



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

IMPACTO DE LA EXPOSICIÓN A LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL SOBRE LA CALIDAD DEL SUEÑO Y LA FATIGA EN TRABAJADORES DE AMBIENTES LABORALES INTERIORES

**THE IMPACT OF EXPOSURE TO ARTIFICIAL LIGHTING
ON SLEEP QUALITY AND FATIGUE AMONG WORKERS IN
INDOOR WORK ENVIRONMENTS**

Wilman Yesid Ardila Barbosa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Ferney Mauricio Maldonado Reátiga

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Orlando Celis Salazar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Katherine Camargo Bayona

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Diana Marcela Ordoñez Garces

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Luz Esperanza Blanco Guerrero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Impacto de la exposición a la iluminación artificial sobre la calidad del sueño y la fatiga en trabajadores de ambientes laborales interiores

Wilman Yesid Ardila Barbosa¹

wilman.ardila@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-9314-2961>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

Ferney Mauricio Maldonado Reátiga

ferney.maldonado@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-6928-6997>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

Orlando Celis Salazar

orlando.celis@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-6967-4124>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

Katherine Camargo Bayona

katherinne.camargo@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-4302-7671>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

Diana Marcela Ordoñez Garces

diana.ordonez@unad.edu.co

<https://orcid.org/0009-0007-4443-9022>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

Luz Esperanza Blanco Guerrero

luz.blanco@unad.edu.co

<https://orcid.org/0009-0005-6151-8123>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bucaramanga, Colombia

RESUMEN

Objetivo: analizar críticamente y con mayor profundidad la evidencia científica sobre el impacto de la exposición a la iluminación artificial en la calidad del sueño y la fatiga de trabajadores que desempeñan sus funciones en ambientes laborales interiores. Metodología: se realizó una revisión narrativa crítica con búsqueda estructurada en PubMed y lectura analítica complementaria de literatura especializada publicada entre 2005 y 2025. Se priorizaron estudios experimentales, estudios de campo en oficinas y espacios sin ventanas, investigaciones en trabajo por turnos y revisiones sistemáticas pertinentes para la seguridad y salud en el trabajo. La síntesis se organizó en seis ejes: bases cronobiológicas, evidencia en oficinas y trabajo diurno, fatiga y desempeño, trabajo nocturno, criterios de diseño lumínico saludable y limitaciones metodológicas de la evidencia disponible. Resultados: la revisión confirma que los efectos de la luz artificial no dependen únicamente de la iluminancia, sino también del espectro, el horario biológico, la duración, la distribución espacial y la historia lumínica previa. La exposición diurna suficiente, especialmente en la mañana, se asocia con mejor latencia y regularidad del sueño, menor fatiga vespertina y mayor alerta; por el contrario, la exposición vespertina o nocturna a luz de corta longitud de onda puede suprimir melatonina, retrasar la fase circadiana y favorecer somnolencia residual, fatiga y deterioro del desempeño seguro. Asimismo, la evidencia más reciente sugiere que los esquemas de iluminación circadianamente informados pueden mejorar vigilancia, sueño diurno y adaptación temporal en contextos de turnos. Conclusiones: desde la seguridad y salud en el trabajo, la iluminación debe evaluarse no solo por criterios visuales o de cumplimiento normativo, sino también por sus efectos no visuales y circadianos. El diseño lumínico saludable constituye una medida preventiva de ingeniería y organización con potencial para mejorar bienestar, rendimiento, recuperación y seguridad operacional.

Palabras clave: iluminación artificial, calidad del sueño, fatiga laboral, ritmo circadiano, ambientes interiores

¹ Autor principal

Correspondencia: wilman.ardila@unad.edu.co

The Impact of Exposure to Artificial Lighting on Sleep Quality and Fatigue Among Workers in Indoor Work Environments

ABSTRACT

Objective: to critically analyze, in greater depth, the scientific evidence on the impact of artificial lighting exposure on sleep quality and fatigue among workers performing their duties in indoor work environments. Methodology: a critical narrative review was conducted using a structured PubMed search and complementary analytical reading of specialized literature published between 2005 and 2025. Experimental studies, field studies in offices and windowless settings, shift-work research, and systematic reviews relevant to occupational safety and health were prioritized. The synthesis was organized into six thematic axes: chronobiological foundations, evidence in offices and daytime work, fatigue and performance, night work, healthy lighting design criteria, and methodological limitations of the available evidence. Results: the review confirms that the effects of artificial light depend not only on illuminance, but also on spectrum, biological timing, duration, spatial distribution, and prior light history. Adequate daytime exposure, especially in the morning, is associated with better sleep latency and sleep regularity, lower evening fatigue, and higher alertness; by contrast, evening or nighttime exposure to short-wavelength light may suppress melatonin, delay circadian phase, and contribute to residual sleepiness, fatigue, and unsafe performance. Recent evidence also suggests that circadian-informed lighting schedules may improve vigilance, daytime sleep, and temporal adaptation in shift-work contexts. Conclusions: in occupational safety and health, lighting should be assessed not only through visual or regulatory criteria, but also through its non-visual and circadian effects. Healthy lighting design is an engineering and organizational preventive measure with potential to improve well-being, performance, recovery, and operational safety.

Keywords: artificial lighting, sleep quality, occupational fatigue, circadian rhythm, indoor work environments

*Artículo recibido 28 febrero 2026
Aceptado para publicación: 28 marzo 2026*



INTRODUCCIÓN

La iluminación artificial constituye un componente estructural del trabajo contemporáneo en oficinas, centros de control, instituciones educativas, laboratorios, centros de salud, industrias y otros espacios cerrados. En estos escenarios, la exposición lumínica prolongada no solo cumple una función visual para facilitar la ejecución de tareas, sino que también ejerce efectos no visuales sobre la fisiología humana, particularmente sobre el sistema circadiano, la secreción de melatonina, el estado de alerta y la propensión al sueño (Cajochen et al., 2005; Cajochen et al., 2011).

Este asunto ha ganado relevancia adicional con la expansión de tecnologías LED, sistemas de iluminación de alta temperatura de color, pantallas retroiluminadas y esquemas de trabajo extendido en interiores. Aunque estos cambios han mejorado eficiencia energética y calidad visual en numerosas tareas, también han incrementado la exposición a patrones lumínicos biológicamente activos durante momentos del día en los que el organismo humano no siempre está preparado para recibirlos (Blume et al., 2019; Vetter et al., 2011).

Desde la perspectiva de la seguridad y salud en el trabajo, el problema es especialmente relevante porque la mala calidad del sueño y la fatiga ocupacional se asocian con menor rendimiento, aumento de errores, deterioro de la atención sostenida, menor capacidad de toma de decisiones y mayor vulnerabilidad frente a incidentes y accidentes. En ambientes interiores, tales riesgos pueden intensificarse cuando existen combinaciones de baja exposición diurna a luz efectiva para el sistema circadiano, ausencia de ventanas, uso extendido de luz blanca de alta temperatura de color hacia el final de la jornada y organización del trabajo por turnos (Boubekri et al., 2014; Harb et al., 2015; Figueiro et al., 2017).

El fundamento teórico del problema se apoya en la cronobiología humana y en la identificación de fotorreceptores retinales no formadores de imagen, particularmente las células ganglionares intrínsecamente fotosensibles con melanopsina. Estas células presentan sensibilidad elevada a longitudes de onda cortas y transmiten información luminosa al núcleo supraquiasmático, principal marcapasos circadiano. Este sistema ayuda a explicar por qué la luz azul o azul-enriquecida puede producir respuestas agudas de alertamiento y, al mismo tiempo, alterar la sincronización temporal del sueño cuando la exposición ocurre en horarios tardíos (Cajochen et al., 2005; Blume et al., 2019).

La evidencia acumulada muestra que la relación entre luz artificial, sueño y fatiga no es lineal ni unidireccional. Determinadas configuraciones lumínicas diurnas pueden mejorar el alertamiento, el estado de ánimo, el desempeño percibido y la calidad subjetiva del sueño; no obstante, exposiciones mal temporizadas, en especial durante la tarde-noche o la noche, pueden generar supresión de melatonina, retrasos de fase y perturbaciones del descanso (Viola et al., 2008; Chellappa et al., 2013; Scott et al., 2024). En consecuencia, no basta con afirmar que la luz artificial es beneficiosa o perjudicial en sí misma; su impacto depende del momento biológico y laboral en que ocurre la exposición.

Asimismo, la literatura reciente ha insistido en que las métricas visuales tradicionales basadas exclusivamente en iluminancia horizontal o cumplimiento de lux mínimos resultan insuficientes para describir los efectos no visuales de la luz. Variables como la iluminancia vertical a nivel ocular, la composición espectral, la dosis acumulada y la historia lumínica previa del individuo ofrecen una lectura más útil para comprender la respuesta circadiana y la recuperación del sueño (Blume et al., 2019; Aries et al., 2022).

A pesar de la abundancia de estudios sobre luz y ritmos circadianos, buena parte de la evidencia permanece dispersa entre investigaciones de laboratorio, trabajos con pantallas electrónicas, estudios de campo en oficinas, revisiones centradas en personal nocturno y experiencias de diseño arquitectónico saludable. Esa heterogeneidad metodológica dificulta trasladar los hallazgos a la gestión preventiva en ambientes laborales reales, donde convergen demandas visuales, productividad, organización del tiempo de trabajo y diferencias individuales.

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar críticamente la evidencia disponible sobre el impacto de la exposición a la iluminación artificial en la calidad del sueño y la fatiga entre trabajadores de ambientes laborales interiores, identificando mecanismos de afectación, patrones de evidencia, controversias, limitaciones metodológicas y criterios de intervención útiles para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

METODOLOGÍA

Se desarrolló una revisión narrativa crítica de literatura científica, orientada a ampliar y fortalecer el manuscrito base conforme a la estructura exigida por la revista. Este enfoque se seleccionó por su utilidad para integrar hallazgos experimentales, estudios de campo y revisiones con pertinencia

ocupacional, sin perder la posibilidad de interpretar críticamente la aplicabilidad de la evidencia a escenarios reales de trabajo.

Para fortalecer el rigor del manuscrito, se realizó una búsqueda estructurada en PubMed de publicaciones entre 2005 y 2025, periodo clave en la consolidación de la evidencia sobre efectos no visuales de la luz, cronobiología aplicada y diseño lumínico ocupacional. La búsqueda se complementó con lectura analítica de artículos seminales y estudios recientes identificados por rastreo de referencias y pertinencia temática.

La estrategia de búsqueda combinó términos en inglés relacionados con artificial lighting, blue-enriched light, light at night, daylight exposure, office workers, windowless environments, sleep quality, fatigue, alertness, shift work y circadian rhythm. Se priorizaron artículos revisados por pares que abordaran población adulta en ambientes laborales interiores o en contextos experimentales con clara aplicabilidad ocupacional, incluyendo estudios de campo, ensayos controlados, estudios observacionales y revisiones sistemáticas.

Como criterios de inclusión se consideraron: a) estudios con desenlaces vinculados a calidad del sueño, latencia y eficiencia del sueño, melatonina, estado de alerta, somnolencia, fatiga, vigilancia o desempeño; b) investigaciones desarrolladas en oficinas, espacios interiores sin ventanas, trabajo por turnos o simulaciones con validez para el entorno laboral; y c) publicaciones en revistas científicas indexadas con suficiente trazabilidad metodológica. Se excluyeron textos divulgativos, documentos sin arbitraje, literatura sin descripción metodológica clara y estudios clínicos sin pertinencia para la salud ocupacional.

El proceso de análisis se desarrolló mediante lectura crítica, extracción temática y comparación interpretativa de resultados. Para ello, se organizaron los hallazgos en una matriz analítica según tipo de diseño, población, exposición lumínica, variables de sueño/fatiga, principales resultados y utilidad para la gestión preventiva. La síntesis final se estructuró en seis núcleos: mecanismos circadianos, evidencia en oficinas y espacios interiores, relación entre luz y fatiga, implicaciones para trabajo nocturno, criterios de diseño preventivo y vacíos de investigación.

Dado que no se trató de una revisión sistemática con metaanálisis, los resultados se presentan en forma interpretativa y comparativa, destacando consistencias, discrepancias y limitaciones metodológicas.



Entre las principales limitaciones del presente manuscrito se reconocen la heterogeneidad de diseños, el predominio de medidas subjetivas en algunos estudios, la variabilidad en las métricas de exposición lumínica y la dificultad para extrapolar hallazgos de laboratorio a todos los sectores productivos. No obstante, la revisión ofrece una base actualizada y útil para orientar decisiones de evaluación y control en seguridad y salud en el trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disrupción del sistema circadiano y efectos no visuales de la luz

La evidencia experimental demuestra que la iluminación artificial modifica procesos fisiológicos más allá de la visión. Cajochen et al. (2005) mostraron que la luz monocromática de 460 nm, aplicada en horas tardías, produjo una supresión de melatonina significativamente mayor que la luz de 550 nm, acompañada de más alerta, cambios termorregulatorios y aumento de la frecuencia cardíaca. Estos hallazgos consolidaron la noción de que la respuesta humana a la luz depende del espectro y no solo de la iluminancia.

Posteriormente, Cajochen et al. (2011) verificaron que la exposición vespertina a pantallas con retroiluminación LED, ricas en longitudes de onda cortas, suprime la elevación nocturna de melatonina y mejora agudamente el rendimiento cognitivo y la vigilia subjetiva. De manera convergente, Chellappa et al. (2013) observaron que la exposición aguda a luz azul-enriquecida en la tarde-noche afecta variables del sueño humano, lo que confirma el delicado equilibrio entre beneficio alertante inmediato y costo circadiano potencial.

La interpretación de estos resultados se fortalece con el marco de la curva de respuesta de fase, según la cual la luz matutina tiende a adelantar la fase circadiana, mientras que la luz recibida en la tarde-noche y durante la noche tiende a retrasarla. En consecuencia, el mismo nivel de luz puede producir efectos biológicos opuestos según el momento del día biológico en que se administre la exposición (Blume et al., 2019).

Desde una lectura aplicada a la SST, estos hallazgos indican que la iluminación no debe entenderse como un agente físico estático, sino como una exposición temporalmente modulada. En otras palabras, una condición lumínica puede ser útil para sostener rendimiento y vigilancia durante la mañana, pero

disfuncional si se mantiene con igual intensidad y composición espectral durante las últimas horas de la jornada o en el periodo previo al sueño.

Esta evidencia también cuestiona la suficiencia de los enfoques centrados exclusivamente en lux horizontales. Cuando el objetivo es proteger sueño, recuperación y funcionamiento seguro, resulta más pertinente valorar exposición vertical a nivel ocular, temperatura de color correlacionada, contenido melanópico y secuencia diaria de exposición, pues son variables más cercanas a la respuesta circadiana real del trabajador (Blume et al., 2019; Aries et al., 2022).

Evidencia en trabajadores de oficinas y ambientes interiores diurnos

Los estudios de campo en oficinas muestran que la calidad de la exposición lumínica diurna guarda relación con el sueño nocturno y el bienestar. Viola et al. (2008), en un ensayo controlado con trabajadores de oficina, reportaron que la luz blanca azul-enriquecida durante la jornada mejoró el estado de alerta, el desempeño percibido, la fatiga vespertina y la calidad subjetiva del sueño en comparación con una iluminación blanca estándar. Este trabajo sugiere que una exposición diurna más estimulante puede ser beneficiosa cuando se administra en horarios compatibles con la sincronización circadiana.

En la misma línea, Figueiro et al. (2017) identificaron que niveles altos de luz circadiana efectiva en la mañana se asociaron con menor latencia de inicio del sueño, mayor calidad del sueño y mejor sincronización circadiana en trabajadores de oficina. He et al. (2023) observaron que una intervención matutina de luz brillante durante cinco días mejoró la eficiencia del sueño, redujo la fragmentación y disminuyó la somnolencia matutina, reforzando la importancia de la dosis lumínica temprana.

La disponibilidad de luz natural también emerge como un factor protector. Boubekri et al. (2014) encontraron que trabajadores en oficinas con ventanas presentaron mayor exposición lumínica durante la semana, tendencia a mayor actividad física y mayor duración del sueño frente a quienes laboraban en ambientes sin ventanas. De forma complementaria, Harb et al. (2015) mostraron que la falta de exposición a luz natural en el puesto de trabajo se asocia con mayores niveles nocturnos de cortisol, menores niveles nocturnos de melatonina, síntomas depresivos y peor calidad del sueño.

Más allá de la presencia o ausencia de ventanas, el espectro de la iluminación interior también modifica la sincronización de los ritmos. Vetter et al. (2011) mostraron que la luz azul-enriquecida en oficina compite con la luz natural como zeitgeber y puede desplazar la organización temporal del sueño y la

actividad hacia el horario de oficina, lo que evidencia que la luz artificial es un sincronizador potente que debe emplearse con cautela.

Los estudios más recientes indican, además, que el análisis debe considerar el patrón total de exposición a lo largo del día. Aries et al. (2022) encontraron que las relaciones entre exposición lumínica cotidiana y sueño en trabajadores de oficina son sensibles al momento del día y al contexto de trabajo; por ejemplo, niveles mayores de luz en la mañana se asociaron con despertar más temprano, mientras que ciertas exposiciones vespertinas mostraron relaciones complejas que no siempre replican los resultados de laboratorio.

En coherencia con ello, Crowley et al. (2015) documentaron que los trabajadores de tiempo completo reciben más luz matutina en días laborales que en fines de semana, principalmente por el desplazamiento temprano y la rutina de inicio de jornada. Este hallazgo es importante porque evidencia que la relación entre entorno laboral y sueño depende de la secuencia total de exposición durante las 24 horas y no puede analizarse aisladamente del trayecto, la hora de inicio del trabajo y la exposición posterior a pantallas o luminarias domésticas.

Otros estudios de diseño ambiental muestran que mejorar acceso a luz diurna y vistas puede producir beneficios funcionales relevantes. Boubekri et al. (2020) reportaron que trabajadores expuestos a condiciones optimizadas de daylight y vistas durmieron más tiempo y obtuvieron mejor desempeño cognitivo que aquellos en un ambiente con persianas convencionales. En una dirección similar, Benedetti et al. (2022) encontraron que una iluminación dinámica optimizada en oficina adelantó el inicio de la secreción de melatonina antes de dormir.

Más recientemente, Son (2025) observó, en un entorno de oficina sin ventanas, mejor calidad global de sueño y menor disfunción diurna bajo iluminación LED frente a iluminación fluorescente. En conjunto, estos resultados refuerzan que la solución no consiste en aumentar indiscriminadamente la luz, sino en diseñarla según espectro, intensidad, distribución y horario de exposición.

Fatiga, somnolencia, desempeño y seguridad operacional

La fatiga ocupacional vinculada con iluminación inadecuada tiene una doble dimensión: fisiológica y funcional. Desde el punto de vista fisiológico, la insuficiente exposición diurna a luz efectiva para el sistema circadiano favorece desalineación temporal y sueño menos reparador. Desde el punto de vista

funcional, ello se traduce en disminución del alertamiento, enlentecimiento psicomotor, reducción de la concentración y mayor percepción de esfuerzo durante tareas sostenidas.

En consecuencia, la fatiga no debe interpretarse únicamente como una consecuencia de la duración de la jornada, de la carga física o de la demanda mental. También es un desenlace sensible a la ecología lumínica del trabajo, especialmente en puestos de vigilancia, monitoreo, digitación intensiva, atención clínica, control de procesos y tareas con alta monotonía visual, donde pequeños descensos del nivel de alerta pueden tener consecuencias operativas desproporcionadas.

Figueiro et al. (2016) sintetizaron evidencia según la cual la luz nocturna puede incrementar medidas objetivas y subjetivas de alerta y mejorar el rendimiento durante turnos nocturnos; sin embargo, ese beneficio inmediato convive con el riesgo de supresión de melatonina y alteración circadiana. La revisión sistemática de Charkhabi et al. (2025) respalda esta tensión: la luz azul se asoció consistentemente con mejor atención, alerta y tiempo de reacción, pero sus efectos sobre sueño, memoria y recuperación posterior fueron más variables.

Desde una lógica preventiva, esto implica que la luz puede funcionar tanto como factor protector como factor de riesgo. Bien administrada, puede ayudar a sostener vigilancia y reducir lapsos atencionales; mal temporizada, puede prolongar el día biológico, empeorar el descanso y favorecer somnolencia residual en la siguiente jornada. Por ello, las decisiones sobre iluminación deben articularse con pausas, turnos, carga mental, control de pantallas y organización del tiempo de recuperación.

En otras palabras, la iluminación no sustituye una gestión integral de la fatiga, pero sí constituye un componente modificable de alto valor preventivo. Su ventaja reside en que puede intervenir desde el diseño del ambiente, sin depender exclusivamente del comportamiento individual del trabajador.

Trabajo nocturno y evidencia de intervenciones lumínicas

Los contextos de turnos rotativos y nocturnos representan el escenario de mayor complejidad, porque la luz se usa de forma deliberada para contrarrestar la somnolencia en un momento biológico naturalmente orientado al sueño. Aemmi et al. (2020), en una revisión sistemática con metaanálisis en enfermeras por turnos, hallaron indicios favorables de la exposición a luz brillante sobre somnolencia, insomnio y duración del sueño diurno, aunque advirtieron alta heterogeneidad y falta de robustez en algunos análisis.

De manera similar, Wu et al. (2022) concluyeron que las intervenciones lumínicas pueden reducir la somnolencia en trabajadores nocturnos, pero remarcaron que la evidencia sigue siendo inconsistente por diferencias en intensidad, espectro, tiempos de exposición, controles comparativos y herramientas de medición. Por tanto, no es metodológicamente prudente asumir que cualquier incremento de luz en la noche producirá beneficios sostenibles.

Los estudios experimentales más recientes aportan información valiosa sobre esquemas circadianamente informados. Scott et al. (2024) demostraron, en un protocolo de trabajo nocturno simulado, que una secuencia lumínica diseñada para combinar momentos de luz azul-enriquecida con periodos de luz atenuada y azul-depletada produjo menos lapsos en la prueba de vigilancia psicomotora, menor somnolencia subjetiva y mayor tiempo total de sueño diurno que la condición control.

De modo complementario, Guyett et al. (2024) informaron que una intervención lumínica circadianamente informada aceleró el ajuste temporal a un horario de trabajo nocturno en un entorno simulado de submarino, logrando retrasos circadianos significativamente mayores medidos mediante dim light melatonin onset y temperatura corporal central. Estos hallazgos son relevantes porque muestran que la luz puede utilizarse estratégicamente no solo para aumentar alerta aguda, sino para facilitar adaptación circadiana cuando las exigencias operativas así lo requieren.

En términos preventivos, las intervenciones en turnos nocturnos deberían concebirse como estrategias integradas: exposición brillante y controlada al inicio o durante momentos estratégicos del turno; restricción relativa de luz azul al finalizar la jornada; apoyo con higiene del sueño, uso racional de pantallas y condiciones ambientales favorables para el descanso diurno. La evidencia disponible no justifica soluciones genéricas; exige diseños ajustados a tarea, turno, cronotipo y posibilidad real de recuperación.

Implicaciones para el diseño lumínico saludable en ambientes laborales interiores

La síntesis de la evidencia permite proponer varios criterios aplicables a la gestión preventiva. Primero, la iluminación de interiores debe valorarse desde dos dimensiones complementarias: desempeño visual y estímulo biológico. En muchos entornos laborales, ambas dimensiones no coinciden automáticamente; un sistema que satisface la tarea visual puede ser insuficiente o excesivo desde el punto de vista circadiano.



Segundo, los espacios de trabajo diurno deberían maximizar el acceso a luz natural y, cuando ello no sea posible, ofrecer suficiente luz matutina con características espectrales compatibles con el alertamiento diurno. Esto es especialmente importante en edificios profundos, áreas sin ventanas, call centers, salas de control, laboratorios y oficinas de uso continuo.

Tercero, hacia el final de la tarde conviene reducir progresivamente la temperatura de color y, cuando la tarea lo permita, también la intensidad y el componente melanópico de la luz, para no prolongar artificialmente el día biológico. Esta recomendación adquiere particular importancia en trabajadores que terminan su jornada cerca del periodo habitual de sueño o que continúan expuestos a pantallas electrónicas en el hogar.

Cuarto, en ambientes sin ventanas o con jornadas extendidas, la evaluación higiénica debería incorporar indicadores de exposición personal que incluyan horario, duración, espectro y ubicación del trabajador respecto de la fuente. En lugar de limitarse al cumplimiento de lux normativos para visibilidad, la valoración preventiva debería aproximarse a la dosis lumínica real recibida por el sistema circadiano.

Quinto, en trabajo nocturno la iluminación debe planearse de forma diferenciada según tarea, momento del turno, necesidad de respuesta rápida y estrategia de recuperación posterior. En puestos críticos, una secuencia lumínica dinámica puede resultar más eficaz que una iluminación constante e indiferenciada durante toda la noche.

Sexto, la incorporación de criterios circadianos al diseño lumínico debe articularse con la jerarquía de controles en SST. En muchos casos se trata de una medida de ingeniería sobre el ambiente físico; en otros, se complementa con medidas administrativas, tales como programación de pausas, educación en higiene del sueño, reducción de exposición a pantallas antes del descanso y reorganización de horarios. En suma, el diseño lumínico saludable no es un asunto meramente arquitectónico; es una intervención organizacional con repercusiones sobre sueño, fatiga, bienestar y seguridad. Por ello, su abordaje debe integrarse con ergonomía, medicina del trabajo, higiene industrial y gestión del riesgo.

Heterogeneidad metodológica, métricas y vacíos de investigación

Aunque la tendencia general de la evidencia es consistente, subsisten limitaciones importantes. Los estudios difieren en tipo de fuente, espectro, intensidad, duración, hora de aplicación, diseño experimental, estacionalidad, sector laboral y variables de resultado. Además, varios trabajos combinan

mediciones objetivas con escalas subjetivas, mientras que otros se apoyan casi por completo en autoinforme, lo que dificulta la comparación directa.

También persiste una heterogeneidad relevante en las métricas de exposición. Mientras algunos estudios emplean lux ambientales tradicionales, otros utilizan iluminancia vertical, luz circadiana, equivalent melanopic lux o medidas continuas de exposición personal. Esta diversidad refleja una evolución del campo, pero también complica la traducción de resultados hacia lineamientos operativos sencillos para las organizaciones.

A ello se suman factores de confusión que no siempre son controlados de manera uniforme: cronotipo, edad, sexo, tiempo de desplazamiento al trabajo, uso nocturno de pantallas, consumo de caféina, actividad física, estación del año, condiciones de vivienda y acceso a luz natural fuera del trabajo. En consecuencia, la generalización de los resultados debe realizarse con cautela.

Las investigaciones futuras deberían ampliar el número de estudios longitudinales y de campo, incorporar sensores personales de exposición, marcadores circadianos objetivos y desenlaces operativos de seguridad, así como evaluar intervenciones diferenciadas por ocupación. Sectores como salud, manufactura continua, vigilancia, transporte interno, educación y servicios administrativos requieren evidencia aplicada que permita convertir los avances de la cronobiología en programas preventivos sostenibles.

En conjunto, la evidencia revisada converge en un punto central: la iluminación artificial puede favorecer o perjudicar el sueño y la fatiga laboral según cómo, cuándo y para qué se utilice. Ese carácter dual obliga a superar enfoques simplificados y a incorporar una visión más fina de la exposición lumínica dentro de la gestión contemporánea de la seguridad y salud en el trabajo.

Tabla 1. Síntesis de estudios relevantes sobre iluminación artificial, sueño y fatiga en ambientes laborales interiores

ESTUDIO	DISEÑO / MUESTRA	CONDICIÓN LUMÍNICA	HALLAZGOS PRINCIPALES
CAJOCHEN ET AL. (2005)	Ensayo experimental en laboratorio	2 h de luz monocromática de 460 nm vs. 550 nm en horario tardío	La luz de 460 nm generó mayor supresión de melatonina y mayor respuesta de alerta.

VIOLA ET AL. (2008)	Ensayo controlado en 94 trabajadores de oficina	Luz blanca azul-enriquecida (17 000 K) vs. luz blanca estándar (4000 K) durante la jornada	Mejoró alerta, desempeño percibido, fatiga vespertina y calidad subjetiva del sueño.
BOUBEKRI ET AL. (2014)	Estudio caso-control en 49 oficinistas	Comparación entre oficinas con y sin ventanas	Los trabajadores con ventanas tuvieron mayor exposición lumínica y mayor duración del sueño.
HARB ET AL. (2015)	Estudio transversal en trabajadoras con y sin ventana	Exposición o ausencia de luz natural en el puesto	La ausencia de luz natural se asoció con peor sueño, menor melatonina nocturna y mayor cortisol nocturno.
CROWLEY ET AL. (2015)	Monitoreo de campo en 14 trabajadores de oficina	Patrones de exposición lumínica a lo largo de la semana	La luz matutina fue mayor en días laborales; el momento de exposición resultó clave para la fase circadiana.
FIGUEIRO ET AL. (2017)	Estudio de campo en 109 trabajadores de oficina	Medición de luz circadiana efectiva durante 7 días	Más luz circadiana efectiva mañana se asoció con mejor calidad del sueño y menor latencia.
BENEDETTI ET AL. (2022)	Intervención de iluminación dinámica en oficina	Escenario optimizado vs. referencia	La intervención adelantó el inicio de la secreción de melatonina antes de dormir.
HE ET AL. (2023)	Intervención matutina de 5 días	1000 lx, 6500 K vs. 300 lx, 4000 K	Mejoró eficiencia del sueño, redujo fragmentación y disminuyó somnolencia matutina.

WU ET AL. (2022) / AEMMI ET AL. (2020)	Revisiones sistemáticas en trabajo nocturno	Intervenciones con luz brillante en trabajadores por turnos	Los beneficios sobre somnolencia y alerta son prometedores, pero la heterogeneidad impide conclusiones universales.
SON (2025)	Diseño cruzado en 32 empleados de oficina sin ventanas	LED 4000 K vs. fluorescente 4100 K	La condición LED mostró mejor calidad global de sueño y menor disfunción diurna.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura científica revisada.

CONCLUSIONES

La evidencia revisada permite concluir que la exposición a la iluminación artificial influye de manera significativa sobre la calidad del sueño y la fatiga de los trabajadores en ambientes laborales interiores, pero su efecto depende del momento de exposición, del espectro lumínico, de la intensidad, de la duración, de la historia lumínica previa y del contexto ocupacional. La luz diurna suficiente y adecuadamente temporizada puede mejorar el estado de alerta, favorecer la sincronización circadiana y contribuir a un mejor sueño nocturno; por el contrario, la exposición tardía o nocturna a luz de corta longitud de onda puede generar disrupción circadiana y empeorar la recuperación.

Para la seguridad y salud en el trabajo, este hallazgo tiene implicaciones directas: la iluminación no debe gestionarse únicamente como requisito de confort visual o cumplimiento normativo de iluminancia, sino también como determinante biológico de fatiga, somnolencia y desempeño seguro. En consecuencia, la evaluación del riesgo por iluminación debería ampliar su alcance hacia criterios de cronobiología aplicada, especialmente en oficinas cerradas, espacios sin ventanas, centros de control, servicios de salud, ambientes con uso intensivo de pantallas y sistemas de trabajo por turnos.

Desde la intervención preventiva, la evidencia respalda estrategias como maximizar luz natural, fortalecer la exposición matutina efectiva, modular espectro e intensidad hacia el final de la jornada, y diseñar secuencias lumínicas diferenciadas para trabajo nocturno. Estas medidas deben integrarse con la gestión organizacional de la fatiga y no entenderse como soluciones aisladas. Su valor radica en que constituyen medidas de ingeniería y organización con capacidad de impactar simultáneamente bienestar, recuperación, rendimiento y seguridad operacional.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en estudios de campo con mediciones objetivas de exposición personal a la luz, marcadores circadianos, indicadores validados de fatiga y análisis por ocupación específica. Asimismo, se requieren diseños longitudinales e intervenciones en entornos reales que permitan traducir la evidencia experimental en programas preventivos sostenibles y adaptados a cada organización. En síntesis, abordar la iluminación desde un enfoque circadiano y ocupacional no es una sofisticación teórica, sino una necesidad práctica para construir ambientes de trabajo interiores más saludables y seguros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aemmi, S. Z., Mohammadi, E., Heidarian-Miri, H., Fereidooni-Moghadam, M., Boostani, H., & Zarea, K. (2020). The effectiveness of bright light exposure in shift-worker nurses: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Science*, 13(2), 145-151. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190137>
- Aries, M. B. C., Fischl, G., Lowden, A., & Beute, F. (2022). The relationship of light exposure to sleep outcomes among office workers. Part 1: Working in the office versus at home before and during the COVID-pandemic. *Lighting Research & Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/14771535221136096>
- Benedetti, M., Maierová, L., Cajochen, C., Scartezzini, J.-L., & Münch, M. (2022). Optimized office lighting advances melatonin phase and peripheral heat loss prior bedtime. *Scientific Reports*, 12(1), 4267. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07522-8>
- Blume, C., Garbazza, C., & Spitschan, M. (2019). Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie*, 23(3), 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11818-019-00215-x>
- Boubekri, M., Cheung, I. N., Reid, K. J., Wang, C.-H., & Zee, P. C. (2014). Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: A case-control pilot study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 10(6), 603-611. <https://doi.org/10.5664/jcsm.3780>
- Boubekri, M., Lee, J., MacNaughton, P., Woo, M., Schuyler, L., Tinianov, B., & Satish, U. (2020). The impact of optimized daylight and views on the sleep duration and cognitive performance of office workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3219. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093219>



- Cajochen, C., Frey, S., Anders, D., Späti, J., Bues, M., Pross, A., Mager, R., Wirz-Justice, A., & Stefani, O. (2011). Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1432-1438. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00165.2011>
- Cajochen, C., Münch, M., Kobińska, S., Kräuchi, K., Steiner, R., Oelhafen, P., Orgül, S., & Wirz-Justice, A. (2005). High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(3), 1311-1316. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0957>
- Chellappa, S. L., Steiner, R., Oelhafen, P., Lang, D., Götz, T., Krebs, J., & Cajochen, C. (2013). Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep. *Journal of Sleep Research*, 22(5), 573-580. <https://doi.org/10.1111/jsr.12050>
- Charkhabi, S. A., Sharifi, Z., Janizadeh, R., Rahdar, M., & Kazemi, R. (2025). The effect of blue light on cognitive function at workplaces: A systematic review. *Physiology & Behavior*, 289, 114758. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2024.114758>
- Crowley, S. J., Molina, T. A., & Burgess, H. J. (2015). A week in the life of full-time office workers: Work day and weekend light exposure in summer and winter. *Applied Ergonomics*, 46(Pt A), 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.08.006>
- Figueiro, M. G., Sahin, L., Wood, B., & Plitnick, B. (2016). Light at night and measures of alertness and performance: Implications for shift workers. *Biological Research for Nursing*, 18(1), 90-100. <https://doi.org/10.1177/1099800415572873>
- Figueiro, M. G., Stevenson, B., Heerwagen, J., Kampschroer, K., Hunter, C. M., Gonzales, K., Plitnick, B., & Rea, M. S. (2017). The impact of daytime light exposures on sleep and mood in office workers. *Sleep Health*, 3(3), 204-215. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.03.005>
- Guyett, A., Lovato, N., Manners, J., Stuart, N., Toson, B., Lechat, B., Lack, L., Micic, G., Banks, S., Dorrian, J., Kemps, E., Vakulin, A., Adams, R., Eckert, D. J., Scott, H., & Catcheside, P. (2024). A circadian-informed lighting intervention accelerates circadian adjustment to a night work schedule in a submarine lighting environment. *Sleep*, 47(11), zsae146. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsae146>



- Harb, F., Hidalgo, M. P., & Martau, B. (2015). Lack of exposure to natural light in the workspace is associated with physiological, sleep and depressive symptoms. *Chronobiology International*, 32(3), 368-375. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.982757>
- He, M., Ru, T., Li, S., Li, Y., & Zhou, G. (2023). Shine light on sleep: Morning bright light improves nocturnal sleep and next morning alertness among college students. *Journal of Sleep Research*, 32(2), e13724. <https://doi.org/10.1111/jsr.13724>
- Scott, H., Manners, J., Stuart, N., Toson, B., Lechat, B., Guyett, A., Vakulin, A., Adams, R., Catcheside, P., Dorrian, J., Scott, N., McDonald, A. D., Owen, C., Jenkins, A., Banks, S., Lack, L., Micic, G., & Eckert, D. J. (2024). Circadian-informed lighting improves vigilance, sleep, and subjective sleepiness during simulated night-shift work. *Sleep*, 47(11), zsae173. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsae173>
- Son, J. J. (2025). Effects of LED versus fluorescent task lighting on sleep quality and daytime function in windowless office environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(9), 1436. <https://doi.org/10.3390/ijerph22091436>
- Vetter, C., Juda, M., Lang, D., Wojtysiak, A., & Roenneberg, T. (2011). Blue-enriched office light competes with natural light as a zeitgeber. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(5), 437-445. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3144>
- Viola, A. U., James, L. M., Schlangen, L. J. M., & Dijk, D.-J. (2008). Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 34(4), 297-306. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1268>
- Wu, C.-J., Huang, T.-Y., Ou, S.-F., Shiea, J.-T., & Lee, B.-O. (2022). Effects of lighting interventions to improve sleepiness in night-shift workers: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 10(8), 1390. <https://doi.org/10.3390/healthcare10081390>