

## **PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL DE LA SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DE TRABAJO. APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA COMPLEMENTARIA**

R. Rodríguez<sup>1</sup>, A. Pattini<sup>2</sup>, C. Villarruel<sup>3</sup>.

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).  
CCT CONICET Mendoza. Av. Ruiz Leal s/n - Parque Gral. San Martín (5500) Mendoza, Argentina.  
Tel. 0261-5244310 – Fax 0261-4287370 - correo electrónico: rgrodriguez@mendoza-conicet.gov.ar

*Recibido 15/08/13, aceptado 30/09/13*

**RESUMEN:** A partir del análisis del marco legal vigente en Argentina en iluminación de espacios de trabajo y del protocolo desarrollado por la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (SRT), se propuso un protocolo complementario (Protocolo LAHV). El objetivo de este trabajo fue comparar la aplicabilidad y poder de diagnóstico de ambos protocolos durante una Evaluación Post Ocupacional en siete locales de un edificio de oficinas. El protocolo LAHV permitió el relevamiento físico y fotométrico del espacio según el marco legal vigente, incorporando aspectos de la iluminación natural y de los puestos de trabajo, para alcanzar requerimientos de cantidad y calidad de iluminación en función del espacio, los ocupantes y los requerimientos de la tarea. El nuevo protocolo se presentó como una herramienta de evaluación y diagnóstico más eficaz, siendo un punto de partida para discutir los nuevos requerimientos legales a introducir en una futura modificación reglamentaria de la ley 19587.

**Palabras Clave:** iluminación laboral, protocolo de medición, marco legal

### **INTRODUCCIÓN**

De las actividades que realiza el hombre a lo largo de su vida, una de las que ocupa la mayor parte, en tiempo y espacio, es el trabajo. La protección de la vida, de la salud y de la integridad psicofísica de los trabajadores es un axioma insustituible dentro de la filosofía del trabajo, es una exigencia social y un deber de la sociedad industrial moderna. En sus proyecciones prácticas, la vigilancia de la salud hará sentir su influencia en la elevación de los niveles de productividad con la consiguiente economía en los costos y cargas laborales. Considerando que entre el 50 al 80% de la información sensorial que reciben las personas es de tipo visual, es decir, que tiene como origen primario la luz (Boyce, 2003), debe exigirse que la iluminación se encuentre dentro de parámetros adecuados a las capacidades y limitaciones de la visión humana, permitiendo desarrollar la actividad laboral en forma eficaz y en confort. Estas consideraciones llevaron a construir el concepto de iluminación de calidad (Veitch, & Newsham, 1996), que satisface necesidades biofísicas pero también psicológicas y económicas (Van Bommel, 2006; Hoffmann et al., 2008). Visiones más recientes se refieren a la iluminación saludable en espacios de trabajo, conformando un cuerpo teórico denominado la tercera era de la luminotecnia (Cuttle, 2010), que se caracteriza por el estudio de los efectos no visuales de la luz en mecanismos biológicos y psicológicos básicos: desde la cronobiología y la sensibilidad del sistema visual (Fonseca et al., 2006) como reguladora del sistema circadiano humano hasta los efectos de la luz en el desempeño cognitivo (Rodríguez, 2012).

Los resultados de las investigaciones del sector científico, pueden transferirse en forma de índices, valores de referencia y conceptos incluidos en normas, guías y recomendaciones iluminación para ambientes de trabajo. Estos indicadores específicos son incorporados por organismos reguladores para prevenir daños a la salud de los trabajadores en sus ambientes laborales, como es el caso de la Organización Internacional del Trabajo (OIT); un organismo especializado de las Naciones Unidas de composición tripartita que reúne a gobiernos, empleadores y trabajadores de sus estados miembros. A nivel Nacional, en la Argentina, se ha constituido la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT), organismo creado por la Ley N° 24557, que depende de la Secretaría de Seguridad Social del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. El objetivo primordial de la SRT es garantizar el efectivo cumplimiento del derecho a la salud y seguridad de la población cuando trabaja. Por otra parte, todo empleador está obligado a tener una Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART). Las ART son empresas privadas contratadas por los empleadores para asesorarlos en las medidas de prevención y para reparar los daños en casos de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. Están autorizadas para funcionar por la SRT y por la Superintendencia de Seguros de la Nación.

<sup>1</sup> BECARIO POSDOCTORAL CONICET.

<sup>2</sup> INVESTIGADORA CONICET.

<sup>3</sup> MAESTRANDA EN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL HÁBITAT HUMANO.

A partir de un análisis del marco legal vigente en nuestro país en materia de iluminación de espacios de trabajo y de la metodología recientemente desarrollada por la SRT para su evaluación (Pattini et al., 2012), se concluyó que el protocolo de la SRT es una herramienta útil para sistematizar el análisis de iluminancias y evaluar los niveles de iluminación de espacios de trabajo, permitiendo realizar un análisis parcial, cuantitativo, de la iluminación para favorecer la funcionalidad visual. Se reconoció que con el protocolo SRT se avanzó en algunos aspectos, pero aquellos relacionados con la calidad de la iluminación, como el deslumbramiento y con la presencia de luz natural de espacios de trabajo no contaron con un desarrollo adecuado.

En particular, la introducción y el uso consciente de sistemas innovadores y estrategias avanzadas de iluminación natural, además de reducir el consumo de energía eléctrica de un edificio, mejora la calidad de iluminación del espacio interior. La luz natural, controlada, impacta positivamente en el desempeño y salud humanos, así como en la eficiencia térmica y lumínica de espacios construidos (Boyce, 2003). Además, es preferida como fuente de iluminación (Galasiu & Veitch, 2006) y por proveer visión al exterior (Tuaycharoen & Tregenza, 2007). El Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda propuso un protocolo complementario, al cual se hará referencia en este artículo como *protocolo LAHV*, que incluye los aspectos del medio ambiente visual no considerados por el protocolo de la SRT. El presente artículo presenta los resultados de la aplicación de dicho protocolo durante una Evaluación Post Ocupacional.

## MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587, sancionada en 1972, estipula las condiciones de los ambientes de trabajo para todo el territorio de la República Argentina. Desde un punto de vista programático el contenido de la ley es por definición, de una ley básica de higiene y seguridad en el trabajo. Se propician normas fundamentales, buscando amplitud para abarcar la mayoría de los aspectos representativos del sistema a instaurar y al mismo tiempo agilidad, considerando los permanentes avances de la ciencia y la técnica, en el sentido de la prevención de los riesgos y la adecuada protección del hombre de trabajo. La ley pretende tener adaptabilidad frente a las particulares características del amplio rango de actividades que constituyen su objeto, y a las variaciones impuestas por el progreso de tecnológico. En su artículo 6, la ley reglamenta las condiciones de higiene que primordialmente deberán considerarse en los ambientes de trabajo: (i) características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguidos en el trabajo; (ii) factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes; (iii) contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos; (iv) efluentes industriales.

Esta ley fue reglamentada por medio del Decreto N° 351 del año 1979. En sus considerandos, este decreto invocó la necesidad de unificar criterios referidos a medicina, higiene y seguridad en el trabajo, aclarar los fundamentos de sus capítulos y agilizar su aplicación. Con este objetivo, se reunió una comisión de revisión, que analizó normas y procedimientos, implementó medidas prácticas y evaluó científicamente la instrumentación reglamentaria de la ley 19587. Como resultado, en forma de anexos, los distintos factores ambientales están considerados y normados en sus índices descriptores: el Anexo II reglamenta la carga térmica; el Anexo III, la contaminación ambiental; por su parte el Anexo IV, de interés para el presente artículo, conjuga los aspectos de la iluminación y el color. Los anexos V al VII norman lo relacionado con ruidos y vibraciones, instalaciones eléctricas, y protección contra incendios respectivamente. En cada uno de ellos se encuentran tabulados valores mínimos y recomendados para las distintas tareas a realizar, en base a referencias normativas específicas.

El decreto reglamentario de la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo dedica un capítulo a las condiciones de iluminación y color, y dentro del mismo, seis artículos a la iluminación. La cantidad de iluminación adecuada en función de la dificultad de la tarea se indica en el inciso 3 de su artículo 71: “...la iluminancia será la adecuada a la tarea a efectuar, teniendo en cuenta el mínimo tamaño a percibir, la reflexión de los elementos, el contraste y el movimiento...”. Complementando este inciso, el artículo 73 deriva al anexo IV del reglamento, donde se especifican las iluminancias mínimas según el tipo de edificio, local y tarea visual. Los aspectos relacionados con los cambios en la visión con la edad no están considerados en este decreto reglamentario. Además de aspectos cuantitativos, este decreto regula aspectos cualitativos, por medio de una serie de parámetros fotométricos y tecnológicos. Respecto a los primeros, la uniformidad de las iluminancias aparece en el artículo 75, y los valores de referencia en el anexo IV y en el inciso 5 del artículo 71 “...La uniformidad de la iluminación, así como las sombras y contrastes serán adecuados a la tarea que se realice...”. El deslumbramiento también es una preocupación de este decreto reglamentario en el inciso 4 del artículo 71: “...Las fuentes de iluminación no deberán producir deslumbramiento, directo o reflejado, para lo que se distribuirán y orientarán convenientemente las luminarias y superficies reflectantes existentes en el local...”. Por su parte, en el artículo 74 se refiere a la tabla de relaciones de iluminancia presente en el Anexo IV: “...Las relaciones de iluminancias serán las establecidas en el anexo IV”. Este artículo presenta un error de mecanografiado, confundiendo luminancias con iluminancias. La luminancia es el parámetro fotométrico más importante para la determinación de deslumbramiento, ya que indica la cantidad de luz que llega al ojo, a diferencia de la iluminancia que da cuenta de la cantidad de luz que llega a una superficie. Las características espectrales de las fuentes de iluminación, parámetro tecnológico que influye directamente en la reproducción de color, están previstas en el primer apartado de su artículo 71: “...La composición espectral de la luz deberá ser adecuada a la tarea a realizar de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesario...” y artículo 72: “...Cuando las tareas a ejecutar no requieran el correcto discernimiento de los colores y sólo una visión adecuada de volúmenes, será admisible utilizar fuentes luminosas monocromáticas o de espectro limitado...”. El efecto estroboscópico puede presentarse en algunas tecnologías de iluminación artificiales y de pantallas de video, con efectos visuales y no visuales (Veitch, 1997). El inciso 2 del artículo 71 indica que “...El efecto estroboscópico será evitado...”. Finalmente, el artículo 76 se relaciona con la seguridad: “...En todo establecimiento donde se realicen tareas en horarios nocturnos o que cuenten con lugares de trabajo que no reciban luz

*natural en horarios diurnos deberá instalarse un sistema de iluminación de emergencia*". En el artículo 76 se encuentra la única mención de la luz natural de todo el decreto reglamentario, siendo ésta una limitación para la incorporación de la iluminación natural en espacios de trabajo al no considerársela, desde el marco legal de referencia de nuestro país, como una componente del medio ambiente visual.

La referencia normativa para el capítulo de iluminación y color del decreto 351/79 surgió de un convenio entre IRAM y la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL) y su resultado fue la norma IRAM AADL J20-06 Titulada "LUMINOTECNIA. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación". Esta norma de 27 páginas toma como antecedentes la normativa francesa, belga, alemana, española y australiana. Fue publicada en 1972 y reeditada sin modificaciones en 1996. Establece valores mínimos para más de 200 actividades visuales, clasificadas por tipo de edificio, local y tarea visual. En la Argentina las normas son de aplicación orientativa y voluntaria, siendo el organismo responsable de su publicación el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). La normalización tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico. Esas disposiciones se basan en el consenso de diversos actores: técnicos, empresarios, científicos, profesionales y usuarios. Todavía no hay un acuerdo entre los países en los niveles de iluminación tanto para tareas específicas como para tipos de edificio, variando incluso en el tiempo en función del contexto tecnológico, político y económico. Se evidencia que la necesidad de varios países de ahorrar energía hizo descender los niveles de iluminación recomendados (Pattini, 2005).

El 25 de enero de 2012, por Resolución 84/2012, la SRT Aprobó el Protocolo para la Medición de la Iluminación en el Ambiente Laboral, de uso obligatorio para todos aquellos que deban medir el nivel de iluminación conforme con las previsiones de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y normas reglamentarias (Decreto 351/79). El protocolo aprobado por la SRT es acompañado por una guía práctica que inicia con información teórica básica sobre luz, visión y fotometría y dos planillas para el volcado de los datos recolectados. Respecto a los aspectos metodológicos, la técnica de relevamiento se fundamenta en una cuadrícula de puntos de medición de iluminancia horizontal que cubre toda la zona analizada. El protocolo aprobado se limita a los valores de iluminancia en el plano horizontal, sin considerar que la tarea visual puede realizarse en planos verticales u oblicuos. Sin embargo, esta distinción se encuentra incluida en el anexo IV del decreto reglamentario 351/79.

La tabla 1 resume los aspectos del factor ambiental iluminación que cubre el decreto reglamentario 351/79 en cada uno de sus artículos, y su correspondencia con el protocolo de la SRT. Se observa que con el actual protocolo vigente sólo pueden verificarse cuatro de las pautas obligatorias por ley de manera directa y tres de manera indirecta, en base al conocimiento y pericia del evaluador respecto a las características de la fuente de iluminación presente en el espacio de trabajo. Cuatro aspectos que regula el decreto reglamentario no pueden ser relevados con la actual metodología, pudiendo quedar al margen de la ley, con las consecuencias en la seguridad, salud y productividad de los trabajadores, siendo plausible la aparición de conflictos de orden legal en el área civil y penal. La ley debe cumplirse en su totalidad, y un protocolo que sea su instrumento de verificación técnica tiene que permitir la recolección total de la información relevante para la evaluación de su cumplimiento.

Artículo 71.1	Reproducción de Color	INDIRECTO
Artículo 71.2	Efecto Estroboscópico	INDIRECTO
Artículo 71.3	Nivel Iluminancia – Agudeza Visual	SI
Artículo 71.4	Deslumbramiento	NO
Artículo 71.5	Uniformidad – Modelado	NO
Artículo 72	Reproducción de Color	INDIRECTO
Artículo 73	Nivel Mínimo Iluminancia	SI
Artículo 74	Contrastes Luminancia	NO
Artículo 75	Uniformidad Iluminancias	SI
Artículo 76	Iluminación de Emergencia	NO

*Tabla 1: Resumen de los aspectos del medio ambiente visual desarrollados por el decreto reglamentario 351/79.*

El presente artículo compara la aplicabilidad y poder de diagnóstico del nuevo protocolo propuesto por este grupo de trabajo en relación al protocolo de la SRT durante una evaluación Post Ocupacional. El objetivo del protocolo LAHV es completar o anexar el protocolo vigente, ampliando algunos aspectos relacionados con el relevamiento y la medición de indicadores relevantes del factor iluminación en puestos de trabajo. Se sistematizó por un lado la recolección de datos para verificar el cumplimiento de todos los artículos del Decreto Reglamentario 351/79 relacionados con la iluminación de espacios de trabajo, y no sólo aquellos relacionados con las iluminancias horizontales. Por otro lado, se buscó incluir un adecuado reconocimiento de las ventanas como fuentes de iluminación, sus orientaciones y vistas al exterior. Además se incluyó información complementaria y otras metodologías de recolección de datos como el relevamiento fotográfico. En su conjunto, esto permitirá mejorar las recomendaciones en el informe que debe entregar el técnico de la ART al empleador, tal como expresa la Resolución 84/2012 en su texto: "para la mejora real y constante de la situación de los trabajadores, es imprescindible que se cuente con mediciones confiables, claras y de fácil interpretación, lo que hace necesaria la implementación de un protocolo estandarizado de medición de iluminación. Esto permitirá, cuando las mediciones arrojen valores que no cumplieren con la normativa, que se realicen recomendaciones al tiempo que se desarrolle un plan de acción para lograr adecuar el ambiente de trabajo."

## MATERIAL Y MÉTODO

El objetivo de este trabajo no fue evaluar espacios de trabajo en sí mismos, sino analizar las herramientas de recolección de datos utilizadas, comparando la aplicabilidad, poder de diagnóstico de los protocolos SRT y LAHV. Para ello se realizó una Evaluación Post Ocupacional en oficinas de la Dirección General de Escuelas (5 oficinas) y de la Dirección de Reparación y Mantenimiento, de la Subsecretaría de Infraestructura Educativa de la Provincia de Mendoza (2 oficinas) en la ciudad de Tunuyán (33° 35' S; 69° 00' O; elevación 887 msnm). El horario de ocupación de esta dependencia es de mañana, realizándose el relevamiento en el mes de Mayo de 2013. Se relevaron siete locales de trabajo ubicados en el primer piso del edificio, utilizando en paralelo ambos protocolos. La imagen 1 muestra la ubicación del caso de estudio en la trama urbana, su fachada y la planta del área sometida a la Evaluación Post Ocupacional.



Imagen 1: Ubicación del caso de estudio en la trama urbana, su fachada y la planta del área sometida a la EPO.

El protocolo LAHV permite el relevamiento físico del espacio y la medición de luz contemplando lo dispuesto por el marco legal vigente, es decir, contiene al protocolo SRT e incorpora nuevas herramientas para evaluar el factor iluminación en forma simplificada sin perder precisión ni exactitud, obteniéndose información relevante desde el punto de vista de la salud y la prevención. Su primer sección (1) “*Relevamiento del Espacio*” permite el dimensionamiento del local, marcar su orientación principal ubicando los aventanamientos y el registro fotográfico digital (indicando el lugar de las tomas). El registro fotográfico sistemático es un aporte al protocolo de la SRT que permite tener documentadas gráficamente las características del espacio a medir, fundamental a la hora de realizar informes y recomendaciones. La sección (2) “*Iluminación Artificial*” contempla la ubicación de las luminarias en el espacio acompañadas con imágenes fotográficas, en esta sección se agrega una planilla de registro de los aspectos de potencia, temperatura de color, presencia de difusores y dispositivos de control (manual, automático, sin control). La sección (3) “*Iluminación natural*” incluye una planilla que define a la ventana como fuente de iluminación caracterizándola en su dimensionamiento, dispositivos de control solar (interior y/o exterior), obstrucciones y vistas al exterior. Asimismo se incorporan las ecuaciones para el cálculo de grillado, condiciones de cielo y cálculo de la uniformidad del Protocolo vigente. La sección (4) “*Puestos de trabajo*” contempla la ubicación de los puestos de trabajo en el espacio complementado con la tipificación de la tarea, y un cálculo estimativo de la luminancia de adaptación a partir del promedio de tres iluminancias horizontales del puesto de trabajo (Leslie et al., 2011), como método simplificado de estimación de deslumbramiento. Las mediciones de iluminancia se realizaron por medio de un luxómetro marca LMT con rango interior (hasta 20000 lx) y exterior (hasta 150000 lx), a una altura de 0,8 m.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del protocolo complementario permitió realizar una descripción del medio ambiente visual en un caso de estudio donde se realiza trabajo de oficina. Se relevaron siete locales, todos ellos presentan aventanamiento, combinándose el aporte de la iluminación de origen natural con la iluminación artificial. Coexiste el trabajo en pantalla de visualización de datos con trabajo en papel, siendo las actividades desarrolladas de tipo técnico - proyectual, administrativo, y jerárquico, con

y sin atención al público. Las oficinas relevadas fueron tanto privadas como compartidas, variando su ocupación entre uno y tres trabajadores. La tabla 2 indica cada aspecto relevado con la herramienta propuesta por este equipo de investigación, las variables que componen cada uno de ellos y su presencia en el protocolo SRT.

Aspecto Relevado	Variable	Protocolo SRT	Protocolo LAHV
Datos Generales	Identificación	✓	✓
	Datos de Medición	✓	✓
	Croquis	✓	✓
	Relevamiento Fotográfico	x	✓
	Condiciones Atmosféricas	✓	✓
	Diseño de Iluminación	✓	✓
Iluminancias	Iluminancia Horizontal Grillado	✓	✓
	Uniformidad Iluminancia Grillado	✓	✓
Iluminación Natural	Identificación Ventanas	x	✓
	Dispositivos de Control Interior	x	✓
	Dispositivos de Control Exterior	x	✓
	Obstrucciones	x	✓
	Paisaje Visible	x	✓
Iluminación Artificial	Identificación Luminarias	x	✓
	Tipo Fuentes	✓	✓
	Potencia / Temperatura Color Fuentes	x	✓
	Difusor	x	✓
	Diseño Iluminación Artificial	✓	✓
	Control Iluminación Artificial	x	✓
Puesto de Trabajo	Tipo de Tarea	✓	✓
	Iluminancias Plano de Trabajo	x	✓
	Estimación Iluminancia Vertical	x	✓
	Registro Fotográfico	x	✓

Tabla 2: Comparación de los aspectos del medio ambiente visual desarrollados por cada protocolo.

Comparando los tiempos de aplicación de cada protocolo, el correspondiente a la SRT resultó más rápido de implementar, al requerir menos operaciones por parte del evaluador, y estar contenido dentro del protocolo mayor LAHV. Esta mayor velocidad de aplicación no la convierte en una herramienta más eficiente respecto al protocolo LAHV, ya que permite obtener menos información. Gracias a un diseño cuidado de las planillas de registro de datos, a igual cantidad de información obtenida, el protocolo LAHV se presentó como más eficiente respecto al tiempo de implementación. Respecto a la eficacia, el nuevo protocolo se ajusta mejor a la normativa vigente, por lo que se la considera como una herramienta de evaluación y diagnóstico más eficaz que el protocolo SRT. Con la información obtenida por medio del protocolo LAHV se realizó una descripción breve pero a la vez extensiva y sistemática de cada local de trabajo. Se presenta a modo de ejemplo la descripción realizada en el local denominado PM 11:

*“Local de 30,6 m<sup>2</sup>, cuenta con dos ventanas orientadas al este. La primera de ellas tiene una superficie de 3,99m<sup>2</sup> (2,1m x 1,9m) vidriado simple con paño fijo inferior y paño deslizante desde los 0,90m de nivel de piso con vidriado simple. Para el control de la luz solar directa presenta en el interior un cortinado. En el exterior no cuenta con elementos de control. La segunda ventana tiene una superficie de 1,44m<sup>2</sup> (1,2m x 1,2m) vidriado simple con paño móvil deslizante. Se estima un cielo obstruido en un 50% por edificaciones y arboleda. El paisaje visible desde la ventana es urbano combinado con vegetación. La iluminación artificial es general con una altura de montaje de 1,9 m y control manual general de encendido y apagado. Consiste en tres luminarias sin difusor, cada una con visión directa de una lámpara fluorescente compacta LEELITE de 36 watt (6400 °K) alineadas según el eje longitudinal del local. El grillado de iluminancias horizontales se realizó por medio de 24 puntos de medición. La iluminancia promedio fue de 156,1 lx con un mínimo de 80 lx y una DS de 78,89. La Eh promedio en este local fue inferior a los 750 lx recomendados para el trabajo con PVD y su distribución se definió como UNIFORME. Tres puestos de trabajo se ubican en este local, en los cuales se realiza trabajo administrativo, con dos planos de trabajo, horizontal en papel y vertical en la PVD.*

En contraste, la información obtenida por medio del protocolo de la SRT se resume en el siguiente párrafo, siendo evidente la mayor cantidad y calidad de datos conseguidos con el protocolo LAHV:

*“Local de 30,6 m<sup>2</sup>, con iluminación mixta. La iluminación artificial es de tipo general con fuentes lumínicas de descarga. La iluminancia en el plano horizontal se distribuyó de manera UNIFORME. A partir de las mediciones de grillado, se observó que en ningún punto se alcanzaron los 750 lx que requiere el Anexo IV del Decreto reglamentario 351/79.”*

La información recolectada a partir de mediciones fotométricas y observación por parte del evaluador fueron acompañadas por el registro fotográfico, siguiendo las pautas que da el protocolo LAHV. Además de ser una valiosa fuente de información una vez que el evaluador ha dejado el local, permite detectar e informar defectos de diseño que generan violaciones a la reglamentación vigente.



*Imagen 2a: Presencia de efecto estroboscópico por inadecuada disposición de la luminaria. Imagen 2b: Resumen de las temperaturas interiores para todos los esquemas con aislación de muros. Imagen 2c: Relevamiento iluminación natural. Imagen 2d: Relevamiento iluminación artificial.*

La imagen 2a muestra una falencia en la disposición del equipamiento que se observó en dos de las oficinas relevadas: Una fuente de iluminación posicionada detrás de un ventilador de techo, produce un efecto estroboscópico de variada frecuencia según la velocidad de funcionamiento del dispositivo giratorio. La imagen 2b muestra uno de los puestos de trabajo y las áreas que caracterizan la tarea: en el plano vertical una pantalla de visualización de datos junto a información impresa en papel soportada en un atril porta papeles, además del plano horizontal, que cuenta con el teclado y papel. La presencia de ambos soportes de información en dos planos de trabajo diferentes, junto con investigaciones que revelan que la vista puede alternar hasta 30.000 veces por jornada laboral entre la PVD y el papel (Osterhaus, 2005) pone en evidencia la necesidad de verificar los niveles de iluminancias en otros planos además del horizontal. En este caso de estudio, el 90% de los puestos de trabajo presentó coexistencia de ambos planos de trabajo. El análisis individual de cada puesto de trabajo, a diferencia de un análisis general de una grilla de iluminancias, permite la selección del nivel de iluminancia adecuado a la tarea, que puede tener requerimientos diferentes en diferentes puestos de un mismo local, según las iluminancias de referencia tabuladas en el Anexo IV por tipo de actividad y dificultad de la tarea.

Otro aporte del Protocolo LAVH es la descripción y el registro fotográfico de las fuentes de iluminación naturales (Imagen 2c). El análisis sistemático de las características morfológicas (Baker et al., 1993) del aventanamiento y la presencia de elementos de control (Villalba et al., 2011), en conjunto con las características del paisaje visible permite optimizar el aporte de la luz natural al ahorro energético y al confort, salud y productividad de los ocupantes. En el actual marco legal argentino, la información relacionada con la iluminación natural no brinda información directa en relación al articulado del decreto reglamentario 351/79. Sin embargo, es menester que el rol del profesional responsable del análisis de la iluminación de espacios de trabajo no quede reducido al de un mero verificador del cumplimiento de una resolución legal o de medidor de espacios y ambientes. Para realizar propuestas de mejora de la iluminación -fin último de toda intervención- que no signifiquen un aporte en un componente de medio ambiente visual de los trabajadores en desmedro de otro (por ejemplo, lograr los niveles recomendados de iluminancia horizontal a costa de incrementar el riesgo de deslumbramiento en los ocupantes), deben considerarse la mayor cantidad de variables posibles, entre ellas las asociadas a iluminación natural. Además, al contar con mayor información, el proyectista contará con mayores recursos resolutivos de las problemáticas detectadas. La caracterización de las fuentes artificiales del protocolo SRT permite conocer su tipo de fuente y ubicación, pero no hay relevamiento de apantallamiento para evitar deslumbramientos con fuente de luz artificial. La imagen 2d se obtuvo durante la recolección de datos utilizando el nuevo protocolo LAHV. Gracias al mismo se detectó la ausencia de difusores de las fuentes artificiales de iluminación y se registró un indicador de deslumbramiento directo: el apantallamiento realizado por los propios ocupantes del local, con el material disponible en su espacio de trabajo, es un indicio comportamental de la búsqueda activa confort frente a una situación de deslumbramiento.

#### *Estimación iluminancia vertical:*

Un aspecto fundamental para la calidad del medio ambiente visual laboral, no desarrollado en el Protocolo SRT es el análisis y determinación de deslumbramiento. La IESNA (2000) define al deslumbramiento como la sensación producida por luminancias dentro del campo visual suficientemente mayores a la luminancia a la que el sistema visual está adaptado como para causar molestia, incomodidad o pérdida en el funcionamiento visual y la visibilidad. Un amplio cuerpo de conocimiento se ha desarrollado para predecir la sensación de confort visual, asociado a la ausencia de deslumbramiento psicológico, tanto de manera subjetiva como a través de diversos modelos de predicción (Clear, 2013). Cualquier métrica presenta un conflicto inherente entre simplicidad/facilidad de uso y exactitud/precisión. Considerando esto, frente a la ausencia de pautas dadas por el protocolo SRT, se propuso predecir la sensación de deslumbramiento a partir de la iluminancia vertical a la altura del ojo, parámetro fotométrico que correlaciona con la sensación de deslumbramiento (Velds y Christoffersen, 2001; Wienold y Christoffersen, 2006). La iluminancia vertical al ojo se puede estimar de manera indirecta a partir del promedio de tres iluminancias en el plano horizontal dividido entre dos (Leslie et al., 2011). El uso de la iluminancia horizontal para estimar la iluminancia vertical en el ojo simplificaría el proceso de recolección de datos, porque deben hacerse menos lecturas del instrumental al tiempo que se utiliza un parámetro familiar para los profesionales en seguridad e higiene industrial, consiguiéndose ese equilibrio necesario entre simplicidad y rigurosidad.

Puesto	Eh Media	Ev estimada	Ev ojo	% Error
PM11-1	60,33	30,17	45,00	-49,17
PM11-2	92,67	46,33	100,00	-115,83
PM11-3	102,33	51,17	227,00	-343,65
PM12-1	193,67	96,83	215,00	-122,03
PM12-2	216,33	108,17	197,00	-82,13
PM12-3	624,00	312,00	180,00	42,31
PM13-1	200,00	100,00	160,00	-60,00
PM13-2	293,33	146,67	520,00	-254,55
PM13-3	146,67	73,33	350,00	-377,27
PM14-1	450,00	225,00	280,00	-24,44
PM14-2	353,33	176,67	180,00	-1,89
PM14-3	406,67	203,33	330,00	-62,30
PM15-1	183,33	91,67	70,00	23,64
PM17-1	160,00	80,00	240,00	-200,00
PM18-1	823,00	411,50	390,00	5,22

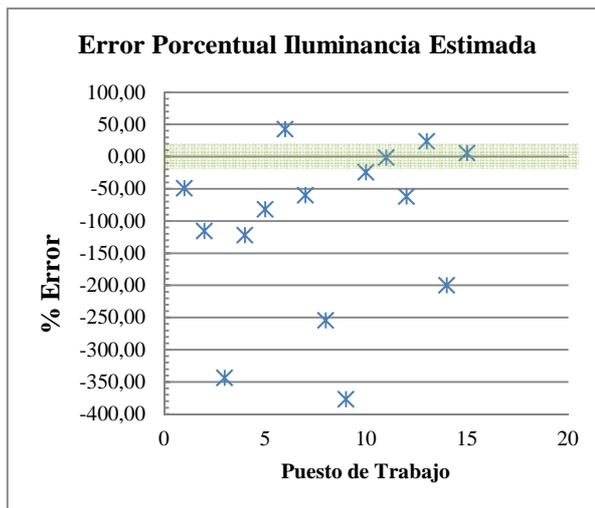


Tabla 3: Comparación entre iluminancia vertical al ojo estimada y registradas. Gráfico 1: Estimación de Iluminancias verticales en el ojo. Valores individuales del error porcentual

La tabla 3 muestra el promedio de tres lecturas de iluminancia horizontal de cada puesto relevado. De un total de 15 puestos, sólo dos (13,3%) alcanzan el valor mínimo correspondiente a tareas de lectura en papel en oficinas (500 lx) y uno sólo el valor mínimo requerido para trabajo de oficina con PVD (750 lx). A partir de este valor se estima la iluminancia vertical al ojo. Para verificar la fiabilidad de este método se realizó la medición con luxímetro de las iluminancias al ojo en cada puesto. La columna derecha muestra el error porcentual de la estimación en cada caso en relación al valor fotométrico medido. El error promedio que se obtuvo con esta muestra fue de -108,3%, es decir se subestimó la iluminancia vertical al ojo duplicándose aproximadamente el valor real respecto al estimado. Se observa también una gran dispersión de los datos, con una desviación estándar del error de 130,31%. Considerando que se trabaja con un método simplificado de estimación, se acepta un margen de error del 20%. El gráfico 1 de valores individuales muestra la distribución del error, y su posición respecto al 20% aceptable de error (zona sombreada), concluyéndose a partir de esta muestra que el presente método propuesto por el protocolo LAHV para la estimación del deslumbramiento no se ajusta a los requerimientos de confiabilidad requeridos para su utilización en relevamientos del factor ambiental iluminación. Estudios específicos con muestras mayores permitirán ajustar o descartar esta métrica objetiva de predicción del deslumbramiento.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se abordaron las pautas de evaluación del factor ambiental iluminación en espacios de trabajo en la República Argentina y las características del protocolo de medición propuesto por la SRT. Del análisis del desarrollo histórico del marco legal vigente se destaca lo dilatado del proceso, demandando 40 años desde la aprobación de la ley de higiene y seguridad en el trabajo en 1972, pasando por su reglamentación en 1979, y concluyendo con la aparición del protocolo de medición de la iluminación en espacios laborales en 2012. Considerando los cambios tecnológicos, sociales y económicos que repercuten en las características del trabajo junto con los avances científicos y técnicos en las áreas de iluminación, visión y factores humanos, se evidencia un desfase entre la capacidad de diagnóstico del protocolo SRT, que sigue los lineamientos del decreto reglamentario 351/79, ajeno a los requerimientos para lograr una iluminación de calidad e iluminación saludable en espacios de trabajo, de posterior desarrollo teórico. Se concluye por un lado que el protocolo SRT no permite verificar la totalidad de los aspectos considerados por el decreto reglamentario que pretende hacer cumplir, siendo un buen instrumento para conocer la cantidad de luz y su uniformidad en un plano horizontal. Por otro lado, el decreto reglamentario mostró un marcado desequilibrio hacia la iluminación artificial, sin dar lineamientos respecto a la iluminación natural como componente del medio ambiente visual laboral. De este modo no tiene carácter de obligatorio su incorporación, y con ello sus beneficios asociados de índole económico, energético, biológico y psicológico. Siguiendo una lógica de subordinación, el protocolo de medición de iluminación no puede exigir nada que la ley no exija ni prohibir nada que la ley no prohíba, debiendo además ser consistente con el marco normativo de referencia del país (Normas IRAM AADL) por lo que se hace necesario abordar una revisión sistemática tanto a las normas de iluminación y al capítulo XII (iluminación y color) del decreto reglamentario 351/79, para incluir los últimos avances en factores humanos en iluminación y prácticas sustentables relacionadas al aprovechamiento de la luz natural o sistemas de iluminación más eficientes, abarcando conceptos relacionados a la iluminación de calidad y a la iluminación saludable.

A partir de la experiencia previa de nuestro grupo de investigación, en particular en iluminación natural de espacios de uso diurno, realizamos una propuesta para el relevamiento y la medición de la iluminación laboral, (protocolo LAVH) que incluya los aspectos relacionados a la luz natural que consideramos deberían ser incluidos en toda evaluación ambiental. Se concluye que este nuevo protocolo, que complementa al protocolo SRT, permite obtener mayor cantidad y calidad de información. Parte de esta información cualitativa se obtiene por observación y registro fotográfico, metodología incorporada por la International Energy Association en su protocolo de monitoreo del desempeño de la luz natural en edificios (Velds & Christoffersen, 2001). Como limitación al presente trabajo, el protocolo LAHV fue implementado en un contexto de trabajo de oficinas, siendo éste sólo uno de los posibles ámbitos de aplicación considerando la variedad de actividades laborales previstas por el decreto reglamentario 351/79. Para una completa evaluación del nuevo protocolo, debe implementarse en distintas áreas laborales, servicios, industria, comercio, manufacturas. Por otro lado, la propuesta de estimación de deslumbramiento psicológico a partir de las iluminancias horizontales subestimó ampliamente (-108,3% de error promedio) la iluminancia retiniana, medida fotométrica de referencia para determinar deslumbramiento psicológico. Se hace necesario implementar una nueva metodología para lograr estimar el deslumbramiento en espacios de trabajo laborales de simple aplicación y aceptable precisión.

El rol del profesional responsable del análisis de la iluminación de espacios de trabajo no debe quedar reducido al de un mero verificador del cumplimiento de una resolución legal o de medidor de espacios y ambientes. El protocolo LAHV permite además realizar propuestas de mejora de la iluminación -fin último de toda intervención- brindando al profesional interviniente una comprensión global del factor ambiental iluminación que le permitirá mejorar las recomendaciones en el informe que debe entregar el experto. Los cambios propuestos desde el protocolo LAHV se basan en los últimos avances científicos y en la práctica del diseño de iluminación de espacios de trabajo, y coinciden con la tendencia marcada por los máximos órganos de referencia a nivel mundial en el área de la iluminación: desde la novena edición de su manual (2000), la IESNA (Illumination Engineering Society of North America, ha modificado y simplificado el procedimiento de selección de iluminancias, ubicando al desempeño visual en un mayor balance en relación con el resto de los factores a considerar para el diseño de iluminación, en base al conocimiento del espacio, de las características de los ocupantes y los requerimientos de la tarea. En ese sentido, el protocolo LAHV se ubica como una referencia para la discusión de los nuevos requerimientos legales a introducir en una nueva reglamentación de la ley 19587.

## REFERENCIAS

- Baker N., Fanchiotti, A., Steemers. K. (1993) *Daylighting in Architecture. An European Reference Book*. James & James.
- Boyce P. (2003). *Human Factors in Lighting*. Second Edition. London. Pages 123–161; Lighting and work. ISBN: 978-0-7484-0949-5.
- Boyce, P., Hunter, C., Howlett, O. (2003). *The benefits of Daylight through Windows* New York, Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute: 88.
- Clear, R. (2013). Discomfort glare: What do we actually know?. *Lighting Research & Technology* (45) 2: 141-158.
- Cuttle, C. (2010). Towards the third stage of the lighting profession». *Lighting Research and Technology* (42)1: 73-93.
- Fonseca, I., Porto, M., Fanchiotti, A., Goncalves, A. (2006). *Natural Light and Environmental Stress*. 23rd PLEA, Geneva, Switzerland.
- Galasiu, A. D. y J. A. Veitch (2006). Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review. *Energy and Buildings* (38) 7, 728-742.
- Hoffmanna, G., V. Guflera, et al. (2008). Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace. *Applied Ergonomics* (39) 719 - 728.
- IESNA (2000). *Lighting Handbook: Reference and Application*. New York: Illuminating Engineering Society of North America.
- Leslie, RP, LC Radetsky, y AM Smith (2011). Conceptual design metrics for daylighting. *Lighting Research & Technology* 0: 1-15.
- Osterhaus, W. (2005). Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. *Solar Energy* (79), 140 - 158.
- Pattini, A. (2005). Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales: una comparación internacional. *Avances en Energías Renovables y Ambiente* ( 9): 7-12
- Pattini, A., Rodriguez, R., Monteoliva, JM., Yamín Garretón, J. (2012) Iluminación en espacios de trabajo. Propuestas al protocolo de medición del factor iluminación de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (16), 81-88
- Rea, M.S. (2005). *Light - Much More Than Vision*. Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA 12180.
- Rodriguez, R y Pattini, A. (2012). Effects of a large area glare source in cognitive efficiency and effectiveness in Visual Display Terminal work. *Leukos* (8) 4: 283-299.
- Tuaycharoen, N. y P. R. Tregenza (2007). View and discomfort glare from windows. *Lighting Research and Technology* (39) 2, 185-200.
- Van Bommel, W. (2006) Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work. *Applied Ergonomics* (37) 461-466.
- Veitch, J. y G. Newsham (1996). Determinants of Lighting Quality I: State of the Science. In Annual Conference of the illuminating Engineering Society of North America proceedings. Cleveland.
- Veitch, J. A. (1997). Revisiting the performance and mood effects of information about lighting and fluorescent lamp type. *Journal of Environmental Psychology*, 17, 253-262.
- Velds, M. y Christoffersen, J. (2001) *Monitoring Procedures for the Assessment of Daylighting Performance of Buildings*. IEA SHC TASK 21 / ECBSC ANNEX 29.

Villalba, A. y col. (2011). Control solar sobre superficies vidriadas. Evaluación lumínica mediante métricas dinámicas y preferencias de usuarios a filtros solares. AVERMA 15, 79-88.

**ABSTRACT:** From the analysis of both the Argentinean legal framework for workspace lighting and the protocol developed by Superintendencia de Riesgos Laborales (SRT), we developed a complementary protocol (LAHV Protocol). The aim of this study was to compare the applicability and diagnostic power of both protocols during a Post Occupancy Evaluation in seven office workspaces. The LAHV protocol allowed physical and photometric measurements of the spaces fulfilling current legal requirements and including natural lighting and workplaces analysis to reach lighting quality besides of quantity, according to built space characteristics, occupant needs and task requirements. The new protocol is a more effective evaluation and diagnosis tool, and a reference in future discussions of the new lighting requirements to be introduced in the 19587 law regimentation.

**Keywords:** work lighting, measurement protocol, legal framework