019).

El EEG ha mostrado gran sensibilidad a estados de carga mental aumentada, especialmente durante tareas que implican monitoreo continuo. Varios estudios han demostrado que la actividad theta

aumenta en la parte frontal del cerebro a medida que aumenta la demanda sobre la carga cognitiva, y la actividad alpha disminuye en el lado parietal en períodos de alta demanda mental y/o fatiga. Este patrón ha sido documentado de manera consistente en estudios recientes centrados en actividades de monitoreo. Por ejemplo, Liu et al. (2020) a través del estudio de la interacción entre las bandas theta y alpha, las cuales sirven para diferenciar niveles de carga mental en una actividad de supervisión constante demuestran que el EEG se convierte en un método significativo para el análisis de la medición de la carga mental en este puesto de trabajo (Liu et al., 2017; Safari et al., 2024).

Se han identificado diversos estudios en los cuales se utilizan el método EEG especialmente en entornos laborales aislados como las salas de control, con alarmas y pantallas complejas donde los operadores toman decisiones complejas frente a eventos críticos. Una contribución significativa es el trabajo de Iqbal et al. (2020), donde se mostró que el EEG captura fluctuaciones rápidas de carga cognitiva debido a la variación en la demanda operativa, especialmente en escenarios que son impredecibles o de mayor complejidad operativa. La mayoría de los estudios revisados utilizan la actividad alpha y theta de las ondas cerebrales para la medición de la carga mental y concluyen que la actividad tetha aumentó radicalmente cuando el trabajador presenta sobrecarga de información y por otro lado la actividad alpha disminuyó durante

períodos de fatiga. Estos hallazgos son importantes porque evidencian la solidez de aplicar el método EEG en trabajadores que realizan supervisión continua de pantalla o tareas que involucre atención sostenida. (Iqbal et al., 2020).

Estudios más recientes sugieren el uso del método EEG unido a otros métodos fisiológicos como la frecuencia cardíaca o seguimiento ocular para un mayor análisis de la sobrecarga cognitiva en trabajadores que realizar supervisión constante (Hogervorst et al., 2018). Jo et al. (2022) analizaron el método EEG en conjunto con otros métodos para obtener un enfoque multimodal, dentro de ello recomiendan que el método EEG es fundamental ya que a través de los indicadores de ondas cerebrales se correlaciona de manera adecuada con los métodos subjetivos (Hogervorst et al., 2018; Jo et al., 2024).

Por todo lo anterior, el EEG es un método objetivo y sensible que permite la evaluación de la carga mental en los operadores de vigilancia y control, de forma que se pueden detectar en tiempo real los estados de esfuerzo cognitivo, fatiga, de atención y sobrecarga de información. La medición de las actividades dinámicas en la superficie de la corteza cerebral permite a los expertos determinar la medida óptima de los sistemas de vigilancia y la distribución de las tareas, evitando la intervención de la fatiga y la sobrecarga de información (Tao et al., 2019).

El uso de EEG presenta limitaciones que deben considerarse. El equipamiento es costoso y requiere personal especializado para la colocación de electrodos, calibración y análisis, lo que dificulta su aplicación en contextos reales de trabajo. Las señales también se contaminan fácilmente con artefactos producidos por movimientos, parpadeos o interferencias eléctricas, lo que reduce su calidad en tareas cotidianas. Además, puede resultar incómodo o invasivo durante turnos largos, y los patrones de actividad cerebral varían entre personas, lo que exige procedimientos complejos para su uso. Por último, el EEG no permite identificar de forma directa procesos cognitivos específicos, por lo que se recomienda combinarlo con medidas subjetivas y conductuales para obtener una evaluación más completa de la carga mental.(Pütz et al., 2024).

– ***Movimientos oculares.***

El eye-tracking se ha convertido en uno de los métodos objetivos más precisos para realizar evaluaciones de la carga mental durante el desempeño de tareas que requieran una vigilancia visual sostenida, un monitoreo continuo o bien la atención dividida, en la medida en que este método permite el registro de diferentes parámetros oculomotores (duración de las fijaciones, frecuencia y amplitud de las sacadas, dilatación pupilar, tasa de parpadeo y patrones de exploración visual) que reflejan la variabilidad del esfuerzo cognitivo, el nivel de atención y la fatiga mental. Estos indicadores son especialmente relevantes, por ejemplo, en el caso de

la videovigilancia CCTV y el trabajo en control rooms, ya que los operadores deben procesar gran cantidad de información visual en tiempo real, así como detectar eventos poco frecuentes dentro de varios estímulos simultáneos (Tao et al., 2019).

Investigaciones recientes destacan que cuando la carga mental se encuentra incrementada se genera un cambio significativo en los patrones de la mirada del trabajador. Por ejemplo, cuando el operador se queda observando una misma imagen por tiempo prolongado genera, realiza movimientos oculares más cortos y explora menos su entorno; estos cambios indican que el operador realiza mayor esfuerzo cognitivo y la alteración de la atención sostenida (Marois et al., 2020).

Con respecto a puestos de trabajo que impliquen supervisión constante, se cita al estudio de Noah et al. (2016) que evidenció que tres indicadores como la dilatación pupilar, la cantidad de fijaciones y la longitud de movimientos oculares (sacadas) cambiaban de manera significativa durante situaciones críticas de la tarea. El estudio concluyó que el eye-tracking es una herramienta factible para medir la carga mental de manera continua ya que la dilatación pupilar permite identificar sobrecarga laboral sin interrumpir las horas de trabajo del operador (Noah, & Rothrock, 2016).

El método de movimientos oculares a través de la dilatación pupilar se ha vuelto más sólido debido al aumento del diámetro de la pupila cuando el operador se enfrenta a una tarea de mayor concentración.

Wu et al. (2024) encontraron una relación estadísticamente significativa entre el diámetro de la pupila y la puntuación de la escala NASA-TLX, reforzando así su validez. Además una ventaja importante es que este método puede identificar momentos de sobrecarga mental en tiempo real, incluso anticipar al operador de posibles fallas operacionales (Wu et al., 2024).

A pesar de que el método de movimientos oculares presenta ciertas ventajas, su aplicación en entorno de trabajo reales puede originar limitaciones. En primera instancia, los registros oculomotores pueden alterarse debido a los movimientos involuntarios de la cabeza, variación en la iluminación, uso de lentes o fluctuaciones en la distancia entre el operador y el equipo de registro, lo que puede comprometer la calidad y fiabilidad de los datos. Aunque la dilatación pupilar se considera un método confiable, es importante precisar que este indicador se ve afectado por diversos factores externos como la iluminación, estados de actividad emocional entre otros; esto debido a que el aumento del diámetro de la dilatación pupilar no se da exclusivamente por la sobrecarga mental, lo que puede generar falsos positivos si se usa el método de forma aislada. Otra limitación importante es la diversidad de las personas, esto quiere decir que no todos los operadores presentan los mismos patrones oculomotores frente a un esfuerzo cognitivo mayor y en ellos influyen la edad, experiencia laboral, nivel de fatiga, deferencias fisiológicas entre otros; es por ello que se recomienda

complementar con otros métodos como son el electroencefalograma y la medición de frecuencia cardíaca, lo cual permitirá una mejor medición y constatar resultados (Acosta Prieto et al., 2024).

### c) **Método Multimodal**

El método con enfoque multimodal mide la carga mental a través de la interacción de diferentes métodos objetivos, subjetivos y/o de desempeño. Pueden combinarse diferentes métodos del mismo tipo, es decir, usar 2 objetivos con uno subjetivo; todo ello para ampliar la medición de estado cognitivo del trabajador durante actividades de criticidad. (Diarra et al., 2025; Prasetyo & Iridiastadi, 2025).

Si analizamos la validez, la mejor forma de sustentarla es a través de la combinación de distintas fuentes de información, ya que con ello se demuestra las variaciones reales de la carga mental al combinar diferentes métodos de medición y su correspondencia entre sí, ya que los métodos por sí solos presenta algunas limitaciones y esto es relevante en tareas de mayor complejidad porque se identifican variaciones de los diferentes métodos (objetivo, subjetivo y/o desempeño). Con respecto a los operadores de videovigilancia es trascendental utilizar el enfoque multimodal ya que estudios recientes recomiendan la unión de métodos objetivos como EEG, , movimientos oculares y/o cardiovasculares con los método subjetivos, y con ellos mejorar la identificación de los distintos niveles de la carga mental, haciendo que se puede detectar de

forma temprana, lo que contribuye a prevenir fallos operativos (İşbilir et al., 2019; Mark et al., 2024).

En este sentido, Li et al. (2022) confirman la eficacia de la Espectroscopía Funcional de Infrarrojo Cercano (fNIRS) + Electrocardiografía en multitarea simulada de aviación, alcanzando 82% precisión en clasificación de carga mental, complementando enfoques EEG-eye-tracking (Li et al., 2022). (Li et al., 2022). De forma concordante, İşbilir et al. (2024) evidenciaron que la fusión de eye-tracking y EEG mejora la exactitud en la clasificación multiclase de carga cognitiva en operadores de salas de control, fortaleciendo su validez predictiva al relacionar directamente los patrones fisiológicos con el desempeño operativo. De manera complementaria, Lucchese et al. (2025) concluyen que el enfoque del método multimodal es superior a utilizar métodos de evaluación aislados en la medición de la carga mental, ya que se centran en estados generales, en cambio este método identifica diferentes niveles de carga cognitiva. (İşbilir et al., 2019; Lucchese et al., 2025).

A continuación, se detallan estudios que muestran la estabilidad y solidez del método multimodal en la medición de la carga mental. (Malik et al., 2025; Putri & Arlini, 2020). Mark et al. (2024) demostraron que la integración de múltiples modalidades biomédicas conserva precisión clasificatoria en diferentes escenarios cognitivos, evidenciando consistencia intersujeto. Por otro lado, en el estudio sistemático de Diarra et al. (2025) enfatiza la necesidad de relacionar los

diferentes métodos fisiológicos entre sí y usar a la vez los métodos subjetivos para una mayor precisión en la medición de la carga mental y evitar el sesgo en un método aislado. Para reforzar ello, Tierney et al. (2025) recomienda que los métodos multimodales son relevantes por su mayor precisión y consistencia sobre todo en tareas que impliquen situaciones de criticidad. Otro ejemplo es el estudio de Pontiggia et al. (2025) que identificaron que los métodos con enfoque multimodal sufren menos variaciones a causas de las condiciones fisiológicas de la persona a comparación del uso de un solo método, esto reforzaría la fiabilidad del método. (Diarra et al., 2025; Mark et al., 2024; Pontiggia et al., 2025; Tierney et al., 2025).

Finalmente, la propuesta del sistema con enfoque multimodal MOCAS estudiado por Jo et al. (2024) fundamenta la importancia del método multimodal ya que relaciona diferentes métodos objetivos y subjetivos en este tipo de tareas y multitareas. Según los hallazgos anteriores, se identifica una base sólida para la aplicación de los métodos multimodales, ya que se justifica la validez y fiabilidad del método a través de los resultados consistentes en este tipo de trabajadores. (Jo et al., 2024, 2016).

### **4.3. Consecuencias de la carga mental en los operadores de videovigilancia.**

La evidencia científica muestra que una excesiva carga mental en posiciones con función de monitorización y control, operando en este caso con operadores de videovigilancia, tiene efectos multidimensionales que producen efectos negativos de forma simultánea en el desempeño, en la salud y en el bienestar del trabajador. Estas consecuencias se manifiestan en forma de estrés psicológico, fatiga cognitiva y física, deterioro de la atención sostenida, una menor conciencia situacional y un aumento en el riesgo de error, y omisiones, en especial en entornos de elevada responsabilidad y con turnos prolongados (Giraudó & Rizzo, 2022). La evidencia científica muestra que una excesiva carga mental en posiciones con función de monitorización y control, operando en este caso con operadores de videovigilancia, tiene efectos multidimensionales que producen efectos negativos de forma simultánea en el desempeño, en la salud y en el bienestar del trabajador. Estas consecuencias se manifiestan en forma de estrés psicológico, fatiga cognitiva y física, deterioro de la atención sostenida, una menor conciencia situacional y un aumento en el riesgo de error, y omisiones, en especial en entornos de elevada responsabilidad y con turnos prolongados (Hodgetts et al., 2017; Janizadeh et al., 2024).

Se agrupan las consecuencias identificadas por diversos estudios en cinco bloques, con el objetivo de ordenarlas, partiendo de un nivel individual; es decir que incluye la carga cognitiva y salud del operador hasta un nivel macro que comprende el funcionamiento institucional (Hodgetts et al., 2017; Longo, 2018).

**a) *Disminución de la vigilancia y aumento de errores***

La consecuencia con mayor relevancia dentro de los estudios seleccionados es el deterioro progresivo de la atención sostenida. La evidencia muestra que, a medida que se prolonga la tarea de observación, disminuye la atención sostenida y aumenta la probabilidad de pasar por alto eventos relevantes (Janizadeh et al., 2025). Hodgetts et al. (2017) describen que la combinación de alta carga cognitiva, baja frecuencia de eventos críticos y elevada complejidad visual conduce a fenómenos como “ver sin procesar”, uso de heurísticos apresurados y sesgos atencionales, lo que se traduce en omisiones de amenazas y decisiones de menor calidad en contextos de seguridad. Desde el diseño del sistema, De Bruijn et al. (2016) y Ries et al. (2017) añaden que configuraciones con demasiadas cámaras simultáneas, autociclado rápido y una organización poco intuitiva del muro de pantallas incrementan la carga mental y se asocian con menores tasas de detección y mayores lapsos atencionales (De Bruijn et al., 2016; Hodgetts et al., 2017).

**b) *Sobrecarga, subcarga y fallos cognitivos en tareas de monitorización***

Las consecuencias de la carga mental en la videovigilancia pueden compararse con lo identificado en las salas de control nucleares, ya que comparten tareas de monitoreo de múltiples fuentes, gestión de alarmas y decisiones críticas. Braarud (2024) muestra que, tanto la sobrecarga, ligada a eventos complejos, como la subcarga, asociada a largos periodos de baja actividad, deterioran la conciencia situacional y

aumentan errores por omisión o respuestas tardías, mecanismos parecidos a la videovigilancia. Investigaciones en salas de control industriales indican que una carga mental elevada se relaciona con menor memoria de trabajo, tiempos de reacción más lentos y menor precisión decisoria, lo que limita la respuesta ante eventos críticos (Afzal et al., 2022; Braarud, 2024; Mohammadian et al., 2022). En un estudio cualitativo, Janizadeh et al. (2024) identificaron que la acumulación de la sobrecarga mental no es inmediata sino que va manifestando síntomas como fatiga, irritabilidad, deterioro en la concentración y enlentecimiento para las respuestas; generando así que se cometan errores y esto se intensifica si el operador tiene un cargo de mayor rango y la presión del tiempo (Janizadeh et al., 2024).

**c) *Fatiga mental, salud y bienestar del operador***

Más allá de sus efectos sobre el rendimiento inmediato, la carga mental sostenida tiene consecuencias relevantes sobre la salud y el bienestar de los operadores de videovigilancia. Chang et al. (2018) muestran que la fatiga mental acumulada en personal de seguridad se refleja no solo en el desempeño cognitivo, sino también en indicadores fisiológicos, como cambios musculares medidos por electromiografía y disminución de la fuerza, lo que evidencia que la sobrecarga cognitiva prolongada puede degradar también la capacidad física para responder a incidentes. Desde la neuro-ergonomía, Dehais et al. (2020) subrayan que estados prolongados de alta carga mental se asocian con disminución del *engagement*, aparición de *mind-wandering* y patrones neurofisiológicos

vinculados a fatiga, aumentando la vulnerabilidad a cometer errores en tareas de vigilancia. De forma consistente, Janizadeh et al. (2025) señalan que la carga de trabajo excesiva en operadores de control se traduce en estrés crónico, agotamiento, quejas musculoesqueléticas y deterioro del bienestar general, consecuencias análogas a las reportadas en operadores de CCTV sometidos a turnos prolongados y alta presión por no fallar (Chang et al., 2018; Dehais et al., 2020; Janizadeh et al., 2024).

***d) Impacto de la carga mental en la interacción con tecnología e inteligencia artificial***

La incorporación de sistemas de apoyo basados en inteligencia artificial en la videovigilancia no elimina la carga mental, sino que la redistribuye, pudiendo reducir o agravar sus consecuencias según el diseño y la implementación. De Bruyne et al. (2023) demuestran que sistemas de visual cueing (señalización visual dirigida) basados en IA pueden disminuir la carga mental subjetiva y mejorar el rendimiento de detección cuando están adecuadamente calibrados; sin embargo, una mala configuración puede generar sobreconfianza, dependencia excesiva o un aumento de falsas alertas que vuelve a sobrecargar al operador. En esta línea, Tierney et al. (2025) refuerzan esta idea al señalar que, en dominios de alta criticidad, una gestión inadecuada de la carga mental en la interacción humano-IA puede derivar en complacencia ante la automatización, pérdida de habilidades y

dificultades para retomar el control en situaciones imprevistas (De Bruyne et al., 2023; Tierney et al., 2025).

*e) Implicaciones a nivel institucional.*

En las organizaciones laborales, el incremento de la carga mental en vincula con la alta rotación de personal, ausentismo, disminución de la satisfacción laboral y con ello el aumento en el riesgo a nivel de seguridad. Longo et al. (2022) recomiendan que los fallos por los operadores deben considerarse como un fallo a nivel organizacional debido al enfoque multimodal de la carga mental que integra desempeño operativo, experiencia y cambios fisiológicos. En este sentido, Diarra et al. (2025) muestran que medidas como EEG, variabilidad cardíaca y movimientos oculares permiten detectar sobrecarga antes de que aparezcan errores visibles, lo que abre la puerta a sistemas que ajusten cámaras y tareas según el estado del operador. En conjunto, la evidencia señala una triple consecuencia: más errores, más fatiga y más riesgo organizacional (Diarra et al., 2025; Longo et al., 2022).

#### **4.4. Estrategias de prevención frente a la carga mental en los operadores de videovigilancia.**

Las tareas de videovigilancia son unas de las más solicitadas, ya que son actividades que requieren atención sostenida, procesamiento motor intenso de información y una fecha de discriminación rápida de eventos críticos. Estas características aumentan la carga mental del operador y, en ausencia de estrategias de prevención, la disminución del rendimiento es patente. La bibliografía científica ha demostrado que no sólo es la cantidad de información la que provoca una sobrecarga mental en tareas de vigilancia sino también como se presenta, forma y organiza la información y el apoyo cognitivo que se hace a la persona operadora en el momento de la ejecución de una tarea de vigilancia (Al-Shargie et al., 2019; Pakarinen & Sallinen, 2025).

Una primera estrategia preventiva es la construcción y organización ergonómica de los muros de cámaras. En su estudio experimental sobre el monitoreo de multiplex CCTV, Tatler et al. (2021) sostienen que la organización de las escenas tiene un impacto importante en la eficiencia perceptiva del operador. Cuando las cámaras se agrupan de forma semántica o lógica, y se incorporan separadores o bordes perceptuales, los operadores reducen la carga de búsqueda y localizan más rápidamente la información pertinente. Estas mejoras gestionan mejor la carga cognitiva durante la exploración de la dotación de cámaras, reducen el riesgo de omisiones y favorecen un monitoreo más efectivo (Ries et al., 2017; Tatler, 2021).

Otra estrategia clave se relaciona con la monitorización fisiológica en tiempo real del estado cognitivo del operador. Noah y Rothrock (2016), emplearon el

seguimiento ocular a través de cámaras infrarrojas e identificando 2 variables: dilatación del diámetro de la pupila y frecuencia del parpadeo. Estas variables evidenciaron un aumento durante el desarrollo de tareas de alta complejidad y periodos prolongados de atención sostenida. Con esta tecnología se podría redistribuir la carga visual, sugerir pausas o activar una señal de alarma en situaciones críticas. Extrapolando a los operadores de videovigilancia, esto podría aplicarse para reducir el número de cámaras, priorizar eventos críticos o estructurar mejor las tareas asignadas (Noah, & Rothrock, 2016).

La revisión de Al-Shargie et al. (2019) es la primera en aportar información relevante para la prevención de la carga mental en estos tipos de actividades. Estos autores analizaron el fenómeno de la vigilancia y las estrategias para abordarlo. Sostienen que las actividades de vigilancia continuada, tal y como ocurre con los operadores de sistemas de videovigilancia, producen un deterioro progresivo de la vigilancia como consecuencia de la fatiga cognitiva y el alto costo de recursos atencionales. Los autores indican que la carga mental en los sistemas de barrera de vigilancia puede disminuir mediante el control del diseño del sistema y el control del estado cognitivo del operador. Algunas de las estrategias que mencionan son: alertas ambientales adaptativas, pausas estratégicas, automatización inteligente con niveles ajustados a la apertura y la retroalimentación, así como la inclusión de técnicas de mejora cognitiva a través de la retroalimentación y la neuro-tecnología.

Esto implica que el diseño ergonómico de los sistemas de videovigilancia no solo debe enfocarse en la detección de amenazas, sino también en la gestión de la carga mental del operador, mediante herramientas que mitiguen la

degradación de la atención típica de la vigilancia prolongada (Al-Shargie et al., 2019).

Los estudios revisados sugieren que, para prevenir la carga mental en los operadores, la intervención debe ser multidimensional, incluyendo diseño del sistema, organización visual, monitorización del estado del operador, y claves que reduzcan la incertidumbre sobre lo que debe ser supervisado. Según la evidencia, la optimización de la estructura del multiplex, la integración de soporte tecnológico adaptativo al operador y el uso de estrategias que orienten de forma predictiva la atención a los operadores hacia las zonas de mayor relevancia operativa, aumenta la posibilidad de que los operadores detecten eventos críticos en el entorno monitoreado lo que, a su vez, mejora el bienestar del operador. (Chang et al., 2018; Janizadeh et al., 2024).

La inteligencia artificial (IA) se está convirtiendo en una estrategia válida para prevenir y gestionar la carga mental de los operadores de videovigilancia. Teniendo en cuenta que la monitorización por CCTV es una combinación de vigilancia sostenida desde múltiples fuentes visuales, eventos poco frecuentes y picos abruptos de demanda. Estas situaciones pueden causar una respuesta sobrecargada/saturada a incidentes simultáneos y falta de carga/monotonía y pérdida de alerta. En este sentido, la IA puede servir como un "copiloto" que filtra, prioriza y dirige la atención para reducir la carga cognitiva innecesaria y mantener un rendimiento estable. Una vía de intervención particularmente relevante es el apoyo atencional mediante señales visuales (*visual cueing*). En un estudio aplicado a salas de control CCTV, De Bruyne et al. (2023) evaluaron un sistema de *visual cueing* basado en IA y reportaron que esta asistencia puede

mejorar el rendimiento de los operadores y reducir su carga cognitiva al dirigir la mirada hacia áreas relevantes del video en el momento oportuno, disminuyendo el “costo” de buscar manualmente entre múltiples pantallas y reduciendo la probabilidad de omisiones en condiciones de alta demanda (De Bruyne et al., 2023).

En videovigilancia, una parte fundamental de la carga mental proviene de la búsqueda visual y del esfuerzo de mantener un rastreo continuo de múltiples escenas; por ello, cualquier tecnología que reduzca el tiempo de exploración y aumente la eficiencia de selección de información relevante puede funcionar como medida preventiva. En esa misma línea, Tatler (2021) demostró que la organización del multiplex (cómo se distribuyen y agrupan las cámaras en la interfaz) afecta la eficiencia de búsqueda en CCTV: cuando la organización facilita la localización y el escaneo, el operador busca mejor, lo que sugiere que la IA no solo debe “detectar”, sino también optimizar cómo se presenta la información para reducir carga (Tatler, 2021).

En términos preventivos, esto abre la puerta a IA que reordene dinámicamente mosaicos, agrupe cámaras por contexto operativo o destaque las transmisiones de video según riesgo, evitando que el operador invierta recursos atencionales en exploración redundante. Otra estrategia preventiva es el uso de IA para detección proactiva de anomalías, con el fin de disminuir el esfuerzo del operador en la identificación de eventos raros o sutiles, especialmente bajo condiciones visuales difíciles. Como ejemplo, PASS-CCTV (Sistema Proactivo de Vigilancia de Anomalías para CCTV) propone un sistema de vigilancia que considera de manera activa el análisis de videos en ambientes

adversos (p. ej., videos en condiciones de poca luz, mal clima, ruido visual) enfocados en el reconocimiento de anomalías y en facilitación de la detección temprana de incidentes (Jeon et al., 2024). Este tipo de sistema, desde la prevención de la carga mental, puede evitar que se necesite vigilancia de forma intensiva, detección de anomalías, y respuesta al alertar en escenarios donde la capacidad de la percepción humana se encuentra limitada, reduciendo la carga cognitiva sostenida y el esfuerzo del operador en la verificación y respuesta (Jeon et al., 2024).

La disciplina en factores humanos indica que para considerar mayor ventaja de los beneficios de la IA es importante analizar la interacción entre el trabajador y la nueva tecnología. Una condición central es la transparencia del agente: cuando el sistema explica qué detectó, por qué lo detectó y con qué nivel de confianza, aumenta la comprensión del operador y mejora la toma de decisiones; en cambio, agentes opacos pueden generar dudas, sobrecarga por verificación o un uso inadecuado de la automatización. En su revisión sistemática, Van De Merwe et al. (2024) muestran que la transparencia se relaciona con mejores niveles de conciencia situacional, cambios en la carga mental y mejoras en rendimiento, precisamente porque reduce la incertidumbre y facilita calibrar la confianza en el sistema. Para videovigilancia, esto es crucial: un sistema de detección de anomalías o de *cueing* visual que no justifica su recomendación puede forzar al operador a “doble monitoreo” (vigilar cámaras y vigilar al algoritmo), lo que paradójicamente incrementaría la carga (Van De Merwe et al., 2024).

Por tanto, el uso de IA como estrategia preventiva debe diseñarse con el principio de IA centrada en el humano, donde la automatización reduce el trabajo repetitivo y atencionalmente costoso, sin desplazar al operador a un rol de supervisión confusa o excesiva. En la práctica, esto implica diseñar ayudas que: prioricen información en lugar de saturar, ofrezcan explicaciones claras, se adapten al contexto (por ejemplo, aumentar apoyo en turnos nocturnos o bajo alta densidad de eventos) y respeten la organización visual del entorno para facilitar la búsqueda, tal como se observa en el impacto de la estructura del multiplex sobre el desempeño (Tatler, 2021).

De los estudios señalados, se evidencia que el uso de la IA como apoyo en la identificación de eventos críticos, ayuda en la búsqueda selectiva de imágenes o eventos anómalos puede ser efectiva para reducir la carga mental. Los resultados de De Bruyne et al. (2023) muestran de forma concreta los beneficios de la IA en apoyo visual respecto a la reducción de la carga cognitiva y el aumento en los niveles de desempeño, mientras que Jeon et al. (2024) muestra el potencial de la detección proactiva en situaciones problemáticas, y Tatler (2021) constata que la forma en que se presenta la información visual es clave para determinar el nivel de esfuerzo en la búsqueda. Finalmente, la revisión de Van De Merwe et al. (2024) muestra que la efectividad de estos sistemas es directa la transparencia de los agentes y el diseño de la interacción, así, la incorporación de IA en sistemas de CCTV debe analizarse por elementos más allá de un algoritmo y una alta precisión, sino por su capacidad de efectivamente reducir la carga mental y mantener un desempeño seguro y

estable durante las tareas rutinarias (De Bruyne et al., 2023; Tatler, 2021; Van De Merwe et al., 2024).

#### **4.5. Limitaciones del estudio**

Se describen las siguientes limitaciones del estudio.

- Escasa disponibilidad de estudios sobre carga mental en operadores de videovigilancia en Perú y América Latina, lo que impidió contar con evidencia regional específica. Ante esta ausencia bibliográfica, fue necesario recurrir a investigaciones internacionales realizadas en otros puestos de trabajo que, si bien no corresponden directamente a la videovigilancia, presentan demandas cognitivas y tareas similares, como la supervisión industrial, el control de tráfico, la vigilancia automatizada o el monitoreo de procesos críticos. Esta dependencia de literatura extranjera restringe la capacidad de generalizar plenamente los hallazgos al contexto latinoamericano, donde las condiciones laborales, tecnológicas y organizacionales pueden diferir de manera significativa.
- Con respecto a las estrategias de prevención de la carga mental en operadores de videovigilancia, muchas de ellas no cuentan con análisis que permitan evaluar su viabilidad práctica, especialmente en términos de costos, infraestructura necesaria o requerimientos tecnológicos.
- Aunque existen numerosos recursos disponibles en plataformas web, en muchos casos es necesario contratar servicios de suscripción para acceder a información confiable y actualizada (como artículos, libros, estudios científicos o presentaciones) lo cual restringe la posibilidad de realizar análisis más profundos y comparaciones exhaustivas.

## V. CONCLUSIONES

- a) La carga mental presente en los operadores de videovigilancia consiste en un constructo dinámico y multidimensional, como resultado de la alta demanda cognitiva, atencional y temporal debido a la vigilancia visual sostenida, el control concurrente de varias cámaras y la toma de decisiones en tiempo real. La literatura analizada confirma que es un puesto de alta demanda cognitiva, comparable a otros entornos de control complejos, donde los requisitos de la tarea pueden superar los recursos del operador, aumentando el riesgo de sobrecarga cognitiva y afectando negativamente el rendimiento y el bienestar.
- b) La carga mental hace referencia al esfuerzo cognitivo necesario para procesar información o realizar tareas dentro un determinado contexto. En el caso de los operadores de videovigilancia, la carga mental es aún mayor, ya que tienen que supervisar diferentes entradas de imágenes, comprender situaciones complejas y mantener la atención sostenidamente a lo largo del tiempo.
- c) De la revisión de la carga mental se señalaron varios tipos de métodos: el NASA-TLX, herramienta subjetiva que es bastante útil dado su sencillo y sensible uso; como métodos objetivos se observaron el EEG y el eye tracking, los cuales permiten medir de manera instantánea la carga mental; y métodos multimodales que combinan diferentes tipos de métodos para obtener una mejor evaluación.
- d) La alta carga mental que sufren los operadores de videovigilancia tiene efectos negativos como la disminución de la vigilancia, el aumento de la

cantidad de errores, la aparición de fatiga cognitiva e incluso el estrés crónico y otro tipo de problemas de salud física y mental. Estas consecuencias afectan el rendimiento y la seguridad del trabajador y con ello la eficacia de la misma organización.

- e) Se señalaron medidas como el diseño de los sistemas de videovigilancia de manera ergonómica, la utilización de tecnologías adaptativas, como la inteligencia artificial, que permitan la disminución de la carga cognitiva y el control en tiempo real del estado del operador. Estas intervenciones pueden optimizar el rendimiento y la fatiga y el bienestar de los trabajadores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- a) La utilización de herramientas como el NASA-TLX y/o métodos multimodales para evaluar la carga mental de los operadores de videovigilancia permite la identificación de niveles críticos de sobrecarga cognitiva y la implementación de programas para la detección y prevención de sus efectos negativos.
- b) Se sugiere que la reorganización de los espacios de trabajo se realice a partir de principios de la ergonomía cognitiva, logrando una disposición coherente de las cámaras y el control de las condiciones de luz, temperatura y ruido, y la disposición de estaciones de trabajo que puedan ser ajustadas a fin de brindar un mayor confort físico.
- c) Se propone la implementación de sistemas de inteligencia artificial (IA) que prioricen la importancia de los eventos, disminuyan la atención continua que requieren y se comporten como asistentes para la detección de anomalías. Es importante que dichos sistemas sean explicativos y eviten la sobrecarga o desconfianza que pueda existir en el operador.
- d) Se deben diseñar e implementar programas de capacitación fundamental para los operadores de videovigilancia, incorporando gestión del estrés, atención prolongada y formación en sistemas tecnológicos. Esto fortalecerá su capacidad para responder a las demandas cognitivas del trabajo.
- e) Desde la perspectiva de la gestión del trabajo, es aconsejable analizar la duración y rotación de turnos (particularmente los turnos nocturnos), implementar pausas cortas programadas, abstenerse de horas de trabajo excesivamente prolongadas y proporcionar capacitación continua sobre la

detección de señales críticas, gestión de la atención y uso apropiado de sistemas de apoyo, para mejorar la resiliencia cognitiva y reducir la fatiga y el estrés relacionados con la tarea de monitoreo.

- f) Finalmente, se sugiere que la investigación futura se enfoque en estudios empíricos de operadores de videovigilancia en el contexto peruano y latinoamericano, con diseños multimodales y enfoques longitudinales que permitan la cuantificación de la carga mental en condiciones reales de trabajo, la evaluación de los impactos de intervenciones ergonómicas y tecnológicas, y la provisión de evidencia local que complemente y contraste los hallazgos de otros países y sectores.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Prieto, J. L., Cuello Cuello, Y., García Dihigo, J., & Almeda Barrios, Y. (2023). Modelos para la valoración de la carga mental de trabajo: Una revisión sistemática. *Revista San Gregorio*, 1(55), 158-180.  
<https://doi.org/10.36097/rsan.v1i55.2272>
- Acosta Prieto, J. L., Leal, D. A., Dihigo, J. G., & Cuello, Y. C. (2024). Análisis bibliométrico sobre la aplicación de indicadores fisiológicos para valorar carga mental de trabajo. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 25(2).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1991-93952024000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1991-93952024000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Afzal, U., Prouzeau, A., Lawrence, L., Dwyer, T., Bichinepally, S., Liebman, A., & Goodwin, S. (2022). Investigating Cognitive Load in Energy Network Control Rooms: Recommendations for Future Designs. *Frontiers in Psychology*, 13, 812677. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.812677>
- Al-Shargie, F., Tariq, U., Mir, H., Alawar, H., Babiloni, F., & Al-Nashash, H. (2019). Vigilance Decrement and Enhancement Techniques: A Review. *Brain Sciences*, 9(8), 178. <https://doi.org/10.3390/brainsci9080178>
- Aminian, N. O., Michael, W., & Ghoreyshi, M. (2025). Cognitive Workload Assessment: A Comprehensive Review. *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology*, 9. <https://thescipub.com/pdf/jastsp.2025.12.33.pdf>
- Bartolomei, M., Gervasi, R., Acconito, C., Angioletti, L., Cannizzaro, D., Balconi, M., Mastrogiacomo, L., & Franceschini, F. (2025). Evaluating mental workload: A taxonomic approach to evaluation tools based on ISO 10075.

*Applied Ergonomics*, 130, 104659.

<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104659>

Braarud, P. Ø. (2024). Measuring cognitive workload in the nuclear control room:

A review. *Ergonomics*, 67(6), 849-865.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2302381>

Chang, K.-M., Xu, H.-C., Ching, C. T.-S., & Liu, S.-H. (2018). Wireless Patrol

Sign-In System with Mental Fatigue Detection. *Journal of Healthcare*

*Engineering*, 2018, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2018/6419064>

Chikhi, S., Matton, N., & Blanchet, S. (2022). EEG power spectral measures of

cognitive workload: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 59(6), e14009.

<https://doi.org/10.1111/psyp.14009>

Das Chakladar, D., & Roy, P. P. (2024). Cognitive workload estimation using

physiological measures: A review. *Cognitive Neurodynamics*, 18(4), 1445-

1465. <https://doi.org/10.1007/s11571-023-10051-3>

De Bruijn, D., Jansen, J., Lenior, D., Pikaar, R., & Schreibers, K. (2016). *Human*

*factor guidelines and workload in CCTV design*. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.hfes-](https://www.hfes-europe.org/wp-content/uploads/2015/12/DeBruijn2016.pdf)

[europe.org/wp-content/uploads/2015/12/DeBruijn2016.pdf](https://www.hfes-europe.org/wp-content/uploads/2015/12/DeBruijn2016.pdf)

De Bruyne, J., Joundi, J., Morton, J., Zheleva, A., Van Kets, N., Van Wallendael,

G., Talsma, D., Saldien, J., De Marez, L., Durnez, W., & Bombeke, K.

(2023). I spy with my AI: The effects of AI-based visual cueing on human

operators' performance and cognitive load in CCTV control rooms.

*International Journal of Industrial Ergonomics*, 95, 103444.

<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2023.103444>

Decreto Legislativo N.º 005-2023-IN. Regula los Servicios de Seguridad Privada (2023). <https://www.gob.pe/institucion/mininter/normas-legales/4232479-005-2023-in>

Dehais, F., Lafont, A., Roy, R., & Fairclough, S. (2020). A Neuroergonomics Approach to Mental Workload, Engagement and Human Performance. *Frontiers in Neuroscience*, *14*, 268. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00268>

Diarra, M., Theurel, J., & Paty, B. (2025). Systematic review of neurophysiological assessment techniques and metrics for mental workload evaluation in real-world settings. *Frontiers in Neuroergonomics*, *6*, 1584736. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2025.1584736>

Durán-Coronado, A. A., Maldonado-Macías, A. A., Barajas-Bustillos, M. A., & Hernández-Arellano, J. L. (2019). Análisis cognitivos de carga mental e identificación del error humano para mejorar la experiencia de usuario. *CienciaUAT*, 71-84. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1173>

Fallahi, M. (2016). *Assessment of operators' mental workload using physiological and subjective measures in cement, city traffic and power plant control centers*. *6*(2). <https://doi.org/doi:%252010.15171/hpp.2016.17>

Fallahi, M., Motamedzade, M., Heidarimoghadam, R., Soltanian, A. R., Farhadian, M., & Miyake, S. (2016). Analysis of the mental workload of city traffic control operators while monitoring traffic density: A field study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *54*, 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.06.005>

- Giraud, E. D. C., & Rizzo, R. A. (2022). Carga mental y factores de riesgos psicosociales en el corazón de la red nacional de gas: Los operadores de la sala de control. *EID. Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 4(3), 35-53. <https://doi.org/10.29393/EID4-22CMGR20022>
- Hodgetts, H. M., Vachon, F., Chamberland, C., & Tremblay, S. (2017). See no evil: Cognitive challenges of security surveillance and monitoring. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(3), 230-243. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.05.001>
- Hogervorst, M. A., Brouwer, A.-M., & Van Erp, J. B. F. (2018). Combining and comparing EEG, peripheral physiology and eye-related measures for the assessment of mental workload. *Frontiers in Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00322>
- Iqbal, M. U., Srinivasan, B., & Srinivasan, R. (2020). Dynamic assessment of control room operator's cognitive workload using Electroencephalography (EEG). *Computers & Chemical Engineering*, 141, 106726. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106726>
- İşbilir, E., Çakır, M. P., Acartürk, C., & Tekerek, A. Ş. (2019). Towards a Multimodal Model of Cognitive Workload Through Synchronous Optical Brain Imaging and Eye Tracking Measures. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 375. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00375>
- Janizadeh, R., Choobineh, A., Charkhabi, S. A., & Jahangiri, M. (2024). Looking beyond the screen: A systematic review of safety in control rooms. *Heliyon*, 10(3), e25118. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25118>

- Janizadeh, R., Choobineh, A., Mokarami, H., & Jahangiri, M. (2025). A qualitative study of safety and human factors challenges in process control rooms operators. *Scientific Reports*, *15*(1), 27363. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08335-1>
- Jeon, H., Kim, H., Kim, D., & Kim, J. (2024). PASS-CCTV: Proactive Anomaly surveillance system for CCTV footage analysis in adverse environmental conditions. *Expert Systems with Applications*, *254*, 124391. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124391>
- Jo, W., Wang, R., Sun, S., Senthilkumaran, R. K., Foti, D., & Min, B.-C. (2024). *MOCAS: A Multimodal Dataset for Objective Cognitive Workload Assessment on Simultaneous Tasks* (arXiv:2210.03065). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.03065>
- Kamari Ghanavati, F., Choobineh, A., Keshavarzi, S., Nasihatkon, A. A., & Jafari Roodbandi, A. S. (2019). Assessment of mental workload and its association with work ability in control room operators. *La Medicina del Lavoro*, *110*(5), 389-397. <https://doi.org/10.23749/mdl.v110i5.8115>
- Koundal, N., Abdalhadi, A., Al-Quraishi, M. S., Elamvazuthi, I., Moosavi, M. S., Guillet, C., Merienne, Fr., & Saad, N. M. (2024). Effect of Interruptions and Cognitive Demand on Mental Workload: A Critical Review. *IEEE Access*, *12*, 54405-54425. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3383142>
- Ley N° 29783 de Seguridad y salud en el trabajo (2011). <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/462576-29783>

- Li, W., Li, R., Xie, X., & Chang, Y. (2022). Evaluating mental workload during multitasking in simulated flight. *Brain and Behavior, 12*(4), e2489. <https://doi.org/10.1002/brb3.2489>
- Liu, Y., Ayaz, H., & Shewokis, P. A. (2017). Multisubject “Learning” for Mental Workload Classification Using Concurrent EEG, fNIRS, and Physiological Measures. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 389. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00389>
- Longo, L. (2018). On the Reliability, Validity and Sensitivity of Three Mental Workload Assessment Techniques for the Evaluation of Instructional Designs: A Case Study in a Third-level Course: *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education*, 166-178. <https://doi.org/10.5220/0006801801660178>
- Longo, L., Wickens, C. D., Hancock, G., & Hancock, P. A. (2022). Human Mental Workload: A Survey and a Novel Inclusive Definition. *Frontiers in Psychology, 13*, 883321. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.883321>
- Lucchese, A., Padovano, A., & Facchini, F. (2025). Comprehensive Systematic Literature Review on Cognitive Workload: Trends on Methods, Technologies and Case Studies. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing, 7*(1), e70025. <https://doi.org/10.1049/cim2.70025>
- Malik, A. A., Buang, A., Amazu, C. W., Nazir, S., Rusli, R., Abbas, A. N., Leva, M. C., & Asgher, U. (2025). A Novel Overlapping Coefficient-Based Framework for Integrating Multimodal Physiological Signals to. <https://doi.org/10.1080/10447318.2025.2583472>

- Mansikka, H., Virtanen, K., & Harris, D. (2024). Comparison of In-Flight and Post-Flight Use of NASA-TLX. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 14(1), 50-57. <https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000272>
- Mark, J. A., Curtin, A., Kraft, A. E., Ziegler, M. D., & Ayaz, H. (2024). Mental workload assessment by monitoring brain, heart, and eye with six biomedical modalities during six cognitive tasks. *Frontiers in Neuroergonomics*, 5, 1345507. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2024.1345507>
- Marois, A., Lafond, D., Williot, A., Vachon, F., & Tremblay, S. (2020). Real-Time Gaze-Aware Cognitive Support System for Security Surveillance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 64(1), 1145-1149. <https://doi.org/10.1177/1071181320641274>
- Mietkiewicz, J., Abbas, A. N., Amazu, C. W., Baldissone, G., Madsen, A. L., Demichela, M., & Leva, M. C. (2024). Enhancing Control Room Operator Decision Making. *Processes*, 12(2), 328. <https://doi.org/10.3390/pr12020328>
- Mohammadian, M., Parsaei, H., Mokarami, H., & Kazemi, R. (2022). Cognitive demands and mental workload: A field study of the mining control room operators. *Heliyon*, 8(2), e08860. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08860>
- Noah, B., & Rothrock, L. (2016). Using eye tracking for live measures of workload in a refinery control room. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*, 1(60), 1774-1778.

- Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico (RM N.o 375-2008-TR) (2008).  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472127/Anexo\\_1-Norma\\_B%C3%A1sica\\_de\\_Ergonom%C3%ADa....pdf?v=1578090278](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472127/Anexo_1-Norma_B%C3%A1sica_de_Ergonom%C3%ADa....pdf?v=1578090278)
- Otávio Melo, M., Cohen De Almeida, T., Bueno Da Silva, L., & Torro-Alves, N. (2022). ASPECTOS DE LA ERGONOMÍA COGNITIVA EN LOS OPERADORES DE CENTROS DE CONTROL DE ENERGÍA ELÉCTRICA. *EID. Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 4(1), 102-115. <https://doi.org/10.29393/EID4-8AEMN40008>
- Pakarinen, S., & Sallinen, M. (2025). Workload management measures for supporting nuclear industry main control room operators and emergency response organization personnel during crises—A scoping review. *Industrial Health*, 63(3), 214-241. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2024-0155>
- Piza, E. L., Welsh, B. C., Farrington, D. P., & Thomas, A. L. (2019). CCTV surveillance for crime prevention: A 40-year systematic review with meta-analysis. *Criminology & Public Policy*, 18(1), 135-159. <https://doi.org/10.1111/1745-9133.12419>
- Pontiggia, A., Quiquempoix, M., Fabries, P., Beauchamps, V., Jacques, C., Guillard, M., Van Beers, P., Malle, C., Gomez-Merino, D., Koulmann, N., Chennaoui, M., & Sauvet, F. (2025). Robust multimodal mental workload classification: A cross-physiological condition machine learning approach. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 277, 109251. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2026.109251>

- Prasetyo, R. A. B., & Iridiastadi, H. (2025). Mental Workload: Definition and Measurement Review. *International Journal of Technology*, 16(5), 1854. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v16i5.7072>
- Putri, L., & Arlini, M. (2020). The Evaluation of Operator's Mental Workload in Operation Control Center Division in the Railway Industry. 2020 *The 6th International Conference on Industrial and Business Engineerin*, 202-207. <https://doi.org/10.1145/3429551.3429555>
- Pütz, S., Mertens, A., Chuang, L., & Nitsch, V. (2024). Physiological measures of operators' mental state in supervisory process control tasks: A scoping review. *Ergonomics*, 67(6), 801-830. <https://doi.org/10.1080/00140139.2023.2289858>
- Ries, F., Krusche, F., & Deml, B. (2017). *Video in control rooms – effects of autocycling frequency and video complexity on operators' mental workload*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24653.13282>
- Rodio-Trevisan, K. R., Cruz, R. M., Ariño, D. O., Dalagasperina, P., Trevisan, L., & Albarracín, D. C. M. (2024). Evidencias de confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados para medir la carga de trabajo mental: Una revisión integrativa de la literatura. *Revista Interamericana de Psicología*, (1).
- Safari, M., Shalhaf, R., Bagherzadeh, S., & Shalhaf, A. (2024). Classification of mental workload using brain connectivity and machine learning on electroencephalogram data. *Scientific Reports*, 14(1), 9153. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59652-w>

- Stainer, M. J., Raj, P. V., Aitken, B. M., Bandarian-Balooch, S., & Boschen, M. J. (2021). Decision-making in single and multiple-screen CCTV surveillance. *Applied Ergonomics*, *93*, 103383.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103383>
- Stainer, M. J., Scott–Brown, K. C., & Tatler, B. W. (2017). On the Factors Causing Processing Difficulty of Multiple-Scene Displays. *I-Perception*, *8*(2), 2041669516689572.  
<https://doi.org/10.1177/2041669516689572>
- Surtiningtyas, S. R., Purwaningtyas, D. A., & Putriekapuja, R. A. (2022). Systematic Literature Review Of Workload Calculation Using NASA-TLX. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, *34*(2), 178. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v34.2.4619>
- Tao, D., Tan, H., Wang, H., Zhang, X., Qu, X., & Zhang, T. (2019). A Systematic Review of Physiological Measures of Mental Workload. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(15), 2716. <https://doi.org/10.3390/ijerph16152716>
- Tatler, B. W. (2021). Searching in CCTV: Effects of organisation in the multiplex. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *6*(1), 11.  
<https://doi.org/10.1186/s41235-021-00277-2>
- Tierney, M., Adeyemi, E. O., & Bommer, S. (2025). A Systematic Literature Review: Cognitive Workload Assessment in Human Factors Research. *Advances in Human-Computer Interaction*, *2025*(1), 9313239.  
<https://doi.org/10.1155/ahci/9313239>

Van De Merwe, K., Mallam, S., & Nazir, S. (2024). Agent Transparency, Situation Awareness, Mental Workload, and Operator Performance: A Systematic Literature Review. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 66(1), 180-208. <https://doi.org/10.1177/00187208221077804>

Wu, Y., Zhang, Y., & Zheng, B. (2024). Workload Assessment of Operators: Correlation Between NASA-TLX and Pupillary Responses. *Applied Sciences*, 14(24), 11975. <https://doi.org/10.3390/app142411975>