



RIESGO POR TEMPERATURAS EXTREMAS

La Temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella.



La temperatura es un factor de riesgo que puede afectar a los trabajadores si presenta niveles excesivos de calor o de frío. Dependiendo de los niveles de temperatura ambiental se puede hablar de problemas de confort térmico o de problemas de estrés térmico. Dentro de las condiciones de trabajo, la temperatura es un factor determinante en el rendimiento de un trabajador. Temperaturas muy altas o demasiado bajas repercuten en el operador de manera perjudicial, no solo para su labor sino también en su salud.

Para estudios de temperatura el ser humano se modela como un cilindro con cubierta, que corresponde a la piel, los tejidos superficiales y las extremidades, con un núcleo correspondiente a los tejidos más profundos del tronco y la cabeza. Las temperaturas del núcleo presentan un intervalo pequeño alrededor de un valor normal de 37 °C y para intervalos entre 37.8 °C y 38.9 °C el desempeño cae de forma abrupta. Para temperaturas superiores a 40.6 °C el mecanismo de sudor puede fallar y causar una elevación rápida del núcleo y con el tiempo la muerte.

Cuando los niveles de exposición al frío o al calor son muy altos o muy prolongados, el cuerpo se vuelve incapaz de mantener constante la temperatura interna del cuerpo, de modo que esta sube o baja de acuerdo a las circunstancias ocasionando efectos que pueden llegar a ser graves para la salud del trabajador, de allí que se deban mantener controles rigurosos sobre la temperatura presente en el lugar de trabajo, realizando las mediciones correspondientes y aplicando los controles para minimizar este tipo de riesgo.

La exposición a temperaturas elevadas o bajas, ocasiona síndromes que por lo general son reversibles; pueden aparecer y desaparecer en espacios cortos de tiempo de acuerdo al nivel de exposición.

El cuerpo humano mantiene una temperatura constante, y debe permanecer en un rango muy estrecho porque la biología humana no tolera variaciones apreciables de temperatura interna, especialmente en ciertos órganos críticos como el cerebro, el hígado.

Estudiar las relaciones entre la temperatura de estos órganos y las características térmicas del ambiente de trabajo es importante para establecer el factor de riesgo existente que puede ocasionarle problemas de salud al trabajador.

Transferencia de calor



El calor tiende a pasar desde los puntos en los que la temperatura es alta hacia aquellos en los que es inferior.

De acuerdo con los materiales en los cuales se está realizando la transferencia de calor se tienen diferentes procesos como son:

- **Conducción:** Cuando la transferencia de calor se realiza a través de sólidos o fluidos que no están en movimiento. Este tipo de transmisión de calor ocurre intermolecularmente, debido al contacto de moléculas calientes y frías.
- **Convección:** La transferencia se realiza a través de fluidos en movimiento. Es la transmisión de calor de un sitio caliente hacia otro menos caliente.
- **Radiación:** El calor es transferido de un cuerpo a otro sin soporte material alguno. La radiación depende de la temperatura de los objetos que rodean un ambiente dado. Cuando se apaga un horno después de haberlo prendido por un tiempo determinado, se puede sentir calor en el aire que lo rodea sin necesidad de entrar en contacto con el horno como tal.



Ejemplos de transferencia de calor

Temperatura ambiente

Es la temperatura experimentada por una persona en un ambiente determinado. Esta temperatura es el resultado del intercambio de calor por conducción (a través de pisos o herramientas) y radiación (Muros, plafones, sol).

La humedad medida de concentración de agua o vapor de agua en un sólido, un líquido o un gas. A continuación se presentan los tipos de humedad:

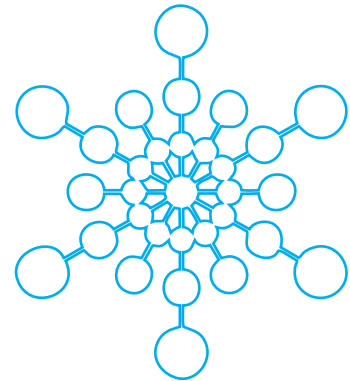
- **Humedad Absoluta:** Es la masa de agua o vapor de agua por unidad de volumen. En el caso del aire se expresa en g/m^3 .
- **Humedad Específica:** Es la relación entre la masa de agua o vapor de agua y la masa total. En el caso del aire se expresa en gramos de vapor de agua por kilogramo de aire húmedo.
- **Humedad Relativa:** Es la relación entre la masa de agua o vapor de agua que existe en un determinado volumen y la cantidad de agua o vapor de agua necesaria para que se sature dicho volumen a la misma temperatura. Se expresa en porcentaje.

Causas del riesgo por temperatura

Entre las causas principales para originar riesgos por temperatura se encuentran:

En ambientes calientes

- a. Falta de aislamientos térmicos en hornos, calderas y, en general, en cualquier equipo generador de calor.
- b. Procesos de fundición, secado, fabricación de plásticos, tratamientos térmicos, fabricación de vidrio, procesos con hornos.
- c. Temperatura ambiental alta de acuerdo con la ubicación geográfica, época del año y hora del día.
- d. Sistemas de ventilación inadecuados.



En ambientes fríos:

- a. Ingreso a cuartos fríos.
- b. Temperatura ambiental baja de acuerdo con la ubicación geográfica, época del año y hora del día.
- c. Sistemas de ventilación cuyo ingreso de aire fresco se presenta a una temperatura baja.
- d. Falta de aislamientos térmicos



Efectos de los riesgos por temperatura sobre el organismo

Los efectos sobre el cuerpo humano por temperatura son diferentes de tratarse de una temperatura excesiva o muy baja.

Ambientes calientes (hipertermia)

Los problemas de estrés calórico son más comunes que los causados por ambientes fríos.

Los mecanismos reguladores de la temperatura corporal, entran en acción para tratar de mantener constante dicha temperatura de la siguiente manera:

Vasodilatación sanguínea: aumenta el intercambio de calor con el medio⁵ ambiente, ya que aumenta la transferencia.

Activación de las glándulas sudoríparas: aumenta el intercambio de calor por la energía que se gasta en pasar el sudor líquido a la fase de vapor.

Aumento de la circulación sanguínea periférica: aumenta la velocidad del intercambio de calor por superficie.

La hipertermia puede ocasionar:

1. Trastornos psiconeuróticos.
2. Calambres.
3. Deficiencia circulatoria.
4. Deshidratación.
5. Pérdida de electrolitos.
6. Golpe de calor (hiperpirexia).

Ambientes fríos (hipotermia)

La hipotermia se produce cuando la pérdida de calor del cuerpo es más rápida que su producción. Ante esta situación, lo primero que ocurre es una constricción de los vasos sanguíneos de la piel, en un intento para conservar el calor interno vital. Las manos y los pies son los primeros afectados y si el cuerpo continúa perdiendo calor comienzan a producirse temblores involuntarios. Esta es la forma que posee el organismo para intentar producir más calor y es, en general, el primer signo real de hipotermia. Una mayor pérdida de calor produce dificultades para hablar, pérdida de memoria y de la destreza manual, colapso y, finalmente, la muerte.

La temperatura de las manos y de los pies puede disminuirse hasta los 23–28 °C, quedando por debajo de la temperatura normal del cuerpo sin producir daño permanente.

La hipotermia puede ocasionar:

1. Vasoconstricción.
2. Desactivación de las glándulas sudoríparas.
3. Disminución de la circulación sanguínea periférica.
4. Disminución del área de la superficie de transferencia.



5. Autofagia de las grasas almacenadas, que es la transformación química de lípidos en glúcidos.
6. Disminución de la destreza manual.
7. Congelación de las partes terminales del cuerpo: orejas, nariz, pies, manos.
8. Muerte si la temperatura interior desciende por debajo de los 28 °C.



Valoración del riesgo por temperatura

En la actualidad se conocen varios índices para la evaluación de riesgos por calor; los más utilizados en higiene industrial son:

1. Índice WBGT.
2. Índice de la sudoración requerida.
3. Índice de temperatura efectiva.



El índice de sudoración requerida, es una valoración del estrés térmico, que aporta mayor exactitud que el índice WBGT y cuya aplicación debería hacerse en situaciones en las que la valoración del índice WBGT revelase una situación de riesgo de estrés térmico. En la actualidad, el índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), constituye la técnica más simple y adecuada para medir estos factores ambientales. Se basa en la comparación de la humedad de la piel y la producción de sudor necesarias en unas determinadas condiciones de trabajo, frente a los valores fisiológicamente posibles en estas variables. La estimación de dichos valores se obtiene en el desarrollo de las siguientes etapas: evaporación requerida, evaporación máxima permitida, sudoración requerida y humedad requerida de la piel.

Cálculo WBGT

El WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), en español se puede traducir como el Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo.

Los valores del índice WBGT se calculan por medio de las ecuaciones siguientes:

1. Exteriores con carga solar:

$$WBGT = 0,7 TH + 0,2 TG + 0,1 TS$$

2. Interiores o exteriores sin carga solar:

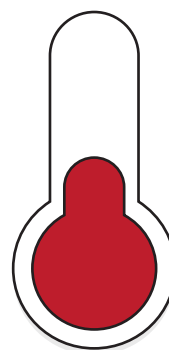
$$WBGT = 0,7 TH + 0,3 TG$$

Donde:

TH= Temperatura Húmeda natural del bulbo húmedo

TS= Temperatura Seca de bulbo seco.

TG= Temperatura de Globo o temperatura radiante.



La evaluación del ambiente térmico puede hacerse de dos formas principales, de acuerdo a lo que se pretenda evaluar:

1. Agente que puede provocar riesgos profesionales: se presenta cuando el nivel de temperatura supera los valores límites permisibles; en ese caso se debe analizar el hecho como una situación con el potencial para provocar riesgos profesionales.

2. Agente que puede ocasionar problemas de confort: acontece cuando la temperatura se encuentra dentro de los valores límites permisibles, pero los trabajadores se quejan respecto al confort climático.

Si se parte de una condición de confort térmico y se aumenta la temperatura, se llegará a una situación de disconfort térmico por calor; si la temperatura sigue aumentando se terminará en una situación de peligro por estrés térmico. De forma similar, partiendo de una condición de confort térmico, si se disminuye la temperatura, se llegará a una situación de disconfort térmico por frío; si la temperatura sigue disminuyendo se pasará a una situación de peligro por hipotermia.

Cuando se analiza el riesgo por temperatura se deben tener en cuenta los conceptos de:

Nivel de temperatura: puede estar definido por la ubicación geográfica donde se encuentran los trabajadores y la época del año, o por la generación de calor o frío mediante equipos dentro de un proceso productivo o por la presencia de hornos o ingreso a cuartos fríos. El nivel de temperatura se mide con un termómetro.

Actividad del trabajador: repercute en forma directa en la producción metabólica de calor.

La actividad física: del cuerpo humano genera calor que se acumula en el propio organismo; la fuente de energía son diversas sustancias químicas que el cuerpo obtiene de los alimentos.

El calor se mide en kilocalorías, definiéndose la kilocaloría como la cantidad de energía calórica que se requiere para elevar en un grado Celsius un kilogramo de agua (de 14,5 a 15,5 °C).

Existen tablas donde, en forma general, se han establecido los promedios de calor producido por el cuerpo en Kcal/h al realizar diferentes actividades, válidas para un trabajador de 70 kg y 1,7 metros de estatura.

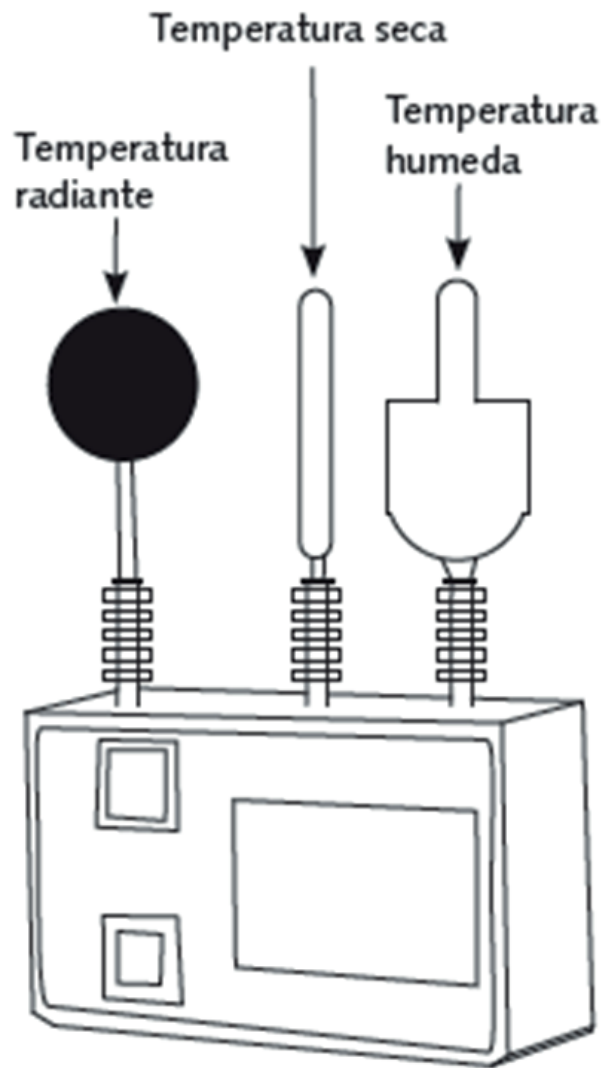
ACTIVIDAD FÍSICA	CALOR (Kcal/h)
Durmiendo	60
Sentado inactivo	100
Oficinista sentado	125
Sentado conduciendo o tocando piano	150
De pie, trabajo ligero de banco sin andar	150
Ídem anterior, pero andando un poco	175
Cocinar (de pie)	210
Colocar ladrillos	260
Limar a 60 golpes/minuto	270
Lavar el auto	300
Tender la cama	360
Bailar un vals	460

Promedio de calor producido por el cuerpo humano al realizar diferentes actividades

Confort térmico

Cuando las condiciones de temperatura se mantienen dentro de los valores límites permisibles, pero los trabajadores manifiestan sensación de calor o frío, debe ser analizada la situación desde el punto de vista del confort térmico.

De acuerdo con la metodología utilizada existen diferentes instrumentos de medida para evaluar el estrés térmico. Para el cálculo del Índice WBGT, el equipo utilizado corresponde a un termómetro que permite obtener registros en forma independiente de la temperatura de bulbo húmedo, bulbo seco y temperatura de globo, así como la integración de estos valores para obtener el índice WBGT para interiores y exteriores. Para la realización de la medición es necesario montar el instrumento de medida sobre un trípode, usualmente se realizan en cada punto al menos tres mediciones a diferentes niveles, que corresponden a la altura de los pies, a la altura del tronco y a la altura de la cabeza del trabajador.



Este termómetro para estrés térmico proporciona el índice WBGT, mediante sus tres sensores: temperatura radiante o de globo; temperatura seca y temperatura húmeda

Valores límites permisibles (ACGIH) (American Conference Governmental Industrial Hygienists)

Los valores límites permisibles para estrés por calor intentan proteger a los trabajadores de los efectos severos generados por un aumento de temperatura. Describen exposiciones de trabajadores en condiciones de ambientes laborales calientes, bajo las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores no sufrirían efectos adversos para la salud.

El objetivo de los valores límites permisibles (TL V) es prevenir que la temperatura interna del cuerpo humano suba por encima de 38 °C. Los valores se expresan en °C de WBGT. 1

RÉGIMEN DE TRABAJO DESCANSO	CARGA DE TRABAJO							
	ACLIMATADO				NO ACLIMATADO			
Porcentaje	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75 a 100 %	31.0	28.0	---	---	28.0	25.0	---	---
50 a 75 %	31.0	29.0	27.5	---	28.5	26.0	24.0	---
25 a 50 %	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0 a 25 %	32,5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.0

Límites permisibles de temperatura para estrés térmico¹

Categorías de carga de trabajo:

1. Descanso: hasta 99 Kcal/hora: por ejemplo, sentado.
2. Ligero: entre 99 y 155 Kcal/hora: por ejemplo, sentado con trabajo ligero de las manos o manos y brazos, manejando, de pie y caminando ocasionalmente.
3. Moderado: entre 155 y 258 Kcal/hora: por ejemplo, trabajos sostenidos con manos y brazos, trabajo moderado de brazos y piernas, trabajo ligero de empujar y halar, caminar normalmente, etc.
4. Pesado: entre 258 y 357 Kcal/hora. Trabajo intenso de brazos y tronco, transportando cargas, serruchando de forma manual, empujando o halando cosas pesadas, caminando con paso rápido, etc.
5. Muy Pesado: entre 357 y 447 Kcal/hora. Trabajos de actividad muy intensa y rápida.

Estrés por frío

Los valores límites permisibles dados para el estrés por frío buscan proteger a los trabajadores a fin que la temperatura interior del cuerpo no sea inferior a 36 °C.²

TEMPERATURA DE AIRE EN °C	VELOCIDAD DEL VIENTO - km/h									
	0		8		16		24		32	
	Período de trabajo máximo en minutos	Número de descansos	Período de trabajo máximo en minutos	Número de descansos	Período de trabajo máximo en minutos	Número de descansos	Período de trabajo máximo en minutos	Número de descansos	Período de trabajo máximo en minutos	Número de descansos
-26 a -28	Normal	1	Normal	1	75	2	55	3	40	4
-29 a -31	Normal	1	75	2	55	3	40	4	30	5
-32 a -34	75	2	55	3	40	4	30	5	0	---
-35 a -37	55	3	40	4	30	5	0	---	0	---
-38 a -39	40	4	30	5	0	---	0	---	0	---
-40 a -42	30	5	0	---	0	---	0	---	0	---
-43 a más bajo	0	---	0	---	0	---	0	---	0	---

Límites de frío permisibles

Esta tabla aplica para cualquier período de trabajo de cuatro horas con actividad moderada o alta y lapsos de descanso de diez minutos en un área cálida, destinada para tal fin. Al final de la exposición de cuatro horas, un descanso extenso, por ejemplo, para almorzar, igualmente en un área cálida.

Para trabajo ligero y moderado con limitación de movimientos físicos, aplica la tabla observándola una línea más abajo. Se debe tener en cuenta que la tabla aplica para trabajadores utilizando ropa seca.

Control del riesgo por temperatura

1. Para la sobreexposición al calor:

- Establecer sistemas de inyección de aire por la parte baja de los locales y extracción por la parte superior, para favorecer la convección natural del aire, teniendo en cuenta la calidad del aire que ingresa.
- En climas cálidos, instalar sistemas de aire acondicionado.
- Suministrar overoles de colores claros, con mallas para transpiración en el área de las axilas, los omoplatos y los genitales.

- d. Suministrar bebidas hidratantes avaladas por el médico de la empresa.
- e. Disminuir la carga de la actividad física realizada, mecanizando las actividades repetitivas o que exijan alto esfuerzo físico.
- f. Realizar aislamientos térmicos.
- g. Reducir el tiempo de exposición.
- h. Suministrar una alimentación balanceada acorde con las circunstancias y avalada por el médico de la empresa.
- i. Formación de los trabajadores para identificar riesgos y primeros síntomas de alteraciones por efectos de la temperatura.
- j. Suministrar ropa de trabajo adecuada.
- k. Al salir de una zona de calor, donde se ha laborado durante la jornada de trabajo, hacia una zona de temperatura ambiental más fría, es conveniente desacolorarse, pasando de la zona de calor a otra de transición y esperar allí 15 minutos, luego, salir bien abrigado.



Para sobreexposición a frío:

- a. Suministrar ropa térmica de acuerdo a las circunstancias; se debe proteger además del cuerpo, manos, orejas, cara y cabeza. La ropa ha de ser ligera, poco voluminosa e impermeable, permitiendo la transpiración.
- b. Evitar tareas con poca actividad física.
- c. Suministrar una alimentación balanceada acorde con las circunstancias y avalada por el médico de la empresa.
- d. Instalar equipos de suministro de aire caliente de acuerdo con las circunstancias.
- e. Formación de los trabajadores para identificar riesgos y primeros síntomas.
- f. Evitar corrientes de aire innecesarias.

Para alcanzar el confort térmico:

- a. Vestirse acorde con las condiciones climáticas.
- b. Suministrar bebidas calientes o refrescantes de acuerdo con la situación y de acuerdo con el médico de la empresa.
- c. Realizar pausas activas que aumenten la circulación sanguínea para los casos de sensación de frío.

RIESGO POR ILUMINACION

Hace referencia a toda eventualidad que surge en el ámbito laboral por la cantidad de luminosidad (exceso, carencia) o por sus defectos (centelleo, deslumbramiento, contrastes inadecuados).

Si bien la capacidad del ser humano para adaptarse al entorno es asombrosa, es un hecho que su comodidad, estado anímico y desempeño se ven afectados por la luz. En ese contexto, una iluminación inadecuada o defectuosa puede generar cansancio, alteraciones visuales, incremento del esfuerzo mental, bajo rendimiento y hasta accidentes de diversa índole.

Como parámetros generales, el tipo de lámparas, la distribución de la iluminación y de las luminarias, la eficiencia luminosa y la composición espectral de la luz son aspectos que se deben considerar en el momento de diseñar o adecuar puestos de trabajo.

Las nuevas tecnologías requieren cada vez de una mayor utilización de la visión y un 80%, aproximadamente, de la información sensorial que llega a la mayoría de los trabajadores es visual, por lo que hay que prestar mayor atención al diseño de la iluminación y a las condiciones visuales de cada usuario.

Un buen sistema de iluminación debe asegurar, además de suficientes niveles de luz, un adecuado uso del color y del contraste, control de los deslumbramientos y confort visual.

Una iluminación adecuada, contribuye a:

1. Aumentar la productividad.
2. Reducir los accidentes.
3. Disminuir los errores.
4. Aminorar la fatiga visual.
5. Reducir el ausentismo laboral.
6. Incrementar el confort visual.



Para tener en cuenta la luz ejerce especial influencia en la salud física y psicológica de las personas, esto debe ser considerado al diseñar los sistemas de iluminación en los lugares de trabajo. Un diseño bien planeado, orientado y justificado se traduce en una actitud positiva de los trabajadores y en una mayor motivación y productividad.



La luz

Como lo demostró Newton al pasar un rayo de luz blanca a través de un prisma, la luz se descompone en colores que van del rojo al violeta, pasando por naranja, amarillo, verde, azul y añil. Recordar ese fenómeno es útil para comprender que en la naturaleza como tal, no existe la luz blanca, sino que ella es la suma de la variedad de radiaciones visibles, las cuales, al impactar el ojo humano, producen la sensación de blanco. Ese conjunto de radiaciones electromagnéticas que llega al ojo humano y posibilita la visión y está determinado por ondas cuyas longitudes oscilan entre los 380 y los 770 nanómetros (nm).

La visión

El ojo humano es un órgano sensitivo muy complejo. Recibe la luz que proviene de los objetos y la enfoca sobre la retina; allí se forma una imagen que se convierte en información comprensible para el cerebro. Tener dos ojos posibilita ver de manera panorámica y binocular; la acción del cerebro hace que las dos imágenes se combinen y así surge la visión tridimensional o estereoscópica.

Tipos de visión

En relación con el tema de la iluminación en el ambiente laboral, es pertinente conocer los tipos de visión, puesto que con base en ellos se diseñan los sistemas de iluminación o de señalización para condiciones visuales extremas como, por ejemplo, trabajo nocturno, pistas de aterrizaje, señalización marítima y aérea, trabajo con material fotosensible, entre otros.



Visión fotópica:

Es aquella que se da en buenas condiciones de iluminación, como la luz del día. La regulan los conos y los bastones, elementos de la retina encargados de percibir las diferencias de luz y color. En este tipo de visión la máxima sensibilidad se produce con longitudes de onda cercanas a los 555 nanómetros, medición que corresponde al color amarillo-limón.

Visión escotópica:

También se conoce como visión nocturna y opera con muy bajos niveles de iluminación. La agudeza visual se reduce en estas condiciones y en la recepción de luz intervienen principalmente los bastones de la retina, sensibles al color azul (unos 500 nanómetros) pero no al rojo; los conos permanecen inactivos. Esta visión no permite diferenciar colores (visión monocromática) aunque sí grados de luminosidad.



Visión mesotópica

Es la visión intermedia entre la fotópica y la escotópica. Se deduce entonces que se presenta en situaciones que no corresponden ni a la oscuridad total ni a la plena luz de un día soleado. Coincide fundamentalmente con lo que ofrece la luz artificial. En ella intervienen tanto los conos como los bastones de la retina.

Visión e iluminación

Son muchos los aspectos fisiológicos que intervienen en la visión; sin embargo, algunos de ellos cobran mayor importancia en el contexto de la iluminación y la salud ocupacional.

Esos aspectos son:

-Acomodación visual

Capacidad del ojo para enfocar nítidamente objetos a diferentes distancias. Ocurre cuando cambia la longitud focal por la variación del espesor del cristalino mediante la acción del músculo ciliar. Esta facultad se va perdiendo con los años debido a que se reduce la elasticidad muscular; esto se conoce como presbicia o vista cansada e implica el aumento de la distancia focal y de la cantidad de luz necesaria para que se forme una imagen nítida.



- Adaptación visual

Es la capacidad del ojo para adaptarse automáticamente a variaciones de luminosidad. En este proceso interviene el iris, que actúa en forma semejante al diafragma de una cámara fotográfica y regula la abertura de la pupila, y también los cambios fotoquímicos en la retina.

Cuando se pasa de ambientes oscuros a luminosos la adaptación es muy rápida, pero en el caso contrario, el ajuste es mucho más lento. Al cabo de un minuto de oscuridad se presenta una adaptación aceptable; a la media hora ya se ve bastante bien y luego de una hora la adaptación es completa.

-Agudeza visual



Es la capacidad de percibir y discriminar visualmente los objetos o de distinguir dos puntos muy próximos entre sí. Es una medida del detalle más pequeño que se puede diferenciar y está muy influenciada por el nivel de iluminación. Si el nivel es bajo, como sucede por la noche, cuesta mucho trabajo distinguir detalles.

-Contraste



Se produce por desigualdades entre colores o brillos. A mayor contraste, mejor visión, más particularización de detalles y menos fatiga visual. Una buena iluminación contribuye al logro de un buen contraste y al aumentar el brillo se compensan los bajos contrastes en colores. El umbral de contraste se sitúa alrededor del 0,3% de diferencia en brillo.

-Sombras

Las variaciones de iluminación de los objetos generan las sombras que contribuyen a mejorar la percepción del relieve. No obstante, si aparecen grandes diferencias de iluminación, se pueden crear zonas en sombras que impiden el buen despliegue de la capacidad visual.

Atributos del color

Siempre que se elijan los colores, es válido recordar que ellos producen efectos muy variados: mayor o menor visibilidad, sensación de calor o de frío, sensación de amplitud o de estrechez, de libertad o de encierro, de aumento o disminución de tamaño, de alegría, serenidad o tristeza, entre muchos más. Los colores claros reflejan más la luz, lo que permite un mayor aprovechamiento de la misma.

-Amarillo, naranja y rojo: son colores cálidos, de muy alta visibilidad y su empleo da la sensación de agrandar los recintos. Esos atributos hacen que sean los colores focales más poderosos para resaltar aspectos importantes.

-El amarillo y el naranja tienen mayor visibilidad que el rojo, pues permiten mayor reflexión de la luz. El rojo es más poderoso, excitante y, sin duda, ofrece mayor impacto visual. Se asocia con el fuego, que evoca calor y peligro.

-Verde y azul: son colores fríos, refrescantes y dan la sensación de alejamiento. Se oponen al rojo. El verde inspira calma, tranquilidad mental y seguridad; por ello se elige en salas de descanso y de espera. El azul sugiere inmensidad y se identifica con el frío del hielo y del acero.

-Púrpura y violeta: son colores profundos, serenos y relajantes, aunque algunas personas los asocian con el duelo, lo que conduce a la depresión.

Clases de iluminación



De acuerdo con su procedencia, la iluminación puede ser natural o artificial.

Iluminación natural

Suministrada por la luz del día. Ventajas: permite definir correctamente los colores, no ocasiona costos y produce menos fatiga visual.

Desventaja: radica en que varía a lo largo de la jornada, por lo que se debe complementar con la luz artificial y su eficacia depende de la superficie acristalada que deba traspasar. Por otra parte, la acción directa del sol sobre las superficies acristaladas debe controlarse para que no se produzcan deslumbramientos por intensidad y lesiones cutáneas por acción de los rayos solares.



Iluminación artificial

Proviene de fuentes luminosas manufacturadas, cómo lámparas de incandescencia o de descarga, entre muchas otras.

En lo posible, la iluminación artificial debe utilizarse como complemento de la luz natural para equilibrar y proporcionar una iluminación suficiente y confortable en un recinto. No obstante, en muchos casos, este tipo de iluminación es la única disponible, y entonces, su diseño implica un análisis detallado para lograr un ambiente confortable y seguro, a un costo razonable.

Entre las distintas alternativas de iluminación artificial se encuentran:

1. Lámparas de espectro completo

Son la mejor opción; utilizan una novedosa tecnología que produce una iluminación blanca y sin parpadeo imitando las características de la luz solar.

2. Lámparas incandescentes

Los materiales sólidos y líquidos, al calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1.000 grados kelvin ($^{\circ}\text{K}$); este fenómeno recibe el nombre de incandescencia.

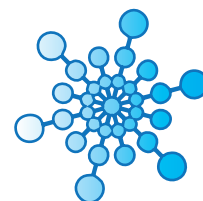
3. Lámparas de descarga

El principio de estas luminarias consiste en el paso de una corriente eléctrica por un gas para activar átomos y moléculas que emitan una radiación con un espectro característico. Por lo general, en ellas se emplean dos metales: sodio y mercurio, ya que provocan radiaciones útiles en el espectro visible.

4. Lámparas de inducción electromagnética

Su principio es la descarga de gas a baja presión, sin usar electrodos para originar la ionización. Una antena interna, que actúa gracias a un generador externo de alta frecuencia, crea un campo electromagnético dentro del receptáculo de descarga e induce la corriente eléctrica en el gas a originar su ionización. Es una lámpara de gran vida útil.

Causas del riesgo por iluminación



1. No hay o no se aprovecha la luz natural disponible. No hay ventanales o fuentes de luz cenital, entre otras alternativas.
2. Las superficies traslúcidas no cuentan con persianas u otro objeto que permita orientar los haces de luz; es decir, no hay control de la luz natural.
3. La iluminación instalada no corresponde a las condiciones de trabajo, oficina o planta industrial, recintos cerrados o abiertos, modalidades de trabajo y exigencias especiales (aspectos de seguridad, requisitos mecánicos y ambientales, etc.).
4. Hay una incorrecta distribución de las lámparas en cuanto a número, altura e intensidad.
5. La iluminación no es uniforme y provoca diferencias de intensidad luminosa.
6. El nivel de iluminación no corresponde a la agudeza visual del trabajador, a su edad ni a las exigencias de su trabajo.

7. No se utilizan lámparas individuales de luz localizada cuando el trabajo requiere intensidades muy altas (más de 750 lux).
8. La ubicación de las lámparas ignora las superficies de trabajo.
9. Los colores de los techos, paredes, divisiones, pisos y muebles no favorecen la reflexión de la luz y, por el contrario, la absorben.

Valoración del riesgo por defectos de iluminación



Se inicia con un reconocimiento cuyo propósito es identificar las áreas y estaciones de trabajo con iluminación inadecuada a las exigencias de la tarea y a las condiciones visuales del trabajador. Para ello se debe hacer un recorrido por las instalaciones observando y recolectando información de los trabajadores sobre las exigencias visuales de su actividad, sus condiciones ópticas, comentarios y sugerencias e información técnica y administrativa, relativa a los procesos de trabajo, trabajos no rutinarios, jornadas reales de trabajo. De esta manera, se determinan las áreas y puestos de trabajo que requieren evaluación.

Posteriormente, se debe elaborar un croquis de los sitios donde se harán las mediciones: distribución de áreas, ventanas o claraboyas, luminarias, maquinaria, muebles y equipos.

Con base en las jornadas y en la clase de iluminación, se determina en qué momento hacer las mediciones (mañana, tarde o noche). Debe elegirse el tiempo en que las condiciones son más críticas dentro del horario de trabajo normal para llevar a cabo una valoración confiable.

Además, la iluminación no presenta valores límites permisibles sino rangos recomendados, con base en diversas normativas. Por lo tanto, lo que se hace para valorar si se presenta o no un problema de iluminación, es realizar la medición y contrastar los resultados con los valores recomendados, para determinar si la cantidad de luz es adecuada a la actividad que se realiza (contraste, distancia, tamaño, grado de detalle, velocidad, etc.), factores que modifican la cantidad de luz requerida a las condiciones visuales de las personas que las desarrollan (agudeza visual, sensibilidad al contraste, estado del sistema binocular, defectos de refracción, campo visual, edad); al entorno (condiciones cromáticas, distribución de los muebles y equipos respecto a las fuentes de iluminación) al tiempo de permanencia en las instalaciones y a la jornada en que se lleva a cabo la labor.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	ILUMINANCIA (LUX)		
	MÍN.	MEDIO	MÁX.
Áreas generales en las construcciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños	100	150	200
Almacenes, bodegas	100	150	200
Talleres de ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automóviles	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000
Procesos químicos			
Procesos automáticos	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	300	500	750
Industria farmacéutica	300	500	750
Inspección	500	750	1000
Balanceo de colores	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	300	500	750
Fábricas de confecciones			
Costura	500	750	1000
Inspección	750	1000	1500
Prensado	300	500	750
Industria eléctrica			
Fabricación de cables	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	300	500	750
Ensamble de devanados	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	1000	1500	2000
Industria alimenticia			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Decoración manual, inspección	300	500	750
Fundición			
Pozos de fundición	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	300	500	750

Niveles de iluminación según la norma ISO 8995.

Instrumentos de medición

Se utilizan los iluminómetros o luxómetros, los cuales deben calibrarse periódicamente en laboratorios autorizados según las indicaciones del fabricante.

El luxómetro o iluminómetro realiza mediciones de la intensidad de iluminación en un espacio determinado. Trabaja con diferentes unidades (lux, pie-candela, etc.) y puede seleccionar el tipo de luz (natural/tungsteno, fluorescente, mercurio y sodio) para indicar los ajustes correspondientes a cada uno de ellos. Previo a la medición se enciende el equipo, se revisa el estado de la batería, se verifica que la pantalla indique cero con la fotocelda cubierta, entonces, se selecciona la unidad de medición, la escala (teniendo la precaución de iniciar con la más alta) y el tipo de luz. La fotocelda del instrumento o sensor de luz debe exponerse en el sitio de análisis y hay que tomar precauciones para no proyectar sombras. Las lecturas deben grabarse y luego registrar los datos obtenidos, que por lo general muestran los valores máximo, mínimo y promedio. El cociente o resultado de dividir el valor máximo entre el mínimo determina el contraste.



Medidor de intensidad de luz (Luxómetro)



Medidor de Brillo

Metodología para realizar mediciones

Se hace de acuerdo con la normativa adoptada en el país o por entidades de reconocida idoneidad.

Las mediciones se efectúan sobre los planos de trabajo y se considera la inclinación existente. Si no se cuenta con el plano de trabajo, se mide sobre un plano imaginario.

Para medir la iluminancia general en un salón regular, se divide el área en cuadrados imaginarios y se realizan mediciones en el centro de cada cuadrado, a la altura de los planos de trabajo (0.75 metros para trabajo sedente y 0.85 m. para trabajo de pie). El promedio de las mediciones individuales equivale a la iluminancia promedio del salón.

En los puestos de trabajo, la medición se realiza en las condiciones normales en las cuales el trabajador desempeña su actividad. La celda se coloca sobre el plano de trabajo o sobre el área visual crítica, cada plano se mide independientemente.

Deben realizarse mediciones en todas las estaciones de trabajo, debido a que las condiciones de iluminación, difícilmente son idénticas.

Efectos de las deficiencias lumínicas

Los efectos de las deficiencias lumínicas en el ser humano se manifiestan en:

1. Cefalea.
2. Problemas de concentración.
3. Trastornos depresivos.
4. Cansancio visual.
5. Fatiga mental.
6. Deslumbramiento.
7. Hábitos posturales nocivos.

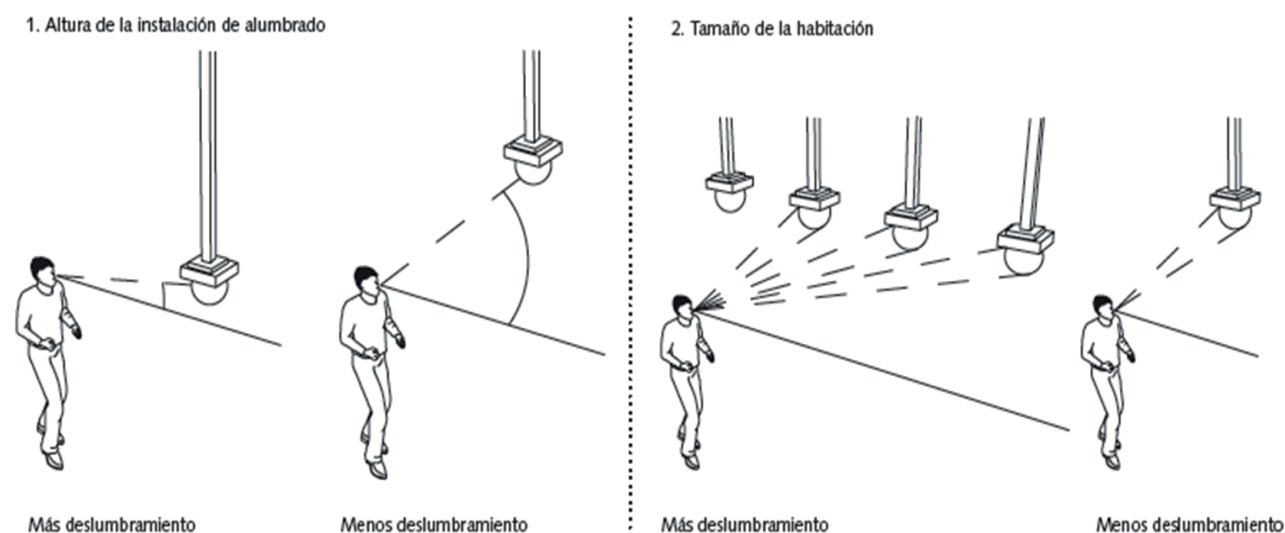


No existen efectos directos de la inadecuada iluminación en la visión, pero sí es un hecho que incide en el avance de los defectos de refracción, permite que se cometan errores y es causa de agotamiento visual y mental. La instalación o funcionamiento indebido de las luminarias puede provocar, entre otros, el fenómeno estroboscópico y ocasionar accidentes.

Deslumbramiento: es el efecto que produce distorsión o reducción en la habilidad para ver los objetos, ocasionado por la localización del individuo frente a una ventana o una fuente de luz por mala distribución de luminarias. En el primer caso, la recomendación no es evitar la vista al exterior sino utilizar persianas u otro elemento que permita orientar los rayos solares.

Cuando las luminarias ocasionan deslumbramiento, entran en juego tres condiciones: la luminancia, las dimensiones y la ubicación de las luces dentro del campo visual. Algunas pautas para evitar que se produzca el fenómeno son las siguientes:

1. Reducir los efectos de deslumbramiento indirecto con materiales, acabados y pinturas mate.
2. Colocar, lo más alto posible, las lámparas de gran luminancia y ubicarlas de tal forma que el ángulo que se forma entre la dirección del eje visual y la dirección del foco luminoso sea superior a 45 grados. Si aún hay riesgo de deslumbramiento es bueno optar por el uso de pantallas o difusores que eviten que el flujo luminoso incida directamente sobre los ojos de la persona.



Factores que afectan el deslumbramiento (adaptado de Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo)

Control del riesgo por iluminación

La información sensorial que llega a los trabajadores es principalmente visual, lo cual obliga a prestar mayor atención al diseño de la iluminación y a las condiciones ópticas de las personas, complemento vital para el control, en un porcentaje importante, de la fatiga laboral.

Las consecuencias de un buen complejo iluminativo repercuten favorablemente sobre las personas y reducen la fatiga y los índices de error y accidentalidad. En adición, influyen en el mejoramiento del rendimiento laboral (cantidad y calidad del trabajo) y por supuesto, en la productividad.

Además, un buen sistema de iluminación debe garantizar suficientes niveles, suministrar contrastes adecuados entre los distintos aspectos visuales de la tarea, controlar los deslumbramientos, reducir el riesgo de accidente y proveer confort visual.

En el diseño del sistema de iluminación deben considerarse los niveles de intensidad de luz que exige la tarea, el contraste entre el objeto de visión y el fondo y alrededores, el color que contribuye a crear un ambiente agradable, a aumentar o disminuir la reflexión de la luz, a resaltar peligros e identificar situaciones de inseguridad y generar actitudes de respuesta, y la selección de luminarias, con base en su eficiencia, facilidad de mantenimiento, costo y flexibilidad.

Controles para lugares con niveles de iluminación bajos



1. Limpiar ventanas y retirar los obstáculos que puedan impedir la entrada de rayos para aumentar la luz natural.
2. Mantener paredes, techos, fuentes de luz (lámparas, difusores, reflectores, etc.), libres de polvo para evitar reducciones en los niveles de iluminación.
3. Utilizar luminarias herméticas en áreas donde la contaminación es alta.
4. Elegir colores claros para obtener mayor reflexión.
5. Instalar lámparas con aberturas hacia el techo para aprovechar la luz reflejada e indirecta, en espacios interiores, lo cual produce un efecto confortable.
6. Fortalecer la iluminación puntual de los sitios de inspección o precisión y en aquellos donde se requiera señalar algún peligro.
7. Adecuar las instalaciones de tal modo que cada trabajador, individualmente, pueda manejar la iluminación que le corresponde según sus necesidades.

Racionalización de la energía

El uso eficiente de la energía es una necesidad económica y un compromiso con el ambiente y la vida futura. La norma Retilap colombiana establece las siguientes obligaciones:

1. Aprovechar al máximo la luz natural mediante la instalación de foto sensores que regulen la iluminación artificial en función de la cantidad de luz natural, o independizando los circuitos de las lámparas próximas a las ventanas o claraboyas.
2. Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y diferentes horarios.
3. Usar sistemas de control centralizado en grandes instalaciones, esto permite ahorrar energía mediante la adecuada gestión de la energía demandada y consumida, además de efectuar un registro y control sobre los eventos que afectan la calidad del servicio.
4. Instalar detectores de presencia temporizados en los lugares menos frecuentados (pasillos, servicios, almacenes, etc.). Instalar controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces en determinados horarios, esta acción constituye una fuente de ahorro importante.
6. Elegir siempre las fuentes de luz con mayor eficacia energética en función de las necesidades de iluminación.
7. Realizar un mantenimiento programado de la instalación, limpiando fuentes de luz y luminarias, reemplazando las bombillas en función de la vida útil indicada por los fabricantes.
8. Utilizar materiales traslúcidos difusos en grandes áreas, los cuales dejan pasar poco calor radiante para incrementar la contribución de luz natural.
9. Usar iluminación localizada (mayor que la general) en puestos de trabajo.

4.14 Iluminación artificial

Para definir la iluminación artificial; primero debe evaluarse si la actividad es de transcripción o de interacción con la pantalla directamente, si el empleado debe mirar el teclado; realizar lectura de documentos, en fin, observar hacia donde dirige la mirada el trabajador para desarrollar sus tareas. Estos sitios son los que deben iluminarse más, y los niveles varían dependiendo de las condiciones de nitidez, contraste, tiempo, edad y condiciones visuales del trabajador, así como del momento en que se realice cada actividad específica. El objetivo es lograr una iluminación uniforme dentro del campo visual.

La iluminación artificial se obtiene mediante lámparas ubicadas de forma que no generen brillos sobre las pantallas o la línea visual de los trabajadores, ni los haces de luz sean obstaculizados por el propio trabajador o por equipos u otros elementos.