

Investigaciones en

LA ILUMINACION EN EL AMBIENTE LABORAL

GUÍA PRÁCTICA

Nº 1

GERENCIA DE
PREVENCIÓN



Ministerio de
Trabajo, Empleo
y Seguridad Social

Presidencia de la Nación

SRT 
Superintendencia
de Riesgos del Trabajo

GUÍA PRÁCTICA SOBRE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

Introducción

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante. La luz es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean.

La mayor parte de la información que obtenemos a través de nuestros sentidos la obtenemos por la vista (cerca del 80%). Y al estar tan acostumbrados a disponer de ella, damos por supuesta su labor.

Ahora bien, no debemos olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano, como nuestro estado mental o nuestro nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean.

Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visuales son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etcétera.

La luz

Es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, manifestarse, etc. La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda (Fig. 1). En dicha figura puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780 nm (nanómetros).

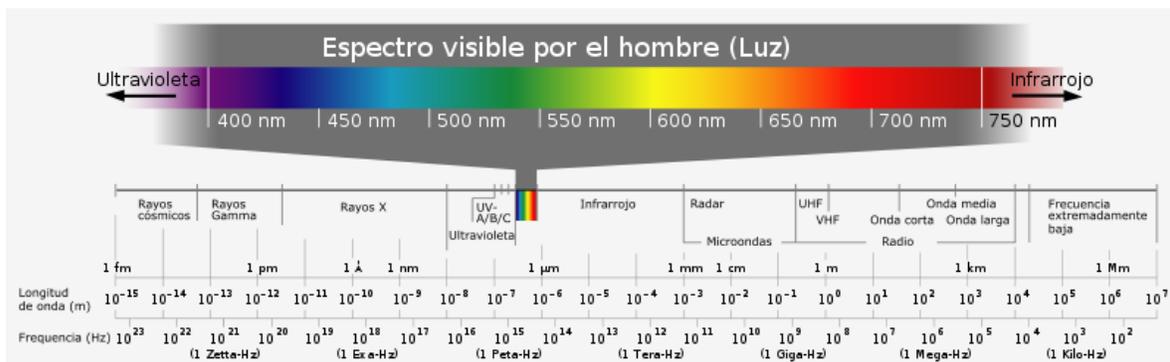


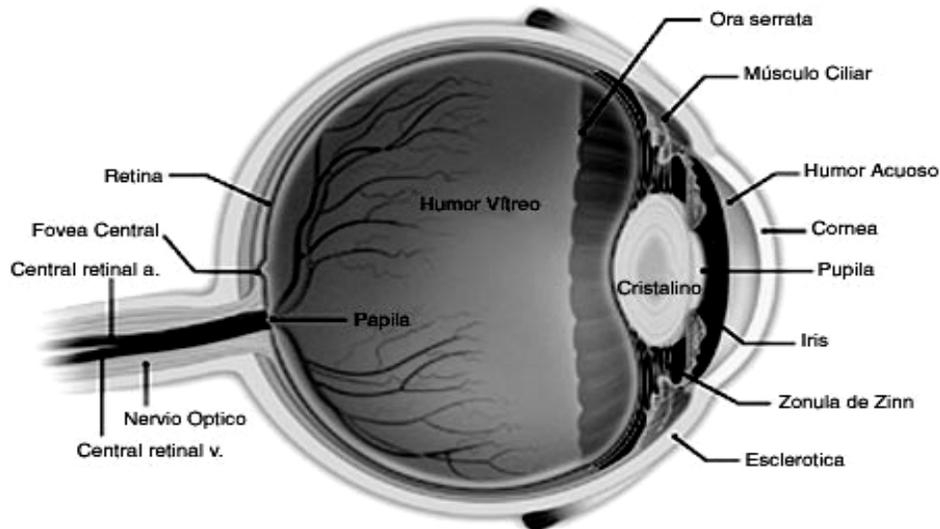
Fig. 1: Espectro electromagnético

Podemos definir pues la luz, como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

La visión

Es el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. El órgano encargado de realizar esta función es el ojo.

Sin entrar en detalles, el ojo humano (Fig. 2) consta de:



SECCION ESQUEMATICA DEL OJO

Fig. 2: Estructura del ojo humano

- Una pared de protección que protege de las radiaciones nocivas.
- Un sistema óptico cuya misión consiste en reproducir sobre la retina las imágenes exteriores. Este sistema se compone de córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.
- Un diafragma, el iris, que controla la cantidad de luz que entra en el ojo.
- Una fina película sensible a la luz, "la retina", sobre la que se proyecta la imagen exterior. En la retina se encuentran dos tipos de elementos sensibles a la luz: los conos y los bastones; los primeros son sensibles al color por lo que requieren iluminaciones elevadas y los segundos, sensibles a la forma, funcionan para bajos niveles de iluminación.
- También se encuentra en la retina la fóvea, que es una zona exclusiva de conos y en donde la visión del color es perfecta, y el punto ciego, que es la zona donde no existen ni conos ni bastones.
- En relación a la visión deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes:
 - Sensibilidad del ojo
 - Agudeza Visual o poder separador del ojo
 - Campo visual

Sensibilidad del ojo

Es quizás el aspecto más importante relativo a la visión y varía de un individuo a otro.

Si el ojo humano percibe una serie de radiaciones comprendidas entre los 380 y los 780 nm, la sensibilidad será baja en los extremos y el máximo se encontrará en los 555 nm.

En el caso de niveles de iluminación débiles esta sensibilidad máxima se desplaza hacia los 500 nm. (Fig. 3).

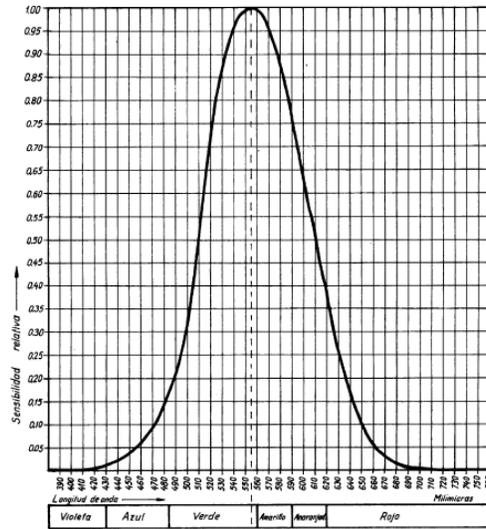


Fig. 3

La visión diurna con iluminación alta se realiza principalmente por los conos: a esta visión la denominamos fotópica (Fig. 4).

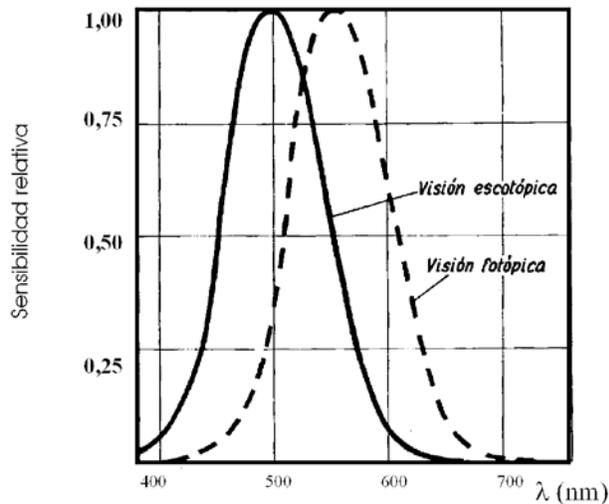


Fig. 4

La visión nocturna con baja iluminación es debida a la acción de los bastones, a esta visión la denominamos escotópica (Fig. 4).

Agudeza Visual o poder separador del ojo

Es la facultad de éste para apreciar dos objetos más o menos separados. Se define como el "mínimo ángulo bajo el cual se pueden distinguir dos puntos distintos al quedar separadas sus imágenes en la retina"; para el ojo normal se sitúa en un minuto la abertura de este ángulo. Depende asimismo de la iluminación y es mayor cuando más intensa es ésta.

Campo visual

Es la parte del entorno que se percibe con los ojos, cuando éstos y la cabeza permanecen fijos.

A efectos de mejor percepción de los objetos, el campo visual lo podemos dividir en tres partes:

- Campo de visión neta: visión precisa.
- Campo medio: se aprecian fuertes contrastes y movimientos.
- Campo periférico: se distinguen los objetos si se mueven.

Magnitudes y unidades

Si partimos de la base de que para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes que deberán conocerse serán las siguientes:

- El Flujo luminoso.
- La Intensidad luminosa.
- La Iluminancia o nivel de iluminación.
- La Luminancia.

La definición de cada una de estas magnitudes, así como sus principales características y las correspondientes unidades se dan en la Tabla 1.

Denominación	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Flujo luminoso	Φ	Lumen (lm)	Flujo luminoso de una fuente de radiación monocromática, con una frecuencia de 540×10^{12} Hertzio y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.	$\Phi = I \cdot \omega$
Rendimiento luminoso	H	Lumen por vatio (lm/W)	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia (1 vatio).	$\eta = \frac{\Phi}{W}$
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que irradia un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido unitario (1 estereorradián)	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Iluminancia	E	Lux (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de un m ²	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Candela por m ²	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie (1 m ²)	$L = \frac{I}{S}$

El flujo luminoso y la Intensidad luminosa

Son magnitudes características de las fuentes; el primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes.

Illuminancia

La iluminancia también conocida como nivel de iluminación, es la cantidad de luz, en lúmenes, por el área de la superficie a la que llega dicha luz.

$$\text{Unidad: lux} = \text{lm/m}^2 \text{ . Símbolo: E}$$

La cantidad de luz sobre una tarea específica o plano de trabajo, determina la visibilidad de la tarea pues afecta a:

- La agudeza visual
- La sensibilidad de contraste o capacidad de discriminar diferencias de luminancia y color
- La eficiencia de acomodación o eficiencia de enfoque sobre las tareas a diferentes distancias

Cuanto mayor sea la cantidad de luz y hasta un cierto valor máximo (límite de deslumbramiento), mejor será el rendimiento visual.

En principio, la cantidad de luz en el sentido de adaptación del ojo a la tarea debería especificarse en términos de luminancia. La luminancia de una superficie mate es proporcional al producto de la iluminancia o nivel de iluminación sobre dicha superficie.

La iluminancia es una consecuencia directa del alumbrado y la reflectancia constituye una propiedad intrínseca de la tarea. En una oficina determinada, pueden estar presentes muchas tareas diferentes con diversas reflectancias, lo que hace muy complicado tanto su estudio previo a la instalación, como sus medidas posteriores.

Pero la iluminancia permanece dependiendo sólo del sistema de alumbrado y afecta a la visibilidad. En consecuencia, para el alumbrado de oficinas, la cantidad de luz se especifica en términos de iluminancias y normalmente de la iluminancia media (E_{med}) a la altura del plano de trabajo.

Para medir la iluminancia se utiliza un equipo denominado luxómetro.

Luminancia

Es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada.

Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia. En la Fig. 5. el libro y la mesa tienen el mismo nivel de iluminación, sin embargo se ve con más claridad el libro porque éste posee mayor luminancia que la mesa.

Podemos decir pues, que lo que el ojo percibe son diferencias de luminancia y no de niveles de iluminación.

Grado de reflexión

La luminancia de una superficie no sólo depende de la cantidad de lux que incidan sobre ella, sino también del grado de reflexión de esta superficie. Una superficie negro mate absorbe el 100% de la luz incidente, una superficie blanco brillante refleja prácticamente en 100% de la luz.

Todos los objetos existentes poseen grados de reflexión que van desde 0% y 100%. El grado de reflexión relaciona iluminancia con luminancia.

Luminancia (Absorbida) = grado de reflexión x iluminancia (lux)

Distribución de la luz, deslumbramiento

Los factores esenciales en las condiciones que afectan a la visión son la distribución de la luz y el contraste de luminancias. Por lo que se refiere a la distribución de la luz, es preferible tener una buena iluminación general en lugar de una iluminación localizada, con el fin de evitar deslumbramientos.

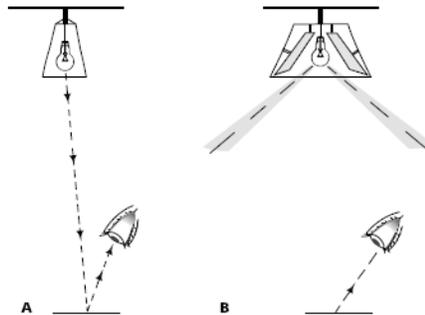


Fig. 6

- a) Reflejos cegadores causados por apliques con un fuerte componente descendente de flujo luminoso.
- b) Luminarias con distribución de "ala de murciélago" para eliminar los reflejos cegadores sobre una superficie de trabajo horizontal.

La distribución de la luz de las luminarias también puede provocar un deslumbramiento directo y, en un intento por resolver este problema, es conveniente instalar unidades de iluminación local fuera del ángulo prohibido de 45 grados, como puede verse en la figura 7.

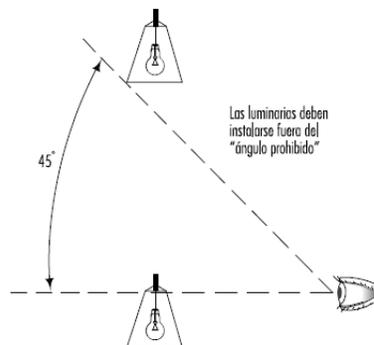


Fig. 7

Por esta razón los accesorios eléctricos deben distribuirse lo más uniformemente posible con el fin de evitar diferencias de intensidad luminosa.

El deslumbramiento puede ser directo (cuando su origen está en fuentes de luz brillante situadas directamente en la línea de la visión) o reflejado (cuando la luz se refleja en superficies de alta reflectancia).

Cuando existe una fuente de luz brillante en el campo visual se producen brillos deslumbrantes; el resultado es una disminución de la capacidad de distinguir objetos. Los trabajadores que sufren los efectos del deslumbramiento constante y sucesivamente pueden sufrir fatiga ocular, así como trastornos funcionales, aunque en muchos casos ni siquiera sean conscientes de ello.

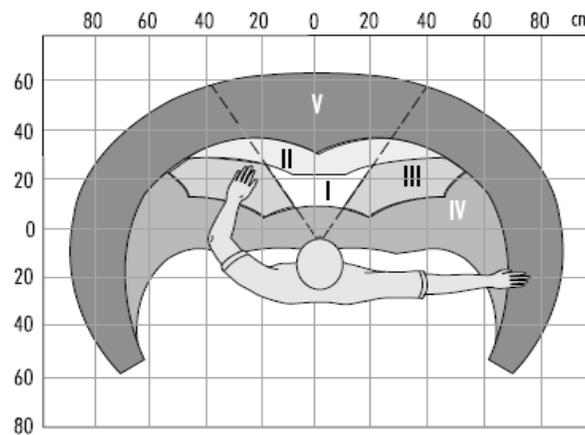
Factores que afectan a la visibilidad de los objetos

El grado de seguridad con que se ejecuta una tarea depende, en gran parte, de la calidad de la iluminación y de las capacidades visuales. La visibilidad de un objeto puede resultar alterada de muchas maneras. Una de las más importantes es el contraste de luminancias debido a factores de reflexión a sombras, o a los colores del propio objeto y a los factores de reflexión del color. Lo que el ojo realmente percibe son las diferencias de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes del mismo objeto.

La luminancia de un objeto, de su entorno y del área de trabajo influye en la facilidad con que puede verse un objeto.

Por consiguiente, es de suma importancia analizar minuciosamente el área donde se realiza la tarea visual y sus alrededores.

Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador. Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. Podemos establecer cinco zonas en el área de trabajo.



ZONAS VISUALES EN LA ORGANIZACION DEL ESPACIO DE TRABAJO

	Movimientos de trabajo	Esfuerzo visual
Gama I	Movimientos frecuentes, implican que se emplea mucho tiempo	Gran esfuerzo visual
Gama II	Movimientos menos frecuentes	Esfuerzo visual frecuente
Gama III	Implican poco tiempo	La información visual no es importante
Gama IV	Aún menos frecuentes, poco tiempo	No requiere un esfuerzo visual en particular
Gama V	Deben evitarse	Debe evitarse

Un factor adicional es el intervalo de tiempo durante el que se produce la visión. El tiempo de exposición será mayor o menor en función de si el objeto y el observador están estáticos, o de si uno de ellos o ambos se están movimiento.

La capacidad del ojo para adaptarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos también puede influir considerablemente en la visibilidad.

Factores que determinan el confort visual

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son,

- Iluminación uniforme.
- Iluminancia óptima.
- Ausencia de brillos deslumbrantes.
- Condiciones de contraste adecuadas.
- Colores correctos.
- Ausencia de efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la movilidad del trabajador etcétera. La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa.

El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma y la posición de los objetos situados en el puesto de trabajo. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras.

El mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado es muy importante. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una constante pérdida de luz. Por esta razón, es importante elegir lámparas y sistemas fáciles de mantener.

Medición

El método de medición que frecuentemente se utiliza, es una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0.8 metros sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. En la precisión de la iluminancia media influye el número de puntos de medición utilizados.

Existe una relación que permite calcular el número mínimos de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$\text{Índice de local} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de Montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

Aquí el largo y el ancho, son las dimensiones del recinto y la altura de montaje es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo.

La relación mencionada se expresa de la forma siguiente:

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (x+2)^2$$

Donde “x” es el valor del índice de local redondeado al entero superior, excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

Una vez que se obtuvo el número mínimo de puntos de medición, se procede a tomar los valores en el centro de cada área de la grilla.

Cuando en recinto donde se realizara la medición posea una forma irregular, se deberá en lo posible, dividir en sectores cuadrados o rectángulos.

Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{\sum \text{valores medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}}$$

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, en su tabla 2, según el tipo de edificio, local y tarea visual.

En caso de no encontrar en la tabla 2 el tipo de edificio, el local o la tarea visual que se ajuste al lugar donde se realiza la medición, se deberá buscar la intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual en la tabla 1 y seleccionar la que más se ajuste a la tarea visual que se desarrolla en el lugar.

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV

$$E \text{ Mínima} \geq \frac{E \text{ Media}}{2}$$

Donde la iluminancia Mínima (E Mínima), es el menor valor detectado en la medición y la iluminancia media (E Media) es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

Si se cumple con la relación, indica que la uniformidad de la iluminación está dentro de lo exigido en la legislación vigente.

La tabla 4, del Anexo IV, del Decreto 351/79, indica la relación que debe existir entre la iluminación localizada y la iluminación general mínima.

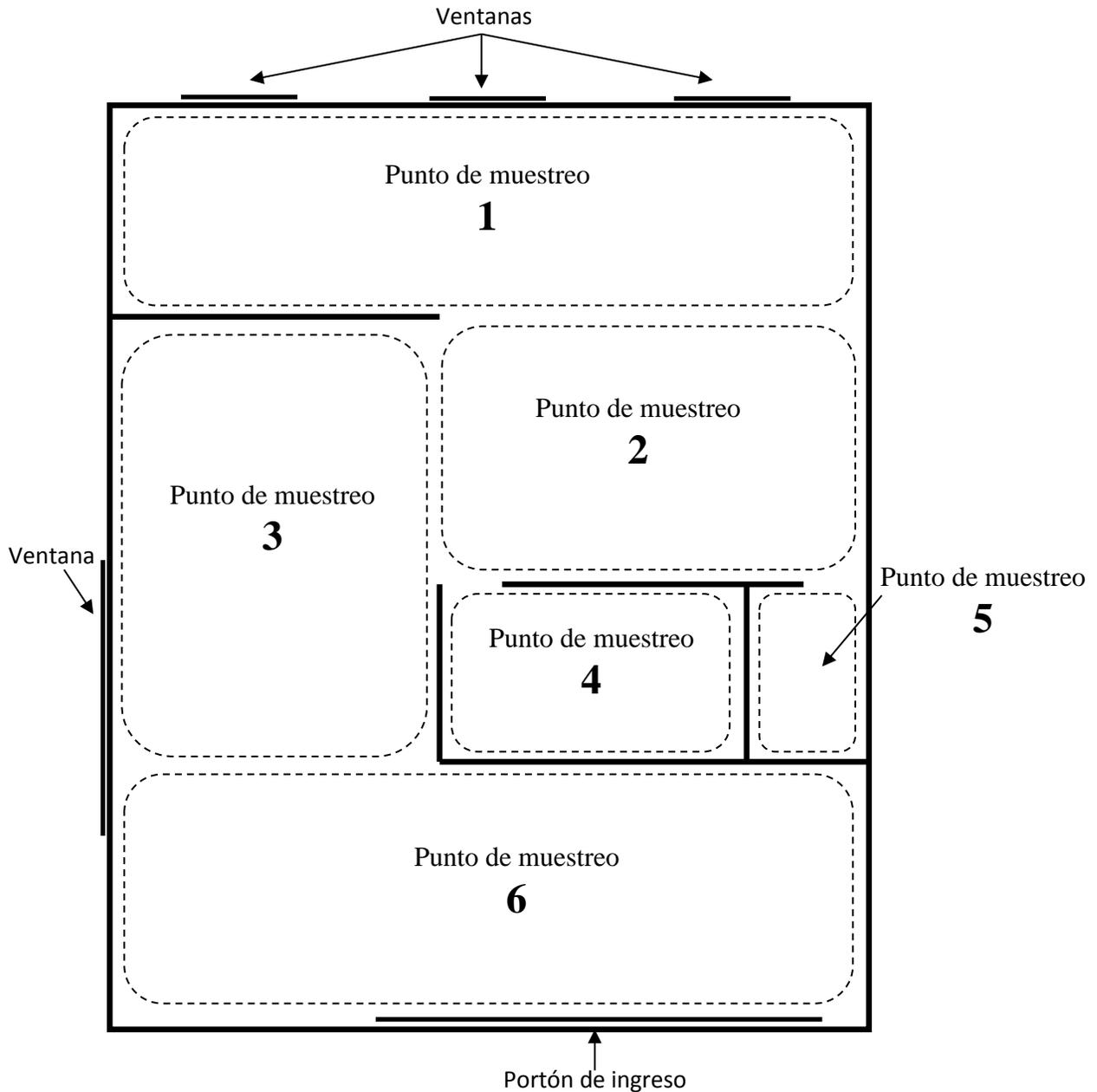
Tabla 4
Iluminación general Mínima
(En función de la iluminancia localizada)
(Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)

Localizada	General
250 lx	125 lx
500 lx	250 lx
1.000 lx	300 lx
2.500 lx	500 lx
5.000 lx	600 lx
10.000 lx	700 lx

Esto indica que si en el puesto de trabajo existe una iluminación localizada de 500lx, la iluminación general deberá ser de 250lx, para evitar problemas de adaptación del ojo y provocar accidentes como caídas golpes, etc.

Ejemplo práctico.

Se realiza un relevamiento del nivel de iluminación, en un establecimiento dedicado a la fabricación de sillas y mesas de madera (carpintería), como primer paso tomamos un plano existente o confeccionamos un plano o croquis del establecimiento, lo divididos en zonas a las que llamaremos “punto de muestreo”, individualizándolas con un número correlativo.



Luego tomamos cada punto de muestreo y realizamos un croquis con las medidas del mismo. Luego indicamos el sector, sección, puesto o puesto tipo (en nuestro ejemplo medimos la iluminación general de los puntos de muestreo).

La metodología utilizada es la de la cuadrícula o también llamada grilla. Para realizar las mediciones se deben tener en cuenta los turnos de trabajo que se realizan en el establecimiento, en nuestro caso, a la tarde y en horas de la noche.

Mediciones hipotéticas realizadas a la tarde.

Punto de muestreo 1: Producción, aquí se encuentran distintas máquinas como, sierras, tupi, garlopa, lijadora de banda entre otras.

Las dimensiones del punto de muestreo son las siguientes:

Largo 10 metros

Ancho 40 metros

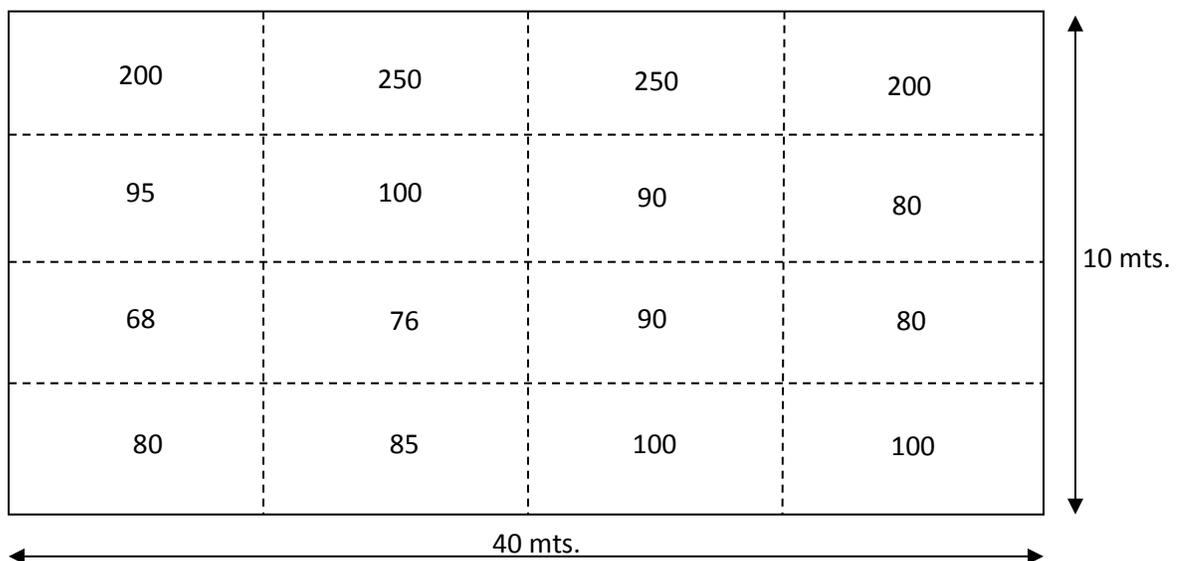
Altura de montaje de las luminarias 4 metros medidos desde el piso.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$\text{Índice de local} = \frac{10\text{mts.} \times 40\text{mts.}}{4\text{mts.} \times (10\text{mts.} + 40\text{mts.})} = 2$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (2+2)^2 = 16$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{200 + 250 + 250 + 200 + 95 + 100 + 90 + 80 + 68 + 76 + 90 + 80 + 80 + 85 + 100 + 100}{16} = 121,5 \text{ Lux}$$

Entonces, para verificar que el valor calculado cumple con el mínimo requerido por la legislación vigente, ingreso en el Anexo IV, del Decreto 351/79 y en su tabla 2 (intensidad mínima de iluminación), se busca si existe el tipo de edificio, local y tarea visual, donde tome la medición, en nuestro caso es una maderera, carpintería, zona de bancos y maquinas, donde la legislación exige, que el valor mínimo de servicio de iluminación es de 300 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 121,5 lux, por lo que no cumple con la legislación vigente.

Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$68 \geq \frac{121,5}{2} \Rightarrow 68 \geq 60,75$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 68 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 60,75.

Punto de muestreo 2: Producción, aquí se encuentran distintas máquinas como, tupi, garlopa, entre otras.

Las dimensiones del punto de muestreo son las siguientes:

Largo 15 metros.

Ancho 22 metros.

Altura de montaje de las luminarias 4 metros, medidos desde el piso.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado

$$\text{Índice de local} = \frac{15\text{mts.} \times 22\text{mts.}}{4\text{mts.} \times (15\text{mts.} + 22\text{mts.})} = 2,23$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (3+2)^2 = 25$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada, como mínimo deberá ser de 25 cuadrados o rectángulos, en este

caso, debido a las medidas se tomaron 27, lo cual hace que el valor obtenido de la medición sea más precisa.

200	100	250	200	80	100	80	80	84
95	250	90	80	85	80	90	80	90
82	76	250	80	100	95	95	80	91

22 mts.

15 mts.

Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{200+95+82+100+250+76+250+90+250+200+80+80+80+85+100+100+80+95+80+90+95+80+80+80+84+90+91}{27} = 113,44 \text{ Lu}$$

Entonces, ingreso en el Anexo IV del Decreto 351/79 en su tabla 2 (intensidad mínima de iluminación), buscamos el tipo de edificio, local y tarea visual, en nuestro caso es maderera carpintería, zona de bancos y maquinas, donde exige que el valor mínimo de servicio de iluminación es de 300 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 113,44 lux, por lo que no cumple con la legislación vigente.

Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$76 \geq \frac{113,44}{2} \Rightarrow 76 \geq 56,72$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 76 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 56.

Punto de muestreo 3: Producción, se realiza el armado y el control de calidad de los productos.

Las dimensiones del punto de muestreo son las siguientes:

Largo 18 metros

Ancho 25 metros

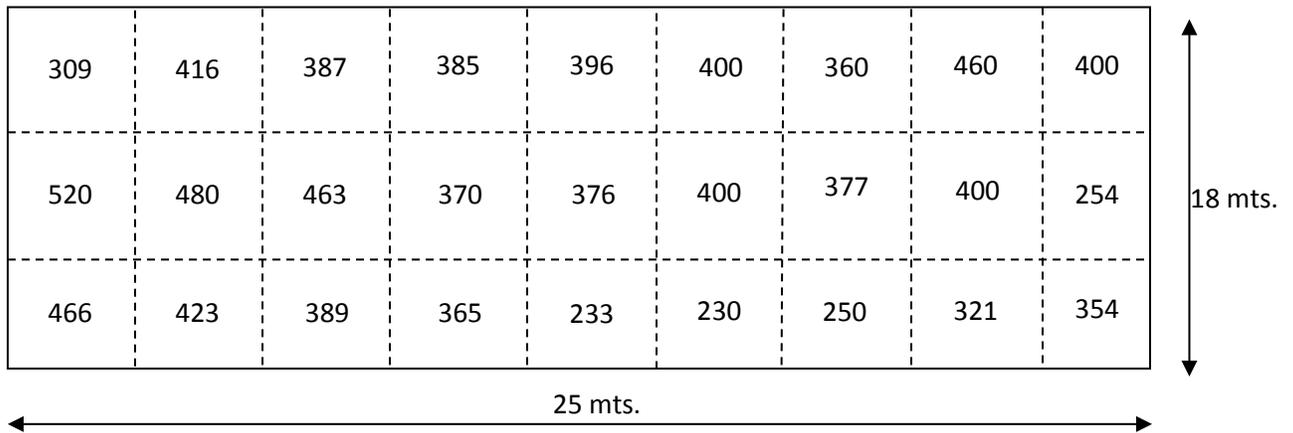
Altura de montaje de las luminarias 4 metros, medidas desde el piso.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado

$$\text{Índice de local} = \frac{18\text{mts.} \times 25\text{mts.}}{4\text{mts.} \times (18\text{mts.} + 25\text{mts.})} = 2,61$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (3+2)^2 = 25$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{309+520+466+416+480+423+387+463+389+385+370+365+396+376+233+400+400+230+360+377+250+460+400+321+400+254+354}{27} = 377 \text{ Lux}$$

Entonces, ingreso en el Anexo IV del Decreto 351/79 en su tabla 2 (intensidad mínima de iluminación), buscamos el tipo de edificio, local y tarea visual, en nuestro caso es maderera manufactura de muebles, armado y terminación, donde exige que el valor mínimo de servicio de iluminación es de 400 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 377 lux, por lo que no cumple con la legislación vigente.

Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$230 \geq \frac{377}{2} \Rightarrow 230 \geq 188,5$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 230 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 188,5.

Punto de muestreo 4: Oficina de administración.

Las dimensiones de este punto de muestreo son:

Largo 10 metros.

Ancho 15 metros.

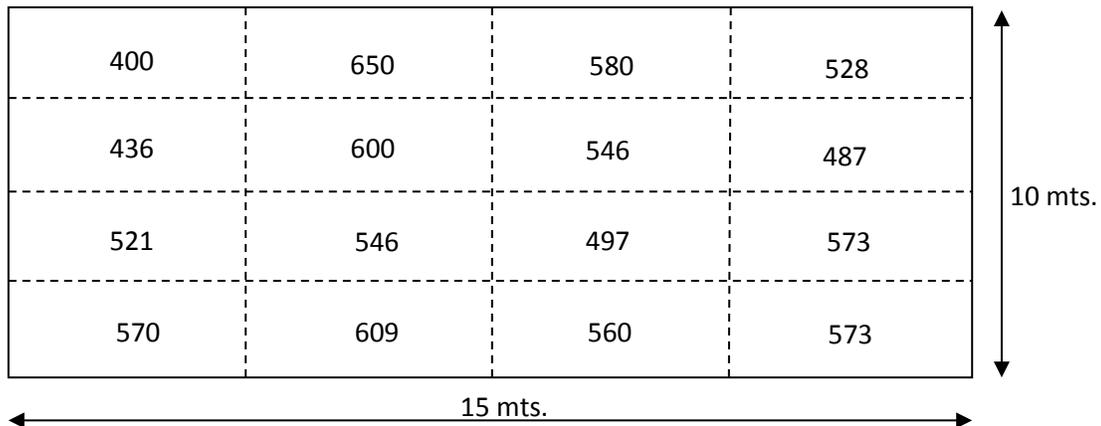
Altura de montaje de las luminarias 3,5 metros, medidos desde el piso.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado

$$\text{Índice de local} = \frac{10\text{mts.} \times 15\text{mts.}}{3,5\text{mts.} \times (10\text{mts.} + 15\text{mts.})} = 1,71$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (2+2)^2 = 16$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{400+436+521+570+650+600+546+609+580+546+497+560+528+487+573+573}{16} = 542\text{Lux}$$

Entonces, ingreso en el Anexo IV del Decreto 351/79 en su tabla 2 (intensidad mínima de iluminación), buscamos el tipo de edificio, local y tarea visual, en nuestro caso es maderera y no existe oficina administrativa, por lo que de ir a la tabla 1, (intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual) de la cual se selecciona tareas moderadamente críticas y prolongadas con detalles medianos, lo cual exige que el valor

mínimo de servicio de iluminación este comprendido entre 300 - 750 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 542 lux, por lo que cumple con la legislación vigente. Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$400 \geq \frac{542}{2} \Rightarrow 400 \geq 271$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 400 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 271.

Punto de muestreo 5: sanitarios y vestuarios.

Las dimensiones son:

Largo 6 metros.

Ancho 10 metros.

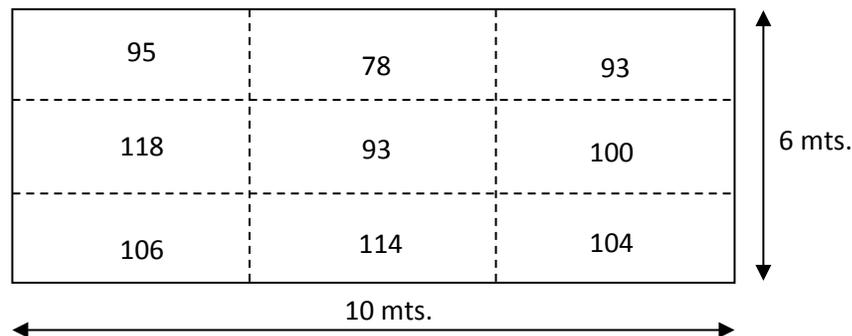
Altura de montaje de las luminarias 4 metros, medidos desde el piso.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado

$$\text{Índice de local} = \frac{6\text{mts.} \times 10\text{mts.}}{4\text{mts.} \times (6\text{mts.} + 10\text{mts.})} = 0,93$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (1+2)^2 = 9$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{95 + 118 + 106 + 78 + 93 + 114 + 93 + 100 + 104}{9} = 100,11 \text{ lux}$$

Al no encontrar baños o vestuario en maderera en la tabla 2 entonces, debo ingresar en el Anexo IV del Decreto 351/79 en su tabla 1 (intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual), se busca la clase de tarea visual, en nuestro caso el valor mínimo es de 100 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 100,11 lux, por lo que cumple con la legislación vigente.

Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$93 \geq \frac{100,11}{2} \Rightarrow 93 \geq 50$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 93 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 50.

Punto de muestreo 6: Depósito.

Las dimensiones que posee son:

Largo 15 metros.

Ancho 40 metros.

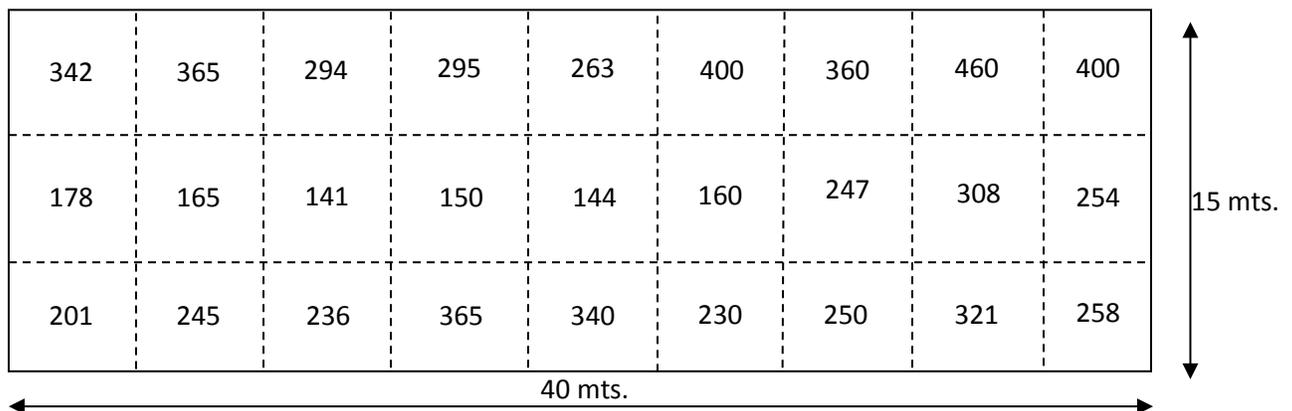
Altura de montaje de las luminarias 4 metros.

Calculamos el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado

$$\text{Índice de local} = \frac{15\text{mts.} \times 40\text{mts.}}{4\text{mts.} \times (15\text{mts.} + 40\text{mts.})} = 2,72$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (3+2)^2 = 25$$

Croquis Aproximado del local donde, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E \text{ Media} = \frac{342+178+201+365+165+245+294+141+236+295+150+365+263+144+340+400+160+230+360+247+250+460+308+321+400+254+258}{27} = 273 \text{ Lux}$$

Entonces, ingreso en el Anexo IV del Decreto 351/79 en su tabla 2 (intensidad mínima de iluminación), buscamos el tipo de edificio, local y tarea visual, en nuestro caso es maderera carpintería, iluminación general, donde exige que el valor mínimo de servicio de iluminación es de 100 lux y el promedio de iluminación obtenida (E media) es de 273 lux, por lo que cumple con la legislación vigente.

Luego se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según lo requiere el Anexo IV, Dec. 351/79.

$$141 \geq \frac{273}{2} \Rightarrow 141 \geq 136,5$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad de la iluminación se ajusta a la legislación vigente, ya que 141 (valor de iluminancia más bajo) es mayor que 136,5.

Ahora se debe realizar la medición en horas de la noche para que la medición sea representativo de lo ocurre en el establecimiento y completar el protocolo de uso obligatorio, según la Resolución SRT N° 84/2012

Por último tener en cuenta que sólo es posible prevenir eficazmente un riesgo cuando se han reconocido su naturaleza, sus efectos y se le atribuye la atención que merece, es decir el conocimiento de los riesgos y sus consecuencias. Numerosos accidentes de trabajo siguen sucediendo debido a que riesgos antiguos y reconocidos desde hace mucho tiempo, se ignoran, se conocen mal o se subestiman. Uno de los obstáculos con que se tropieza constantemente en la lucha contra riesgos profesionales reside no tanto en las dificultades inherentes a la complejidad de los problemas abordados como en la indiferencia y el hábito al riesgo de lo que afrontan cotidianamente o de los que omiten prever las medidas de protección necesarias.

Pero para prevenir los riesgos, primero hay que determinarlos, analizarlos, prever medidas eficaces de higiene y seguridad, aplicarlas y medir sus efectos; por lo tanto la incorporación de la obligatoriedad del uso de protocolos estandarizados a la legislación, son indispensables para el mejoramiento real y constante de la situación de los trabajadores ante estos contaminantes y son la mejor herramienta posible para otorgarle a los resultados obtenidos de las mediciones, confiabilidad, claridad, fácil interpretación y en los casos donde los resultados de las mediciones arrojen que no se cumple con la legislación vigente, que un sistema de recomendaciones más un plan de acción para lograr adecuar el ambiente de trabajo y con el tiempo se retroalimente generando una mejora continua.

De este modo, se les brindará una solución sustentable en el tiempo que tienda a mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo; que se utilicen como instrumento para tomar decisiones y así preservar la vida y la salud de los trabajadores.

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

(1) Razón Social: **CARPINTERIA FIRME S.R.L.**

(2) Dirección: **SAN MARTIN 28432**

(3) Localidad: **VILLA TESEI**

(4) Provincia: **BUENOS AIRES**

(5) C.P.: **1597** (6) C.U.I.T.: **31-28368175-0**

(7) Horarios/Turnos Habituales de Trabajo: **PRODUCCIÓN: TRES TURNOS DE 8 Hs. CADA UNO (06:00 Hs. A 14:00 Hs. /// 14:00 Hs. A 20:00 Hs. /// 20:00 Hs. A 06:00 Hs.) Y ADMINISTRACIÓN UN TURNO DE 8 Hs. (09:00 Hs. A 17:00 Hs.).**

Datos de la Medición

(8) Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: **LIGHT METER LUX 840006**

(9) Fecha de Calibración del Instrumental utilizado en la medición: **15/09/2011**

(10) Metodología Utilizada en la Medición: **SE UTILIZO EL METÓDO DE LA GRILLA O CUADRICULA.**

(11) Fecha de la Medición:
24 / 08 / 2011

(12) Hora de Inicio: **15:00 Hs.**

(13) Hora de Finalización: **22:30 Hs.**

(14) Condiciones Atmosféricas: **DURANTE LAS MEDICIONES EFECTUADAS A LAS 15:00 Hs. LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS EREAN LAS SIGUIENTES: DESPEJADO, TEMPERATURA 19 °C, VISIBILIDAD 10 Km. Y DURANTE LA MEDICIONES EFECTUADAS A LAS 21:00 Hs. LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS ERAN LAS SIGUIENTES: DESPEJADO, TEMPERATURA 10 °C, VISIBILIDAD 10 Km.**

Documentación que se Adjuntará a la Medición

(15) Certificado de Calibración.

(16) Plano o Croquis del establecimiento.

(17) Observaciones: **LA EMPRESA SE ENCUENTRA TRABAJAJANDO A UN 85 % APROXIMADAMENTE DE SU CAPACIDAD DESDE HACE UN AÑO, POR LO QUE SE TOMA QUE SON LAS CONDICIONES HABITUALES DE TRABAJO. LA MEDICIÓN SE REALIZO EN DOS HORARIOS DISTINTOS TENIENDO EN CUENTA LOS TURNOS DE TRABAJO QUE POSEE EL ESTABLECIMIENTO. PARA OBTENER UNA VERDADERA SITUACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN EN LA EMPRESA.**

Hoja 1/3

.....
Firma, Aclaración y Registro del Profesional Interviniente

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

⁽¹⁸⁾ Razón Social: CARPINTERIA FIRME S.R.L.	⁽¹⁹⁾ C.U.I.T.: 31-28368175-0
⁽²⁰⁾ Dirección: SAN MARTIN 28432	⁽²¹⁾ Localidad: VILLA TESEI
	⁽²²⁾ CP: 1597
	⁽²³⁾ Provincia: BUENOS AIRES

Datos de la Medición

Punto de Muestreo	(24) Hora	(25) Sector	(26) Sección / Puesto / Puesto Tipo	(27) Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	(28) Tipo de Fuente Lumínica: Incandescente / Descarga / Mixta	(29) Iluminación: General / Localizada / Mixta	(30) Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media)/2	(31) Valor Medido (Lux)	(32) Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79
1	15:00	PRODUCCIÓN	CORTE Y LIJADO	MIXTA	DESCARGA	GENERAL	68 ≥ 60,75	121,5 Lux	300 Lux
2	15:45	PRODUCCIÓN	CORTE	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	76 ≥ 56,72	113,4 lux	300 Lux
3	16:15	PRODUCCIÓN	ARMADO Y CALIDAD	MIXTA	DESCARGA	GENERAL	230 ≥ 188,5	377 Lux	400 Lux
4	16:50	OFICINA ADMINISTRACIÓN	OFICINA ADMINISTRACIÓN	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	400 ≥ 271	542 Lux	300 - 750 Lux
5	17:10	BAÑOS Y VESTUARIOS	-----	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	93 ≥ 50	100 Lux	100 Lux
6	17:20	DEPOSITO DE MUEBLES	-----	MIXTA	DESCARGA	GENERAL	141 ≥ 136	273 Lux	100 Lux
7	20:00	PRODUCCIÓN	CORTE Y LIJADO	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	68 ≥ 52,5	105 Lux	300 Lux
8	20:30	PRODUCCIÓN	CORTE	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	76 ≥ 49	98 Lux	300 Lux
9	21:00	PRODUCCIÓN	ARMADO Y CALIDAD	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	230 ≥ 176,5	353 Lux	300 Lux
10	21:30	OFICINA ADMINISTRACIÓN	OFICINA ADMINISTRACIÓN	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	400 ≥ 260	520 Lux	300 - 750 Lux
11	21:45	BAÑOS Y VESTUARIOS	-----	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	93 ≥ 50	100 Lux	100 Lux
12	22:05	DEPOSITO DE MUEBLES	-----	ARTIFICIAL	DESCARGA	GENERAL	141 ≥ 136	273 Lux	100 Lux

⁽³³⁾ Observaciones: **LAS MEDICIONES SE REALIZARÁN EN LOS HORARIOS DE LA TARDE Y DE LA NOCHE, TENIENDO EN CUENTA LOS TURNOS DE TRABAJO QUE POSEE EL ESTABLECIMIENTO. EN LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN NO SE REALIZO MEDICIÓN NOCTURNA DADO QUE EN ESTA ÁREA SOLO REALIZAN UN TURNO DE TRABAJO.**

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

⁽³⁴⁾ Razón Social: CARPINTERIA FIRMES.R.L.	⁽³⁵⁾ C.U.I.T.: 31-28368175-0		
⁽³⁶⁾ Dirección: SAN MARTIN 28432	⁽³⁷⁾ Localidad: VILLA TESEI	⁽³⁸⁾ CP: 1597	⁽³⁹⁾ Provincia: BUENOS AIRES

Análisis de los Datos y Mejoras a Realizar

⁽⁴⁰⁾ Conclusiones.	⁽⁴¹⁾ Recomendaciones para adecuar el nivel de iluminación a la legislación vigente.
<p>SE OBSERVO QUE EN TODO EL ESTABLECIMIENTO LOS VALORES DE LA UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIA ES LA CORRECTA; EN EL SECTOR PRODUCCIÓN, EN LAS SECCIONES DE CORTE Y LIJADO, LOS VALORES MEDIDOS DE ILUMINANCIA NO CUMPLEN LO REQUERIDO LEGALMENTE Y SE OBSERVO PROBLEMAS DE DESLUMBRAMIENTOS EN LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN.</p>	<p>SE RECOMIENDA A LA EMPRESA, CAMBIAR LAS LAMPARAS QUEMADAS Y AGOTADAS POR NUEVAS Y EFECTUAR UN NUEVO RELEVAMIENTO PARA VERIFICAR QUE SE CUMPLA CON LA LEGISLACIÓN VIGENTE; ADEMÁS PONER EN MARCHA UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE TODAS LAS LUMINARIAS QUE INCLUYA TAMBIEN LA LIMPIEZA DE LAS MISMAS.</p>

Aspectos a considerar del sistema de iluminación.

- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de iluminación.
- Seguir un programa de limpieza y recambio de luminarias quemadas.
- Verificar que la distribución y orientación de las luminarias sea la adecuada.
- Verificar en forma periódica el buen funcionamiento del sistema de iluminación de emergencia.
- Evitar el deslumbramiento directo o reflejado.
- Controlar si existe dificultad en la percepción visual.
- Observar que las sombras y los contrastes sean los adecuados.
- Que los colores que se emplean sean los adecuados para la identificación de objetos.

Factores a tener en cuenta al momento de la medición

Cuando se efectúa un relevamiento de niveles de iluminación a partir de la medición de iluminancias, es conveniente tener en cuenta los puntos siguientes:

- El luxómetro debe estar correctamente calibrado.
- Prácticamente la totalidad de los fabricantes de instrumentos indican una calibración anual, la que debe incluir el control de la respuesta espectral y la corrección a la ley coseno.
- El instrumento debe ubicarse de modo que registre la iluminancia que interesa medir. Ésta puede ser horizontal (por ej. para determinar el nivel de iluminancia media en un ambiente) o estar sobre una superficie inclinada (un tablero de dibujo).
- La medición se debe efectuar en la peor condición o en una condición típica de trabajo.
- Se debe medir la iluminación general y por cada puesto de trabajo o por un puesto tipo.
- Planificar las mediciones según los turnos de trabajo que existan en el establecimiento.
- Debe tenerse siempre presente cuál es el plano de referencia del instrumento, el que suele marcarse directamente sobre la fotocelda o se indica en su manual.
- Se debe tener especial cuidado en excluir de la medición aquellas fuentes de luz que no sean de la instalación. Asimismo, deben evitarse sombras sobre el sensor del luxómetro.
- En el caso de instalaciones con lámparas de descarga, es importante que éstas se enciendan al menos veinte minutos antes de realizar la medición, para permitir una correcta estabilización.
- Suele ser importante registrar el valor de la tensión de alimentación de las lámparas.
- En instalaciones con lámparas de descarga nuevas, éstas deben estabilizarse antes de la medición, lo que se logra luego de entre 100 y 200 horas de funcionamiento.

Bibliografía

1. Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo, de salud y seguridad en el trabajo. -- 3ra. ed. -- Madrid: España. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998.
2. Riesgos del ambiente físico de trabajo. Autores: Nora Escobar, Julio Cesar Nefa y Víctor Vera Pintos – Buenos Aires: Argentina. PIETTE-CONICET, 1997.
3. Ing. Pablo Ixtaina, Investigador y director del Laboratorio de Acústica y Luminotecnia LAL, Comisión de Investigaciones Científicas C.I.C.-PBA;
www.cic.gba.gov.ar/lal/index.htm
4. Norma Técnica Española, NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo -- Madrid: España.