

ERGONOMÍA AMBIENTAL: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos

ALDO PIÑEDA GERALDO¹
GUILLERMO MONTES PANIZA²

Recibido: mayo 8 de 2013 / Aceptado: julio 3 de 2014

RESUMEN

El presente artículo es el resultado de la segunda etapa del proyecto de investigación titulado: Ergo-anthropometría en usuarios de pantallas para visualización de datos en oficinas. Se realizó una revisión de referencias sobre los aspectos más sobresalientes de la iluminación y el confort térmico en trabajadores de oficinas, que laboran con pantallas de visualización de datos. El objetivo fue conocer los criterios, las normas de niveles de iluminación y confort térmico. El estudio fue analítico, ya que se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos *Pubmed*, *Bireme*, *Lilacs*, *Scielo* y *normas del Ministerio de Salud*, *Icontec* e *ISO* con énfasis en la iluminación y el confort térmico. Sin embargo, los niveles de iluminación y el confort térmico para oficinas deben ser evaluados para cada tipo de tarea y tomar como referentes las normas nacionales e internacionales.

Palabras clave: ergonomía, ambiental, iluminación, confort, térmico, trabajadores, oficinas, pantallas de visualización, datos, bienestar.

ABSTRACT

The following work is the result of second part of the investigation project named: Ergo-anthropometry in users that work on screens for data reading. A check-out was made on the most important aspects related with illumination and thermic issues on the offices that work with data viewing screens. The objective was to know the and the regulation on illumination levels and thermic comfort. The study of database these issues was analytic, because a bibliographic research was done on the criteria from: *Pubmed*, *Bireme*, *Lilacs*, *Scielo*, regulation from the Colombian Ministry of Health,

- 1 Antropólogo Físico de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de México, D.F. Especialista en Ergonomía de la Universidad El Bosque. Especialista en Derecho Laboral de la Corporación Universitaria Republicana. Docente-Investigador de la Corporación Universitaria Republicana. Correo electrónico: apineda@urepublicana.edu.co
- 2 Ingeniero Industrial de la Universidad INCCA de Colombia. Especialista en Auditoría de Sistemas. Especialista en Gerencia de Producción. Candidato a Maestría en Investigación de Operaciones y Estadística de la Universidad Tecnológica de Pereira. Docente-Investigador de la Corporación Universitaria Republicana. Correo electrónico: gemontes28@gmail.com

Icontec and ISO. The levels of illumination and technic comfort for offices must be evaluated for each kind of area and take as reference the national and international regulations on the matter.

Key words: ergonomic environmental, lighting, comfort, thermal, workers, office, display, data, welfare.

INTRODUCCIÓN

El entorno de trabajo debe mantener una relación adecuada entre el ser humano y los factores ambientales físicos, siguiendo los valores de referencias como pueden ser las normas ISO e Icontec, para obtener niveles de confort y conseguir un grado de bienestar y satisfacción del trabajador. Por otra parte, los problemas que aquejan a los empleados de oficinas son básicamente: la visión, la iluminación y los aspectos termo higrométricos. El planteamiento del problema formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los valores de referencias de confort de los factores físicos (iluminación y térmicos) que pueden contribuir a mejorar el ambiente y el bienestar de los trabajadores que laboran con pantallas de visualización de datos? Los objetivos fueron, conocer los criterios de iluminación y el confort térmico de acuerdo a las normas establecidas y las recomendaciones de los valores admisibles.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años se han incrementado los problemas en los trabajadores que realizan tareas (el desempeño, los medios técnicos con los que cuenta, las distribuciones de las tareas, las condiciones climáticas y el ambiente físico) con pantallas de visualización de datos. Entre las molestias que presentan mayor relevancia están: la visión, iluminación y los aspectos termo higrométricos. La prevalencia de fatiga visual entre los operadores de pantallas es mayor que la de aquellos trabajadores en puestos no informatizados. Los más señalados son los de fatiga visual, que de acuerdo a encuestas se estima que entre un 10% y 40% de las personas que trabajan con monitores, padecen alteraciones con molestias oculares que se dan en tres niveles: a) molestias oculares, tensión ocular, pesadez palpebral, pesadez de ojos, picores, necesidad de frotarse los ojos, somnolencia, lagrimeo, ojos llorosos, aumento de parpadeo, ojos secos y enrojecimiento de la conjuntiva, molestias que están relacionadas con la fatiga de la función de acomodación del ojo. Otra característica visual es la distancia a veces inadecuada de los tres puntos de visión permanente: pantalla-teclado y documento. En un estudio realizado se encontró que las mujeres tienen un mayor grado de molestias visuales que los hombres. Por otra parte, la edad es un factor que influye en las molestias visuales y se conoce que entre los 40 y 50

años, se presenta este problema, debido a los cambios de capacidad de acomodación de los ojos que ocurren rápidamente (Rey & Jacques. s/f). En algunos reportes se menciona que está comprobado que después de los 40 años, las personas sufren una pérdida aproximada del 15% de la agudeza visual (Castillo, Ramírez & Andrea). Mondelo et al, nos dice que los problemas de iluminación se deben a la ubicación de las herramientas en lugares donde se desarrollan las tareas de oficinas, sin tener en cuenta las diferentes exigencias en cuanto a las condiciones y niveles de iluminación (Mondelo, 2002). De otra parte, Varela (2006) considera que otro de los problemas en las oficinas son los reflejos en las pantallas, producidos por la presencia de la luz directa. De otro lado, están los deslumbramientos (asociados con la presencia de fuentes de luz directa muy intensa y también con la reflejada sobre superficies planas) y la insuficiente iluminación del entorno (Varela, 2006).

En cuanto al confort térmico en trabajadores con pantallas de visualización de datos, cada día es más numerosa la demanda del trabajo con computadores y son frecuentes los problemas por la falta de confort térmico, la adaptación a la temperatura, la humedad, la temperatura de paredes y los objetos de trabajo. La determinación de unas condiciones ambientales que satisfagan a todos es una labor compleja, más no imposible de lograr, dadas las diferencias entre las preferencias y variabilidad de las personas (Page, s/f).

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los valores de referencias de confort para los factores físicos (iluminación y térmicos) que pueden contribuir a mejorar el ambiente físico y bienestar de los trabajadores en oficinas que laboran con pantallas de visualización de datos? Los objetivos planteados fueron, conocer los criterios de iluminación y el confort térmico de las normas establecidas para conformar parámetros en estudios de oficinas con pantallas de visualización de datos.

1. ERGONOMÍA AMBIENTAL Y CONFORT

La ergonomía ambiental analiza e investiga las condiciones externas al ser humano que influyen en su desempeño laboral. Dentro de estas condiciones se encuentran los factores ambientales físicos como son: nivel térmico (refrigeración y calefacción), nivel de ruido y vibración, nivel de ventilación (aire y humedad relativa) y nivel de iluminación; estudiarlos ayudará a diseñar y evaluar mejores condiciones laborales e incrementar el confort, la productividad y la seguridad (Silva, 2011). Según el diccionario de la Lengua Española la palabra confort, es aquello que produce bienestar y comodidad en el cuerpo humano. Por lo anterior, "confort" apunta a un estado placentero de armonía

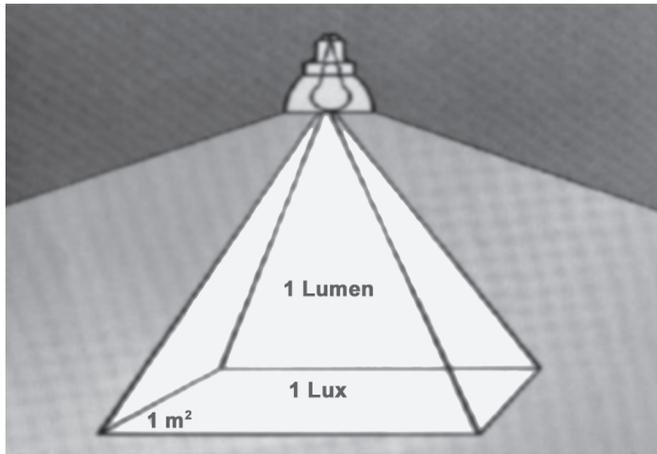
fisiológica, psicológica y física entre el ser humano y su ambiente. Un sistema de ergonomía ambiental es justamente favorecer el máximo la percepción de las informaciones visuales en los trabajadores con pantallas de visualización de datos. Para un aceptable nivel de confort, no debe existir un excesivo contraste en el entorno de la tarea a ejecutar y, de otra parte, que los espacios no produzcan deslumbramientos tanto por las propias fuentes luminosas como en las superficies del entorno de trabajo (Llaneza, 2007). Según la American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE el confort, es la condición de la mente que expresa la satisfacción con el entorno térmico.

1.1. Ambiente físico en pantalla de visualización de datos, visión e iluminación

La calidad y eficiencia ergonómica en los puestos de trabajo de oficinas va a depender no solo de los muebles (silla, escritorio), computador, teclado, porta documento, mouse, lápiz óptico, escáner e impresora, sino también de los aspectos del entorno ambiental, donde se realizan las actividades. Ya que las condiciones de iluminación, el confort térmico y el espacio de trabajo son particularidades del entorno que intervienen en la realización de las tareas y en el confort de los trabajadores (Page, s/f).

La actividad laboral en oficinas, para que pueda llevarse de una forma eficaz y precisa la visión (característica personal) y la iluminación (característica ambiental), se complementan, ya que se considera que el 50 % de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual (Llaneza, 2007). La visión es básicamente el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos, capaces de generar sensaciones. El órgano que hace estas funciones fisiológicas es el ojo. Y por el otro lado, está la iluminación (E) que es el flujo luminoso F (lumen) por unidad de superficie A (m^2), es decir $E = F/A$. Cuando la luz emitida por una fuente incide sobre una superficie, se dice que esta se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso (Resolución 2400 de 1979). Dado que el flujo F se mide en lúmenes y el área A en m^2 la iluminación E se mide en lúmenes por m^2 o lux (figura 1).

El ambiente luminoso adecuado es uno de los agentes que más influyen en el confort de los puestos de trabajo y así mismo, en la reducción de los signos de fatiga. Sin embargo, hay que tener cuidado ya que esto va a depender de las características y tamaño de las oficinas, la complejidad y las dificultades de las tareas, así como las necesidades perceptivas de las personas. El trabajo con pantallas de visualización de datos, tiene características específicas como el nivel de atención requerido y el tiempo de exposición frente a los monitores. En este lapso de tiempo, los trabajadores requieren de una lectura, análisis u observación en el teclado, para lo que se requieren niveles de iluminación de

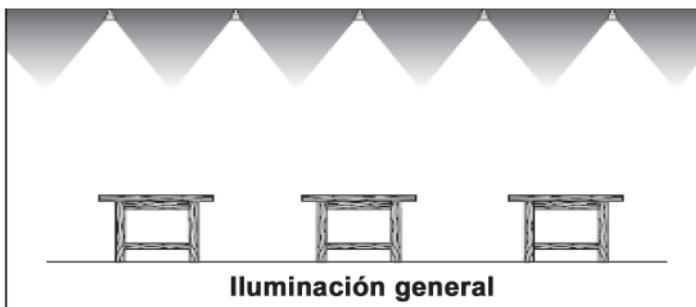


Fuente: Taboada, 2001.

Figura 1. Lux.

calidad, mientras que la lectura sobre las pantallas exige niveles más bajos, con el objeto de conseguir un adecuado contraste entre los caracteres y el fondo (Ramos, 2006).

En los puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos, debe existir una iluminación general uniforme (con dispositivos anti brillos, distribuir la luz hacia arriba, hacia abajo, minimizar brillos y lograr una iluminación homogénea, figura 2). Si se requiere de fuentes de iluminación individual complementaria, esta no deberá estar cerca del monitor, ya que puede causar deslumbramiento directo o en reflexiones. Por lo anterior, debe existir iluminación adecuada para el tipo de tarea que vaya a realizar el usuario. Por otro lado, no debe alcanzar valores que reduzcan el contraste de la pantalla por debajo de lo tolerable (De Pablo, 2007).



Fuente: OIT. 2001.

Figura 2. Iluminación general.

1.2. Fatiga visual

La fatiga visual se considera como una alteración funcional, debida a demandas sobre los músculos oculares y de la retina, a fin de obtener una focalización fija de la imagen sobre la retina. Las causas pueden ser por estrés y cansancio, que al sumar a los aspectos del ambiente físico, incrementa la fatiga visual. Así mismo, puede presentarse en trabajadores sin defectos de refracción, que pasan varias horas en el computador. Otros factores que influyen en la fatiga visual son: las distancias entre el monitor-teclado y los documentos, la calidad de imagen de la pantalla, luminancias de la pantalla (cd/m^2 o stilb), acomodación sostenida de la visión cercana, contrastes invertidos, borrosidad de los caracteres, posición excesivamente vertical de la pantalla, reflejos producidos por el texto y número de ventanas abiertas. Por otra parte están las condiciones de trabajo desfavorables como los niveles de ruido por las conversaciones, otros ruidos, circulación de personas, oscilaciones de temperatura y corrientes de aire. El ambiente físico juega un papel importante por la calidad de la iluminación, teniendo en cuenta las especificaciones del monitor y documento. Iluminaciones insuficientes, irregulares, contrastes excesivos, reflejos, hacen que la fatiga aparezca mucho antes (Mondelo, Gregori, De Pedro & Gómez. 2002).

Los síntomas más frecuentes de la fatiga visual son:

- a. Las molestias oculares que se caracterizan por tensión y pesadez en los globos oculares y en las órbitas, incremento de la frecuencia de parpadeo, ojos húmedos y secos, que pueden desencadenar hiperemias conjuntivales (aumento del flujo sanguíneo a nivel conjuntival, por dilatación de los vasos sanguíneos), por lo que los operadores tienen la necesidad de frotarse los ojos (figura 3a y 3b).



Fuente: Google. Imágenes de fatiga visual.

Figura 3a y 3b. Fatiga visual laboral.

- b. Trastornos visuales. Se manifiestan en forma de deslumbramiento, fotofobia, postimágenes al cerrar los ojos, franjas coloreadas alrededor de los caracteres de la pantalla, causadas por la imposibilidad de mantener la visión binocular (figura 4).



Fuente. Google. Imágenes de fatiga visual.

Figura 4. Fatiga visual laboral.

- c. Síntomas extra oculares. Entre los más reincidentes están, los dolores de cabeza, que surgen después de cierto tiempo de trabajo o al término de la jornada laboral y se reducen con el descanso y en periodos vacacionales (Gil, 2006) (figura 5a y 5 b).



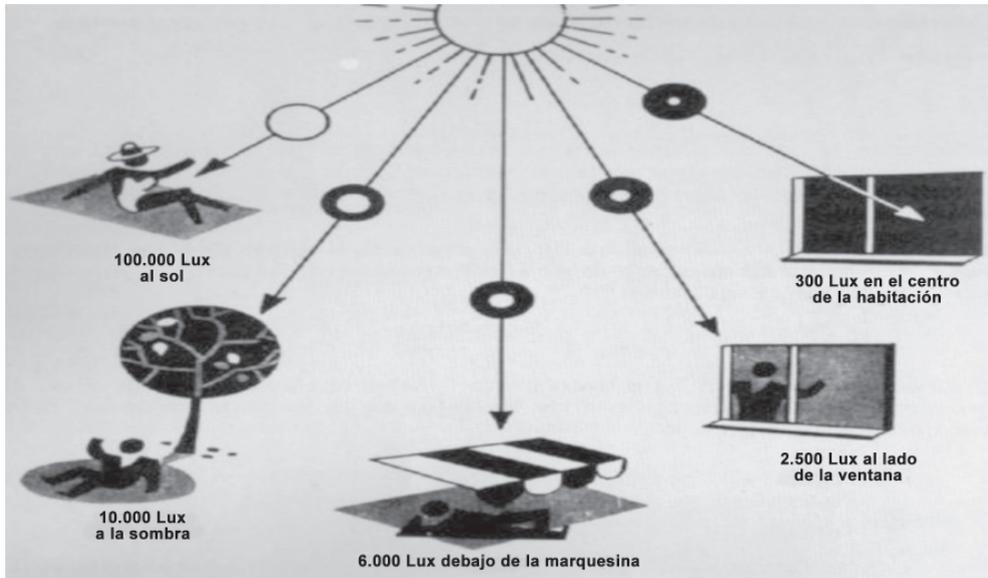
Fuente: Google. Imágenes de fatiga visual.

Figura. 5a y 5b. Fatiga visual.

1.3. Iluminación y deslumbramiento

Disponemos de dos clases de iluminación: natural y artificial; la primera corresponde a la suministrada por la luz diurna y presenta grandes ventajas sobre la iluminación artificial, ya que permite definir cabalmente los colores y

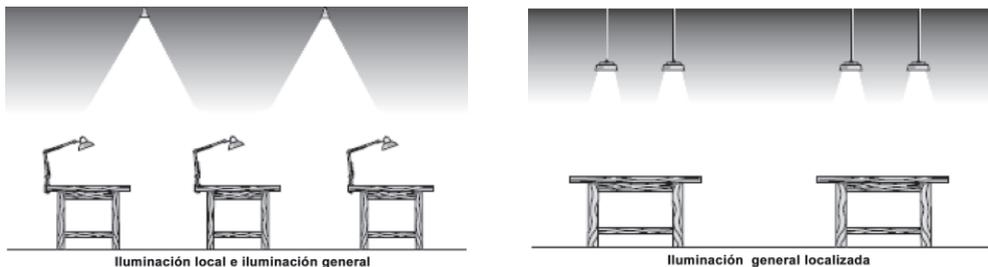
en horas de máxima iluminación se puede presentar hasta 100.000 lux (figura 6). Además, es más económica y produce menos fatiga. Tiene el inconveniente de ser variable a lo largo de la jornada de trabajo, por lo que deberá complementarse con la iluminación artificial, la cual es suministrada por fuentes luminosas artificiales como las lámparas incandescentes o fluorescentes.



Fuente: Taboada, 1979.

Figura 6. Iluminación natural.

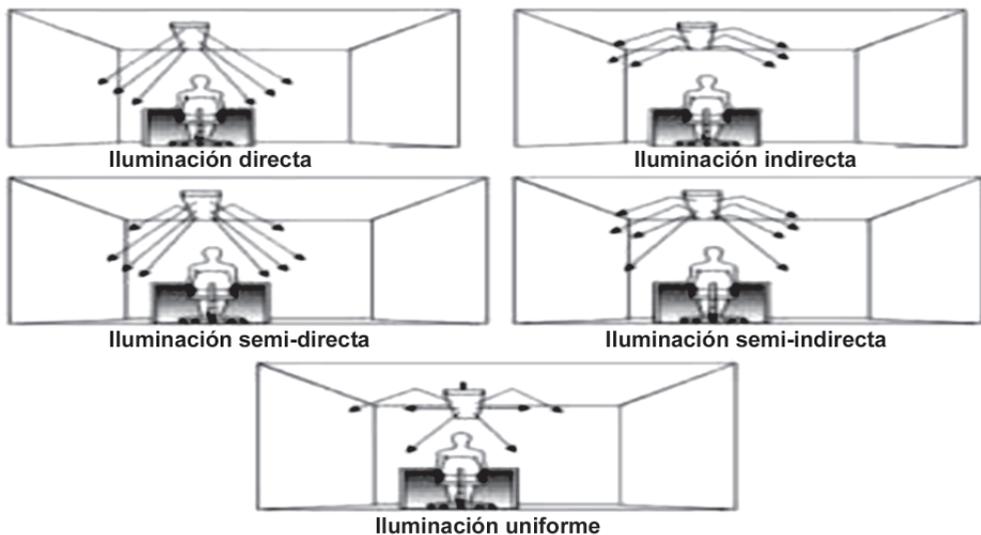
La distribución de la iluminación puede ser general, cuando la luz es distribuida uniformemente sobre toda la superficie de trabajo, o localizada, cuando la luz incide sobre alguna zona no suficientemente iluminada con iluminación general (figura 7a y 7b).



Fuente: Taboada, 1979.

Figura 7a y 7b. Distribución de la iluminación.

La iluminación artificial puede ser directa, semi-directa, uniforme, semi-directa e indirecta, según el porcentaje de la luz reflejada (Cortés, 2002) (figura 8). En la iluminación directa el flujo de luz se dirige directa y completamente hacia la superficie a iluminar, aprovechándose entre un 90% y un 100%; la fuente de luz generalmente son pantallas colgantes o apliques en las paredes; genera sombras duras e intensas. La semi directa, es una iluminación directa con un difusor entre la fuente de luz y la zona a iluminar que hace que entre un 10% a 40% del flujo luminoso llegue a la superficie a iluminar, procedente de un reflejo previo en las paredes; el restante porcentaje de flujo luminoso (90 a 60) llega directamente a la zona a iluminar; las sombras que genera no son tan duras y la posibilidad de deslumbramiento es menor. La iluminación indirecta es aquella donde del 90% al 100% del flujo luminoso se dirige hacia el techo y luego se distribuye en el ambiente a iluminar por refracción; la fuente luminosa que se utiliza es cerrada en su base y no se utiliza difusor para dirigir el flujo hacia arriba; produce un ambiente agradable con una luz suave y sin sombras. La semi indirecta es una combinación de la semi directa mediante el uso de un difusor que emite un flujo luminoso hacia la superficie a iluminar, y la indirecta, ya que por arriba envía, sin difusor, un flujo luminoso hacia el techo; genera efecto grato sin sombras y sin deslumbramiento (OIT. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, 2001).

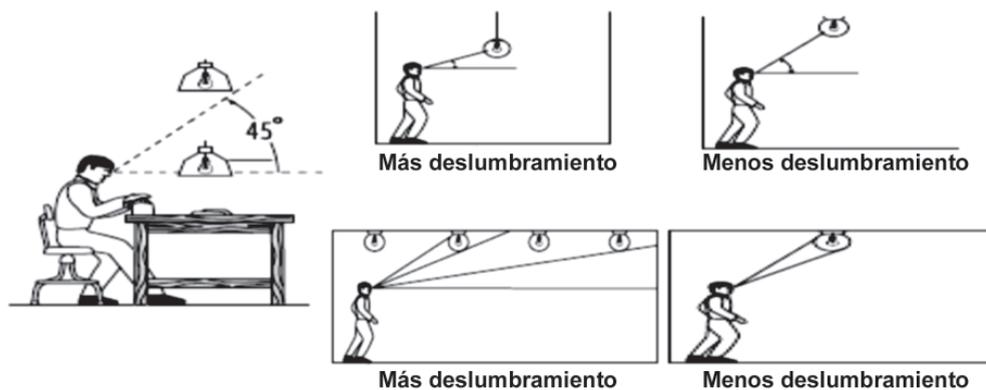


Fuente: Google, imágenes de iluminación directa artificial

Figura 8. Sistemas de iluminación.

Así como la escasez de luz es nociva para la salud, también lo es la presencia de mucha luz. Se puede decir que el deslumbramiento, es la presencia dentro del campo visual de brillos que producen molestias, interferencias en la visión

y fatiga visual. Se presenta cuando el trabajador es expuesto a una luminancia muy superior a aquella a la que la retina estuviera adaptada. El deslumbramiento puede clasificarse en directo y reflejado. El primero es causado por una fuente de luz dentro del campo visual mientras que el deslumbramiento reflejo o espectacular es provocado por reflejos de un brillo muy elevado procedentes de superficies pulidas o vidriosas y que van a dar a los ojos (Mc Cormick, 1980). El directo, originado al contemplar directamente una estimulación de alta luminancia, proveniente de una ventana o luminaria, puede originar discomfort y fatiga visual, como consecuencia del continuo ajuste y reajuste de las pupilas a dos niveles de iluminación (figura 9). Una fuente de luz reflejada en la pantalla de un monitor crea una imagen brillante que dificulta la lectura de los caracteres en dicha pantalla (Llanez, 2007). Estos también pueden dividirse en incapacitantes o discomfortantes en función de sus efectos. Los incapacitantes reducen la capacidad funcional del sistema visual, en tanto que los discomfortantes producen incomodidad o molestias (Lillo, 2000).



Fuente: OIT. 2001.

Figura 9. El deslumbramiento.

1.4. Nivel de iluminación y valores sugeridos

El nivel de iluminación (lux) adecuado para cada tipo de tarea resulta ser importante para los trabajos en oficinas. Entre los factores destacados están: las distancias entre los objetos y los ojos del observador, el grado de reflexión de los objetos observados, así como el ambiente que los rodea, contraste entre los detalles y los fondos sobre los que destacan, límites máximos para evitar deslumbramientos y reflejos, la edad y las diferencias individuales. Con la edad, nuestro sistema visual sufre una degeneración que hace necesario un aumento del nivel de iluminación para mantener el mismo rendimiento visual (Mondelo, Gregori, De Pedro & Gómez, 2002). Los niveles de iluminación de acuerdo a las actividades en oficinas, según Cortés (2002), son las siguientes:

Tabla 1. Niveles de iluminación en oficinas

Trabajo y oficinas	Nivel de iluminación recomendado (en lux)
Para trabajos administrativos normales y oficinas	500 a 1.000
En trabajos de oficinas con claros cometidos visuales	250
En trabajos de oficinas con cometidos visuales normales, como contabilidad, mecanografía y con pantallas de visualización de datos	500 a 1.000
En oficinas amplias	1.000

Fuente: Cortés, J. (2002).

Existen otros aspectos recomendados por la Sociedad de Ingenieros Eléctricos de Estados Unidos de América, los cuales se muestran en la tabla 2.

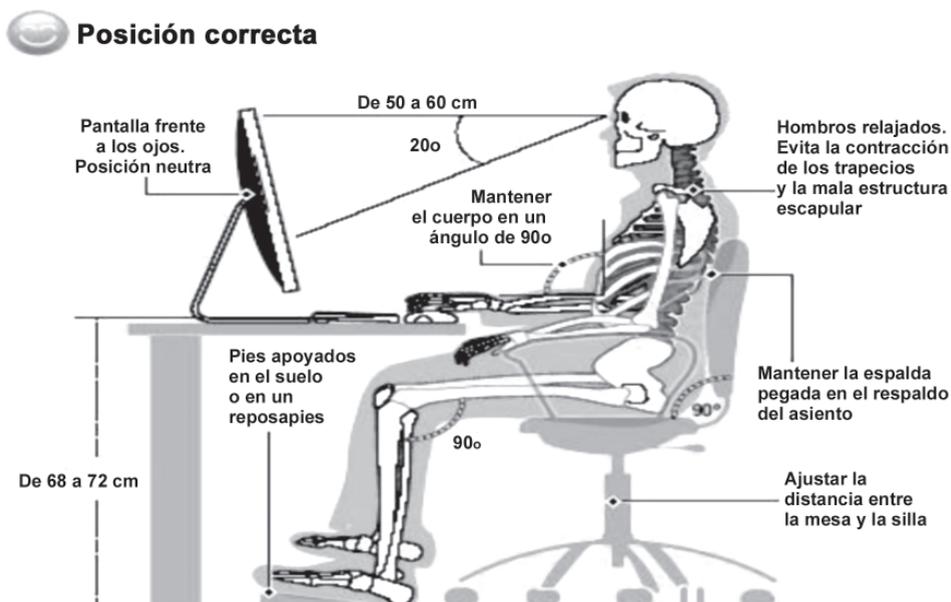
Tabla 2. Niveles de iluminación en la ejecución de tareas

Tarea	Niveles recomendados (lux)
La orientación simple para visita corta	Entre 50,75 y 100
Espacios de trabajo donde las tareas son exigentes	Ocasionalmente entre 100, 150 y 200
Ejecución de la tarea visual con altos contrastes y tamaño grandes	Entre 200, 300 y 500
Ejecución de tareas visual con contraste medios de tamaño pequeño	Entre 500, 750 y 1.000
En los bancos en las áreas para escribir	Entre 200, 300 y 500
En los cajeros	Entre 300 y 500
En las áreas audiovisuales	Entre 200, 300 y 500
En recepción	Entre 100, 150 y 200
Para lecturas en procesamiento de datos y tareas electrónicas, así como monitores	Entre 50.75 y 100
Lecturas en impresora de inyección de tintas	Entre 200, 300 y 500
Las lecturas de las impresiones de las teclas	Entre 200, 300 y 500

Fuente: Sociedad de Ingenieros Eléctricos de Estados Unidos de América.

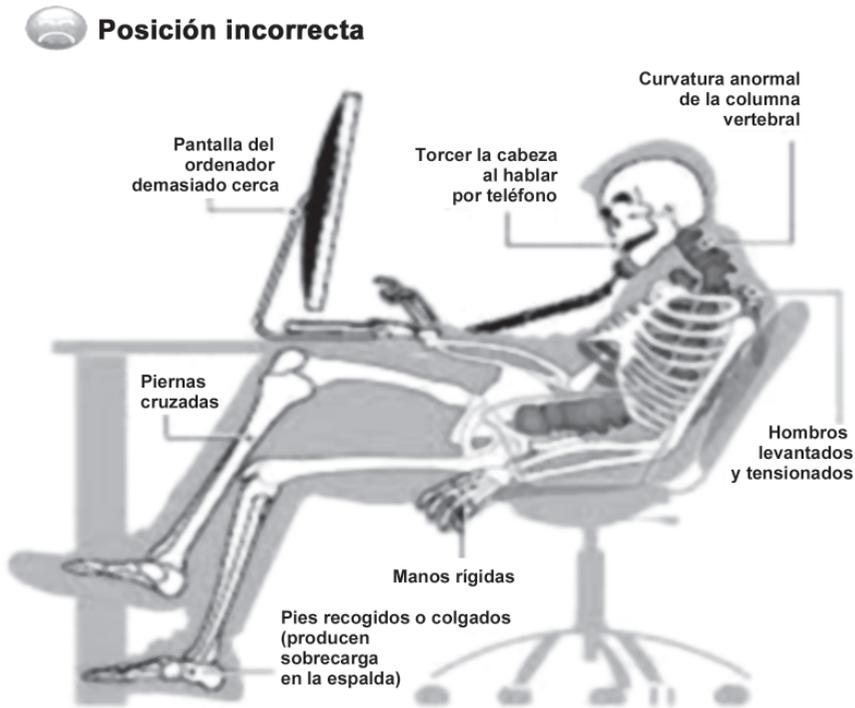
1.5. Ubicación del puesto y el monitor

Una manera efectiva de controlar los riesgos se logra mediante una correcta adecuación ergonómica y posterior mantenimiento del puesto de trabajo. La pantalla del monitor es el elemento fundamental, ya que tiene una relación directa con el puesto de trabajo, sin ella no estaría configurado el puesto de PVD. Está destinada a proporcionar información de forma visual; además, tiene grandes repercusiones sobre la salud de los trabajadores. En la mayoría de las investigaciones sobre las pantallas y los puestos de trabajo en PVD, se exponen algunos requisitos para un mejor bienestar de los trabajadores. Entre los aspectos que sobresalen son los siguientes: ajustar fácilmente la luminosidad y el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla y adaptarlos a las condiciones del entorno y al grado de luminosidad. La pantalla deberá ser orientada e inclinable, para adaptarse a las necesidades del usuario y evitar reflejos. Se debe colocar bajo un ángulo comprendido entre la línea horizontal y la trazada a 60° bajo la horizontal. El plano horizontal debe estar a un ángulo de 120° respecto a los ojos y la distancia del monitor a los ojos, no deber ser inferior a 40 cm, siendo recomendable emplear distancias entre 40 y 60 centímetros (Forte, 2005). En la figura 10a se ilustra la forma correcta mientras que en la figura 10b se ilustra una forma incorrecta.



Fuente: Google. Imágenes de fatiga visual.

Figura 10a. Ubicación del puesto de trabajo y del monitor.



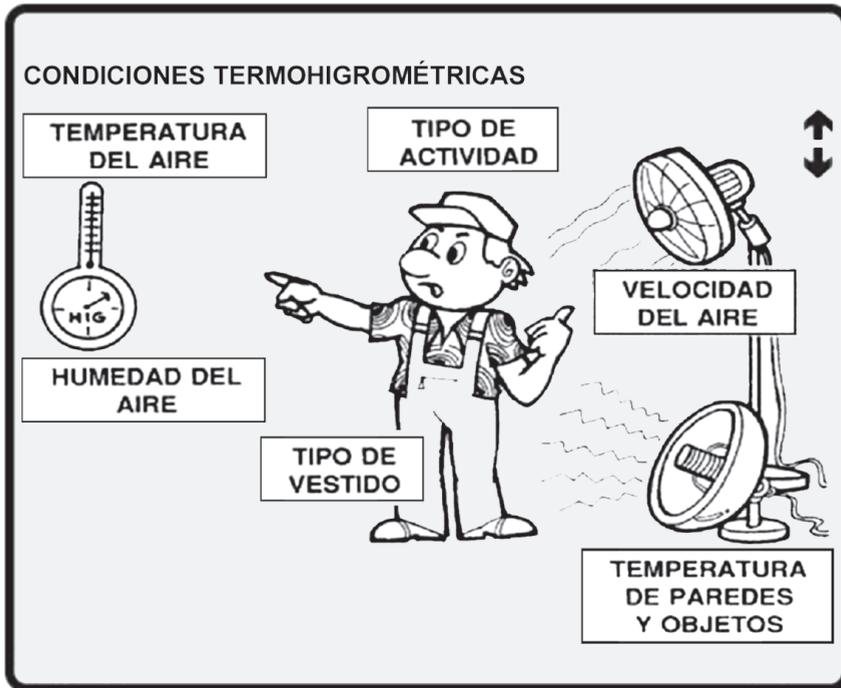
Fuente: Google, Imágenes de fatiga visual.

Figura 10b. Ubicación incorrecta del puesto de trabajo y el monitor

2. CONFORT TÉRMICO

Conseguir un microclima confortable en los puestos de trabajo en pantallas de visualización de datos es esencial, ya que la simple aparición de sudoración o la sensación de frío en los trabajadores, reducen la capacidad laboral. El confort térmico es la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. Está relacionado con el balance térmico del cuerpo humano, que depende de variables que se analizarán en este estudio (Dirección de seguridad e higiene, 2005). Las condiciones climáticas de una u otra forman influyen en los lugares de trabajo con pantallas de visualización de datos y en las actividades, por lo que se deben incluir en el diseño de puestos de trabajo. Entre los factores del ambiente térmico tenemos la temperatura, humedad relativa, ventilación (velocidad del aire), así como del trabajador(a) el tipo de actividad que realiza, su metabolismo y la vestimenta que utiliza (Cortés, J. 2002). En 1970, el estudio de "thermal confort" del investigador de la Universidad de Copenhagen, P.O. Fanger, incluyó en su método de valoración la práctica total de las variables que influyen en los intercambios

térmicos del ser humano-ambiente, que contribuyen a la sensación del confort. Este método se aplica actualmente para evaluar situaciones de confort térmico y su metodología. Se puede consultar en la norma UNE-EN ISO07730, que es el referente que se puede aplicar para investigaciones de confort en oficinas (figura 11).

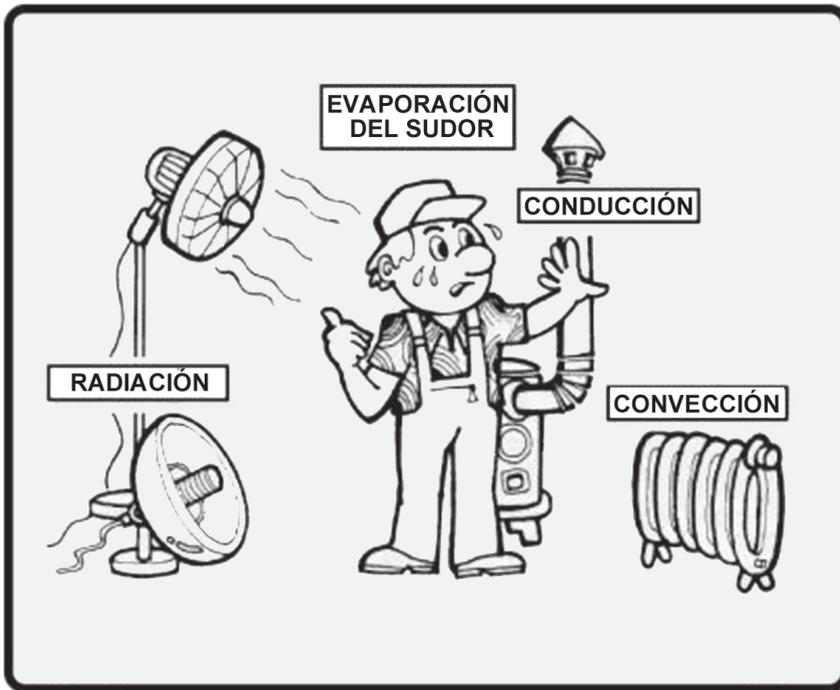


Fuente: Google, Imágenes de confort.

Figura 11. Variables de confort térmico.

2.1. Confort de frío y calor. Humedad relativa y diferencias de temperatura

La temperatura seca del aire es la que se encuentra rodeando al individuo. La diferencia entre esta temperatura y la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire, este se llama, intercambio de calor por convección. Así mismo, tenemos el intercambio de calor por radiación entre unas y otras superficies del ambiente (piel, mesa, escritorios, sillas, computador, teclado, cristales, techo y paredes). (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, 2007). La temperatura en las siguientes épocas debe ser: en verano entre 23° a 26° y en invierno entre 20° y 24° (De Pablo, C. 2007) (figura 12).



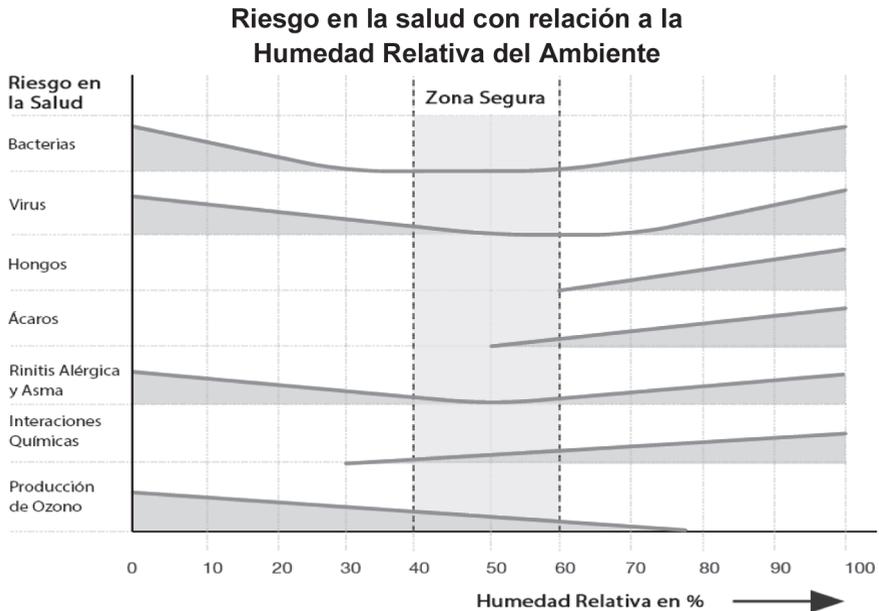
Fuente: Google, Imágenes de confort de frío y calor.

Figura 12. Intercambio de calor del cuerpo humano y el aire.

En cuanto a las diferencia de temperatura, es conveniente disponer de una distribución homogénea de temperaturas entre paredes, y el suelo y techo, para evitar asimetrías de temperaturas radiantes, que pueden dar lugar a sensaciones de disconfort. Estas situaciones se presentan cuando estamos cerca de paredes o ventanas mal aisladas en invierno o cuando recibimos luz solar directa. Por otra parte, también se presentan incomodidades por tener los pies apoyados en suelos fríos o calientes (Incluir tapetes para el frío o calor).

La humedad es el contenido de vapor de agua que contiene el aire. Un valor importante relacionado con la humedad es la humedad relativa (HR), es la relación porcentual entre la presión de vapor de agua existente, con respecto a la máxima posible para la temperatura del aire existente (Mondelo, Gregori, Comas, Castejón & Bartolomé, 2001). La percepción de la temperatura no solo va a depender de la temperatura del aire, sino también de la humedad. Es decir, al aumentar la humedad se incrementa la temperatura efectiva. Y por el contrario con niveles bajos de humedad relativa, se produce sequedad en las mucosas conjuntivales, respiratorias y ojos. En otros estudios se ha visto que si es alta la humedad, provoca una disminución de la atención, de la vigilancia y

de la destreza de los gestos (Ramos, 2006). En el trabajo de oficinas y de acuerdo a los rangos de confort, se debe mantener una humedad relativa entre 45% y el 65%. De no ser así se presentan riesgos (figura 13).



Fuente: Google. Diconan.com

Figura 13. La humedad relativa y los riesgos asociados para diferentes niveles.

2.2. Metabolismo, vestimenta y confort

El metabolismo es la suma de las reacciones químicas que se producen en todas las células del organismo. El límite mínimo está determinado por la actividad básica para mantenerse vivo, por lo que recibe el nombre de metabolismo basal (Mb), varía de acuerdo a factores como: edad, género, peso y otras causas por origen psicofisiológico.

De otra parte, el vestido también influye en la sensación de confort, cuanto mayor sea la resistencia térmica de la vestimenta, más difícil resulta para el cuerpo humano desprenderse del calor generado y cederlo al ambiente. El confort térmico se trasmite cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, 2007). El calor metabólico se correlaciona habitualmente

con la superficie corporal (S.C.) en m² y con el peso (Pc) en kilogramos (kg). Esta se puede determinar con la ecuación: $SC = 0.202 P_c^{0.425} H^{0.725}$. Donde:

SC= Superficie | corporal (m²).

Pc= Peso corporal en kg.

H= Estatura en metros (m).

(Mondelo, Gregori, Comas, Castejón & Bartolomé, 2001).

La medida del aislamiento de la indumentaria es el *clo*, que es la medida del aislamiento térmico necesario para mantener cómodo (confort), a un individuo sentado y en descanso, en una habitación normalmente ventilada a 21°C de temperatura y con una humedad relativa del 50%. Puesto que el individuo normal sin ropa, se siente cómodo a unos 30°C, una unidad *clo* sería la necesaria para producir una sensación igual a unos 21°C, este es a grandes rasgos el total de aislamiento necesario para compensar un descenso de unos 8°C y equivale aproximadamente al aislamiento de las ropas que normalmente llevan las personas (McCormick, 1980). Con el fin de facilitar el metabolismo y el confort, la temperatura en verano debe mantenerse entre 23°C a 26°C, mientras que en invierno debe estar entre 20°C y 24°C; asimismo, la humedad relativa debe mantenerse entre 45% a 65%. De esta manera se prevendrá la sequedad de ojos y mucosas (De Pablo, C., 2007).

2.3. Valores de referencias y normas

Los valores de referencia internacionales y las disposiciones mínimas para las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, en cuanto al ambiente térmico, que deben cumplirse son los siguientes: La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17°C y 27 °C. Donde se realicen trabajos ligeros estará entendida entre 14°C y 25°C. La humedad relativa estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%. Los valores y referencias están en distintas normas nacionales e internacionales, por ejemplo: la Norma UNE-EN-ISO 7730/1996, "Ambientes térmicos moderados" o en el borrador de norma europea PrENV-1752/1997 "Ventilation for buildings. design criteria for the indoor environment". La primera está incluida en la Instrucción Técnica Complementaria ITE 02.2.1 "Bienestar térmico", del Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios (Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio). Adicionalmente, en el documento de la guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional, se pueden apreciar las siguientes normas para condiciones termo higrométricas que a continuación se relacionan: para calor tenemos el WBGT ISO 7243 e ISO 7923. Frío ISO 11079 e ISO 15753. Para la humedad existe la ISO 7730, ISO 7243, ISO 15753 y para disconfort térmico

tenemos la ISO 7730, INSHT 1983. Existen otros métodos propuestos por la guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional (2011). El método para evaluación de riesgo para valores límites permisibles por estrés por calor es el siguiente:

Trabajo-descanso	Trabajo ligero	Trabajo moderado	Trabajo pesado
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75%-25% descanso cada hora	30.6	28.0	25.9
50% trabajo-50% descanso cada hora	31.4	29.4	27.9
25% trabajo-75% descanso cada hora	32.2	31.1	30.0

Fuente: Gutiérrez. En: Ministerio de la Protección Social, 2011.

En cuanto a TLV (Threshold Limit Value o Valor Límite Umbral) permisibles por estrés por calor y calor metabólico, se referenciará específicamente el trabajo liviano para personas que trabajan con PVD. La calificación de severidad es 2. La estimación del calor metabólico es trabajo liviano entre 100 y 200 kcal/hora. En postura sedente: trabajo manual como escribir, digitar y trabajo con las manos, ante brazo y brazos. Para trabajos livianos se requiere de valores límites entre 0.2 a 1.2 kcal/min (Gutiérrez, 2011. En: Ministerio de la Protección Social).

En el mismo documento, se recomiendan lineamientos técnicos para las evaluaciones, dentro de los cuales se encuentra la iluminación y normas a utilizar, entre ellas está la Resolución 2400 de 1979. Icontec GT-08 para oficinas. Norma ISO 8995. Las áreas que se evalúan son el espacio, ubicación, distancia de las fuentes directas e indirectas, tipos de paredes, pisos, materiales y colores. Se debe hacer un informe de la evaluación con los siguientes criterios: objetivos, marco de referencia, métodos, instrumentos de medición, criterios de valoración, resultados, análisis de los resultados y recomendaciones.

Para el estrés térmico frío, se recomienda ver la norma colombiana, Resolución 2400 de 1979, artículo 64. Criterios de valoración ISO 11079: 1989. ACGIH y el método de Fanger, ISO 7730: 1996.

Para estudios de exposición a estrés por frío, se recomienda el método IREQ-método del índice del aislamiento del vestido requerido. Y por otra parte, el método del índice de frío (WCI), aplicable para la valoración cuando hay partes del cuerpo no protegidas por el vestido. Se debe hacer un informe de la evaluación con los siguientes aspectos: objetivos, marco de referencia, métodos, instrumentos de medición, criterios de valoración, resultados, análisis de los resultados y recomendaciones (Gutiérrez, 2011. En: Ministerio de la Protección Social).

3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El instrumento de medición para la iluminación es el luxómetro (figura 14), que básicamente contiene una célula foto-eléctrica de capa barrera, generalmente es de selenio por tener este material una sensibilidad espectral semejante al ojo humano (Cortes, 2002). La herramienta recomendada para la realización de investigaciones ambientales en oficinas es el luxómetro extech modelo HD450: se pueden hacer lecturas pico, lecturas de modo relativo que indican cambios del nivel en la luz. Tiene carcasa dura, rígida y ergonómica. Y para fines prácticos de campo incluye puerto USB, sensor de luz, cubierta protectora con un metro de cable y batería de 9V. Con certificado NIST. Ficha técnica 1.

Ficha técnica 1.

Datos generales

Nombre del equipo: Luxómetro Modelo: HD450
Dimensiones: Medidor: 170 x 80 x 40 mm
Foto detector: 115 x 60 x 20 mm (4.5 x 2.4 x 0.8")
Fuente de energía: batería 9V Vida de la batería: 100 (retroiluminación apagada)
Peso: Sin batería: 13.8 onzas (Aprox.). Con batería: 390 onzas (Aprox.)
Indicación de batería débil: el símbolo batería aparece en la LCD
Longitud del cable sensor: 1 m (3,2')

Especificaciones

Pantalla: Pantalla LCD de 4.000 cuentas con gráfica de barras de 40 segmentos.
Grabación: en modo continuo hasta 16.000 Rango: 40.000 Fc o 400.000 lux
Software: compatible con Windows 95/98/nt/2000/me/xp
Escala: Cuatro escalas, selección manual
Indicación de sobre escala: LCD indica "OL"
Respuesta al espectro: CIE fotópica (CIE una curva de respuesta del ojo humano)
Precisión del espectro: $V\lambda$ función ($f_1 \leq 6\%$)
Respuesta del coseno: $f_2 \leq 2\%$). Coseno corregido para incidencia angular de luz
Repetibilidad de la medida: $\pm 3\%$
Tasa del indicador: 760 mseg (aprox.) para pantalla digital y de gráfica de barras
Foto detector: foto diodo de Si con filtro de respuesta del espectro

Usos y cuidados adecuados

Usos: medición de la luz
Cuidados
Condiciones de operación
Temperatura: 0 a 40 °C (32 a 104 ° F) Humedad: < 80% RH
Condiciones de almacenamiento
Temperatura: 10 a 50 °C (-14 a 140 ° F) Humedad: < 80% RH

Fuente: Cortés [2002].

Otro instrumento de medida es el registrador de datos data-logger cuyos datos se muestran en la ficha técnica 2.



Fuente: Google. Imágenes de luxómetro hd450

Figura 14. El luxómetro extech.

Ficha técnica 2.

Datos generales

Nombre del equipo: data-logger

Medidas: 44 x 12 x 97 mm

Fuente de energía: batería de litio de 3.6 V Vida de la batería: 100 días

Soporte de montaje con cerradura de combinación

Especificaciones

Memoria: Para la humedad relativa: 16.000 lecturas

Para temperatura: 16 lecturas

Capacidad: Pueden guardar hasta 40.000 valores en memoria

Rango: Para humedad relativa de 0 a 100 %.

Para temperatura: 40°C a 70°C

Pantalla: LCD que muestra las lecturas actuales, mínimas y máximas, y cuenta con estado de alarma.

Exactitud: $\pm 8^\circ\text{C}$ (-80 a 35.1°C); $\pm 5^\circ\text{C}$ (-35 a 70°C). Resolución: 0.1°C

Interfaz: Para USB para fácil configuración y descarga de datos

Software de análisis compatible con Windows® 2000, XP y vista. También pueden leerse con cualquier celular con Android y conectividad FNC.

Frecuencia de muestreo de datos seleccionable: un segundo hasta 24 horas umbrales de alarma, programables por el usuario para la humedad relativa y la temperatura.

Usos y cuidados adecuados

Usos: registro continuo de la temperatura, humedad, voltaje, amperaje y CO₂

Cuidados

Condiciones de operación

Temperatura: -80°C a 70°C

Humedad: < 80% RH

Condiciones de almacenamiento

Temperatura: -80°C a 70°C

Humedad: < 80% RH

Fuente: Riva, Piergiovanni et al. (2001).

Estos instrumentos son los recomendables para el desarrollo de investigaciones en ergonomía ambiental y para el ambiente físico en oficinas.

METODOLOGÍA

El presente artículo se diseñó con base en una revisión bibliográfica y se accedió a la base de datos de Medline, Bireme y Lilacs Scielo. Las referencias revisadas fueron básicamente normas de ISO, ICONTEC, normas del Ministerio del Trabajo de Colombia, así como referencias de normas españolas. Para el motor de búsqueda de la información, se utilizaron las palabras claves: ergonomía ambiental, iluminación, sistemas de iluminación, luminotecnica, confort térmico, trabajadores de oficina y pantallas de visualización de datos. Las referencias, se hicieron con criterios de una clasificación al ser revisadas y analizadas como calificación media y baja; la mayoría de los estudios fueron exploratorios, descriptivos y analíticos. Se procedió a analizar cada documento a través de fichas con su respectiva información del título, año, autor, país y editorial. El método para el estudio fue analítico ya que se procedió al análisis documental y la sistematización de las referencias con su respectivo análisis.

CONCLUSIONES

En los estudios generalmente el 50% de los usuarios de PVD, experimentan síntomas de la visión. De hecho, la fatiga visual es mucho más común que las lesiones músculo-esqueléticas. Las investigaciones realizadas dicen que no se han encontrado efectos permanentes en la visión por el uso de computadores. Sin embargo, la fatiga visual puede reducir el rendimiento en los trabajadores. Las recomendaciones puntuales para puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos, deben ser precisas para mejorar las condiciones de la visión e iluminación y los aspectos termo higrométricas para las diferentes aéreas de trabajo en oficinas. La iluminación es una de las causas que influyen de modo significativo en el daño ocular. Los niveles recomendados de iluminación oscilan entre los 300 y los 500 lux, aunque para las oficinas varían desde 150 hasta 300 lux. Una errónea distribución de luminancias en el campo visual provocaría deslumbramientos que traen consigo fatiga ocular. Estos deslumbramientos pueden ser provocados por una posición incorrecta del mobiliario de la oficina.

La temperatura y humedad también deben ser vigiladas y monitoreadas de manera muy especial. Se sugiere que se trabaje con intervalos entre 19°C y 24°C con una humedad relativa entre el 40% y 70%, mucho más efectiva si se mantiene entre el 55% y 65%. Es importante recordar que estas variables cuando están en valores muy bajos producen sequedad ocular. Por el contrario, si se registran por encima de los valores recomendados, producen falta de concentración en las labores que se estén realizando.

Si reducimos los problemas derivados de las pantallas de visualización y hacemos los puestos más acordes con las capacidades del ser humano y su interacción con el ambiente, pantalla, teclado, silla y planos de trabajo, por inferencia también disminuirán las quejas de los trabajadores y se incrementará la eficacia, la calidad, productividad, el confort y bienestar. Finalmente, en Colombia, por encontrarse en una región con diferentes ambientes de calor, frío, humedad y lluvia, se deben estudiar las condiciones termo higrométricas para la población trabajadora de pantallas de visualización de datos y diseñar criterios propios del entorno ambiental para los espacios de trabajo. Los niveles de iluminación y el confort térmico para oficinas deben ser evaluados para cada tipo de tarea y tomar como referentes las normas nacionales e internacionales.

REFERENCIAS

- Castillo M., J. A., Ramírez, C., B. A. (2009). El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. Estudio del trabajo en actividades de servicio. *Revista Ciencias de la Salud*. 7(1):65-82.
- Cortés, J. (2002). *Seguridad e Higiene del trabajo*. México, D.F.: Alfaomega.
- De Pablo, C. (2007). *Manual de ergonomía: incrementar la calidad de vida en el trabajo*. España: Formación Alcalá.
- Diccionario de la Lengua Española. (2001). Madrid, España: Talleres de Rotapapel.
- Dirección de seguridad e higiene. (2005). *Confort térmico*. España.
- Forte, T. (2005). *Pantallas de visualización de datos*. España: Díaz de Santos.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. (2007). *Confort térmico*. España.
- Lillo, J. (2000). *Ergonomía evaluación y diseño del entorno visual*. España: Alianza.
- Llaneza, F. (2007). *Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Madrid: Editorial Lex. Nova.
- McCormick, E. (1980). *Ergonomía*. España: Editorial Gustavo, Gili.
- Ministerio del trabajo y Seguridad Social. (s/f). *Reglamento Técnico de Higiene Industrial. Iluminación*. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. Bogotá, D.C.
- Ministerio de la Protección Social. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional*. Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.

- Mondelo, Gregori, De Pedro & Gómez (2002). *Ergonomía 4. El trabajo de oficinas*. México, D.F.: Alfaomega.
- Page, Álvaro. (s/f). *Pantallas de visualización de datos*. Madrid, España: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Ramos, J. (2006). *Pantallas de visualización de datos*. España: Editorial MASSON.
- Rey, P. & Jean Jacques. (s/f). *Problemas oculares y visuales*. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
- Silva, E. Y. Benavides & C. Contreras. (2011). *Ergonomía en las aulas*. Chile: Universidad de Chile.
- Varela, M. (2006). La oficina saludable: como crear espacios de trabajos ergonómicos. *Revista Práctica de Riesgos Laborales*. (26):1-34.
- OIT. Farras, J. (2001). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid.
- Taboada, J. (1979). *Manual de Luminotécnica*. España: Editorial Dossat.
- Riva, M., Piergiovanni, Schiraldi, L. & Schiraldi, A. (2001). Actuaciones de indicadores de tiempo-temperatura en el estudio de la exposición a la temperatura de los alimentos frescos envasados. *Tecnologías de Envasado y Ciencia* **14**(1):1-39 doi: 10.1002/pts.521

Otros:

<http://dx.doi.org/10.1002/pts.521>

http://www.testo.com.ar/detalles_productos/0572+1844+01/testo-184-T4

http://www.testo.com.ar/es/home/productos/data_loggers_y_sistemas_de_monitoreo/data_loggers/temperatura_1/dataloggers_temperatura.jsp

<http://www.extech.es>

http://www.extech.com/instruments/resources/manuals/HD450_UMsp.pdf

<http://www.extech.es/luxometros.htm>

Manual del usuario **Modelo HD450**

Registrador de datos - Wikipedia, la enciclopedia libre [es.wikipedia.org/wiki/Registrador de datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Registrador_de_datos).

