

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA

UNIDAD DE POST GRADO

**Calidad de iluminación en ambientes de trabajo de la
Dirección General de Salud Ambiental**

TESIS

para optar el grado académico de Magíster en Salud Ocupacional y Ambiental

AUTOR

Anacleto Victorio Herrera

Lima –Perú

2007

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones y haberme permitido alcanzar una meta en mi vida profesional.

A mi asesor Dr. Hernán Sanabria Rojas, por su invaluable tiempo y orientación.

Mil gracias a las personas que apoyaron en la elaboración de este trabajo.

A mis padres
y hermanos.

A mis maestros por sus
enseñanzas.

A mi esposa Elena,
a mis hijas
Karim, Zully y Erika.

INDICE GENERAL

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.1 Planteamiento del problema.....	6
1.2 Descripción de puestos de trabajo.....	8
1.3 Actividades ocupacionales.....	15
1.4 Delimitación del problema.....	18
1.5 Formulación del problema.....	20
1.6 Objetivos del estudio.....	21
1.6.1 Objetivo general.....	21
1.6.2 Objetivos específicos.....	21
1.7 Justificación del estudio.....	21
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	23
2.1 Antecedentes del estudio.....	23
2.2 Base teórica.....	28
2.2.1 La luz natural.....	28
2.2.2 Utilidad de la luz natural.....	30
2.2.3 Teoría de la luz.....	32
2.2.4 Historia de la luz artificial.....	34
2.2.5 Influencia de la luz en la persona.....	37
2.2.6 La iluminación en ambientes de trabajo.....	41
2.2.7 Guía de higiene visual en el trabajo.....	47
2.2.8 Diseño de proyectos de iluminación.....	49
2.3 Definiciones.....	52
CAPITULO III MATERIAL Y METODO.....	60
3.1 Lugar de investigación.....	60
3.2 Población o universo.....	60
3.3 Unidad de muestreo y análisis.....	61
3.4 Tipo de muestreo.....	61
3.5 Marco muestral.....	61
3.6 Variable.....	62
3.7 Diseño.....	62

3.8	Materiales e instrumentos.....	62
3.9	Procedimientos.....	63
3.10	Procesamiento y análisis de datos.....	65
CAPITULO IV RESULTADOS		66
4.1	Cantidad de iluminación.....	66
4.2	Uniformidad de iluminación.....	67
4.3	Mantenimiento de equipos.....	67
4.4	Costos de iluminación.....	67
4.5	Calidad de iluminación.....	68
4.6	Ocupaciones más expuestas.....	68
CAPITULO IV DISCUSIÓN.....		69
5.1	Cantidad de iluminación.....	69
5.2	Uniformidad de iluminación.....	72
5.3	Mantenimiento de equipos.....	73
5.4	Costo de iluminación.....	73
5.5	Calidad de iluminación.....	74
5.6	Ocupaciones más expuestas.....	75
CAPITULO V CONCLUSIONES.....		76
CAPITULO VII RECOMENDACIONES.....		78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		80
ANEXOS.....		85
TABLAS.....		86
FIGURAS.....		127

INDICE DE TABLAS

01.	Diagnóstico de condiciones de iluminación.....	87
02	Altura de suspensión de luminarias.....	88
03	Fórmulas de calculo de índice de local.....	89
04	Factor de reflexión.....	90
05	Factor de utilización en función de índice de local.....	91
06	Valores de separación de espacio entre luminarias.....	92
07	Parámetro de subvariables.....	93
08	Calidad de iluminación - método matriz difusa relacional.....	94
09	Costos de iluminación.....	95
10	Matriz de variables.....	96
11	Matriz de ecuaciones lineales.....	97
12	Cantidad de iluminación.....	98
13	Factor de uniformidad.....	99
14	Factor de mantenimiento.....	100
15	Condición de limpieza de ambientes.....	101
16	Calidad de iluminación método de ecuaciones.....	102
17	Cantidad de iluminación (método de matriz difusa relacional)	103
18	Factor de uniformidad (método matriz difusa relacional).....	104
19	Factor de mantenimiento (método matriz difusa relacional).....	105
20	Calidad de iluminación (método matriz difusa relacional).....	106
21	Estimación de factor riesgo.....	107
22	Acciones de control de riesgo iluminación.....	108
23	Matriz de datos de campo.....	109
24	Parámetro de niveles de iluminación.....	113
25	Niveles de iluminación en ambientes de trabajo.....	114
26	Niveles mínimos de iluminación sector vivienda -Perú.....	123
27	Niveles de iluminación norma alemana.....	124
28	Niveles de iluminación –norma Argentina.....	125
29	Ocupaciones mas expuestas	126

INDICE DE FIGURAS

01	Energías radiantes.....	128
02	Planos de luminarias y de trabajo.....	129
03	Malla de distribución de luminarias	130
04	Análisis de factor riesgo iluminación.....	131
05	Cantidad de iluminación.....	132
06	Factor de uniformidad.....	133
07	Factor de mantenimiento.....	134
08	Costos de iluminación.....	135
09	Ocupaciones más expuestas	136

RESUMEN

Fundamento: Las personas están expuestas al factor riesgo iluminación en el trabajo. En el Perú no hay estudios sobre iluminación en el trabajo, poco se conoce con relación a la prevención de riesgos, requiere hacer estudios de investigación.

Objetivo: Evaluar la calidad de iluminación en el trabajo.

Métodos: El diseño de investigación es observacional, descriptivo y transversal; incluyó 79 muestra de oficinas, ubicado en las Amapolas N° 350 Distrito de Lince, Provincia de Lima. Estudio realizado de Enero hasta Abril de 2006. Se evaluó la cantidad de iluminación con un luxómetro.

Resultados:

- La calidad de iluminación en la DIGESA es medio o regular.
- La cantidad de niveles de iluminación se halló en la categoría alto.
- La uniformidad de la iluminación se halló en la categoría alta.
- El mantenimiento de la iluminación se halló en la categoría medio.
- Las ocupaciones más expuestas. Fueron 30 ingenieros, 14 administrativos, 4 secretarias, 2 almaceneros, 1 auxiliar de enfermería y 1 técnico sanitario.

Conclusiones: La calidad de la iluminación en la DIGESA es media.

Palabra clave: Iluminación en el trabajo, condiciones de trabajo, ergonomía.

SUMMARY

In base: people are exposed to the factor risk illumination in the work. In the Peru there are not studies it has more than enough illumination in the work, little it is known with relationship to the prevention of risks, he requires to make investigation studies.

Objective: to Evaluate the quality of illumination in the work.

Methods: The investigation design is observational, descriptive and traverse; it included 79 samples of offices, located in the Poppies N° 350 District of Lince, County of Lima. I study realized of January until April of 2006. The quantity of illumination was evaluated with a luxometer.

Results:

- The quality of illumination in the DIGESA is half or to regulate.
- The quantity of levels of illumination was in the high category.
- The uniformity of the illumination was in the high category.
- The maintenance of the illumination was in the category means.
- The most exposed occupations. They were 30 engineers, 14 office workers, 4 secretaries, 2 grocers, 1 infirmity assistant and 1 sanitary technician.

Summations: The quality of the illumination in the DIGESA is half.

Password: Illumination in the work, working conditions, ergonomics.

INTRODUCCIÓN

La Organización Panamericana de la Salud (2002), cada año en el mundo 270 millones de asalariados son víctimas de accidentes de trabajo y 160 millones contraen enfermedades profesionales. En América Latina y el Perú aún no se conoce bien la magnitud de las enfermedades ocupacionales (1).

La Organización Internacional del Trabajo (2003), estimó que en países en vías de desarrollo, el costo anual de los accidentes y enfermedades ocupacionales está entre 2% al 11% del Producto Bruto Interno. En el Perú es aproximadamente \$ 50,000 millones de dólares americanos, entre \$1,000 y \$5,500 millones de dólares americano anual, es posible disminuir con acciones preventivas (2)

Los factores de riesgo se clasifican en físicos, químicos, biológicos, locativos, psicológicos, ergonómicos, mecánicos. Los factores físicos como la temperatura, humedad, intercambios de calor entre el organismo y el medio ambiente de trabajo dependen cualitativamente de las diferencias de temperatura y presión de vapor que existe entre la piel y el medio, están regulados por mecanismos de la convección, radiación y la evaporación (3).

La Organización Panamericana de Salud estimó el perfil de riesgos en América Latina, los riesgos de sobrecarga física y ergonómica afectan al 30% de la fuerza laboral en los países desarrollados y de 50 a 70% en los países en desarrollo (1).

Los factores ergonómicos, es parte de la ciencia de la salud ocupacional, etimológicamente proviene de las palabras griegas Ergos trabajo y Nomos leyes, estudio del trabajo. La ergonomía biomecánica ocupacional está relacionada a los aspectos físicos del trabajo y las capacidades humanas de fuerza, antropometría, sensibilidad, contextura, edad, sexo, talla.

Principalmente los objetivos de la ergonomía son la reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales, disminución de incapacidad, incremento de la producción, mejora de la calidad del trabajo, disminución de ausentismo.

Los factores ergonómicos que interactúan en los puestos de trabajo son:

- a) trabajador: medidas antropométricas, talla, peso, edad, sexo, fuerza, educación y aptitudes psíquicas.
- b) puesto de trabajo: herramientas, mobiliario, insumos, maquinas, postura de trabajo, trabajo repetitivo, velocidad de operación, duración y carga de trabajo.
- c) condiciones ambientales: calor, frío, humedad, ruido, vibración, iluminación, humos, polvos, radiaciones, etc.
- d) Condiciones de tiempo: duración de la jornada laboral, horas extras, tiempo de exposición, períodos de descanso.
- e) Condiciones organizacionales: clima laboral organización de turnos, ritmos de trabajo, horario, pausas. La organización es la forma en que se ordenan los elementos en el lugar de trabajo con el objetivo de ajustar el medio a las necesidades de cada persona para trabajar de forma confortable en un plano de trabajo.

El estrés es aquella condición donde el individuo se enfrenta a una demanda de sus deseos con resultado incierto, turnos largos de trabajo, carencia de participación y oportunidad de trabajadores, relaciones interpersonales, ambientes inseguros y ruidosos, tipo de liderazgo, baja calidad de iluminación.

En el Perú existen Instituciones con competencias en seguridad y salud en el trabajo, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo fiscaliza el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo. El Ministerio de Salud por intermedio de la Dirección General de Salud Ambiental a través de la Dirección de Salud Ocupacional norma y vigila los riesgos en el trabajo, el Instituto Nacional de Salud a través del Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud hace investigación aplicada. Adicionalmente el Ministerio de Energía y Minas es competente en minería, electricidad y petróleo (2).

Promoción de la seguridad y salud en el trabajo, establecido como líneas de acción del Ministerio de Salud, considera a la salud como eje de desarrollo económico y social del país. La estrategia de la promoción de la seguridad y salud en el trabajo participan los empleadores, trabajadores y el estado en forma multidisciplinario y multisectorial (3).

El sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo es el conjunto de elementos interrelacionados, tiene por objeto establecer la política ligado a la responsabilidad social del empleador en proporcionar puestos de trabajo en condiciones saludables.

Los objetivos estratégicos de la seguridad y salud en el trabajo esta orientada a la promoción del bienestar físico, mental y social de los trabajadores, la prevención de accidentes y enfermedades, la protección

de los factores de riesgos para la salud (4).

El Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, en sus articulados del 11 al 14 propende el mejoramiento continuo, fomenta de la cultura de prevención, la participación de trabajadores en la gestión de seguridad y salud en el trabajo

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trabajos rutinarios en las oficinas de la administración pública y privada utilizan computadoras, la postura recomendada son las siguientes: mantener los antebrazos en posición horizontal formando un ángulo con los brazos de entre 100 y 110°, los antebrazos aproximadamente a la altura de la mesa y disponer de apoyo, los pies apoyados bien en el suelo o sobre un reposapiés, la espalda apoyada formando un ángulo con la horizontal de unos 100 y 110°, línea de hombros paralela al plano frontal, sin torsión del tronco, línea de visión paralela al plano horizontal, manos relajadas, sin flexión ni desviación lateral, pausas y ejercicios

visuales y de estiramiento antes que sobrevenga la fatiga. La superficie del plano de trabajo debe pintarse de color mate, para minimizar los reflejos y su color no debe ser excesivamente claro u oscuro, la silla para mantener una postura, debe ser ajustable, los muslos han de permanecer horizontales para que apoyen a la parte inferior de la espalda, los pies deben reposar horizontalmente en el suelo mientras trabaja, un respaldo que permita un buen apoyo lumbar, asiento regulable en altura de 38 a 54 cm. borde redondeado para no dificultar la circulación sanguínea, los reposabrazos son opcionales, pero permiten dar apoyo y descanso a hombros y brazos. La orientación de la pantalla del monitor depende de la iluminación del lugar del trabajo, el ángulo y el control de los reflejos, la distancia mínima a la que debe colocarse es de 30 cm. influyen otros factores: tamaño de la letra. La distancia recomendada es superior a los 40 cm. con respecto a los ojos del usuario, porque necesita menos convergencia, ello reduce las posibilidad de cansancio visual, la altura adecuada de pantalla se relaciona con la posición del ojo, debe ser orientable e inclinarse a voluntad, con facilidad, para adaptarse a las necesidades del usuario y debe verse dentro del espacio comprendido entre la línea de visión horizontal, la posición de la pantalla obligue a mantener fija la cabeza durante horas.

La iluminación tanto en las oficinas como en la producción es un tema cada vez más complejo, desde la aparición de la luz artificial,

hasta el descubrimiento de la energía eléctrica y la invención de las lámparas de iluminación, el control de calidad de los productos en proceso y terminado utiliza la visión óptica de las personas.

Estudios de la luz y la iluminación ha ocupado a muchos investigadores de diferentes latitudes, llegando a la conclusión que se relacionan con la productividad, seguridad, el grado de confort y daño visual.

La iluminación y los colores inciden en el comportamiento psicológico del hombre, con estados de ánimo, emociones y sentimientos: el amarillo alegría y estímulo, azul refrescante, verde reposo y alivio a los ojos, azul verdoso sensación de frialdad, amarillo verdoso más cálido, rojo peligro, violeta y púrpura sensualidad y fastuosidad, blanco limpieza, gris desfavorable, negro deprimente.

1.2 DESCRIPCION DE PUESTOS DE TRABAJO

El trabajo es un proceso dirigido al cumplimiento de una función de satisfacer necesidades orgánicas de manera social. El trabajo es una interacción material de carácter social, la relación del hombre con su medio ambiente socio económico abiótico, biótico y cultural, que incluye la interacción del sujeto con su propio organismo

biológico, psicológico y social.

El bienestar en el trabajo se logra con los diseños del puesto de trabajo de acuerdo a las dimensiones antropométricas de las personas altos, bajos, gruesos, delgados, fuertes y débiles, desplazamientos, asientos.

El objetivo es prevenir los efectos adversos para salud y seguridad, conocer los factores que inciden negativamente en el estado de salud. Los factores internos están relacionados con las características de las personas: destreza, habilidad, aptitud, experiencia, preparación, inteligencia, motivación, actitud, emoción.

Los factores externos que influyen en el trabajo son:

Características arquitectónicas, ambientales y microclima, la iluminación, grado de limpieza general. Características de la tarea percepción, resistencia, precisión, necesidades de interpretación, decisiones, frecuencia, comunicación, diseño del equipo, herramientas y dispositivos especiales, organización, turnos, autoridad, responsabilidad, reconocimientos, estímulos, horarios de trabajo.

Los grupos ocupacionales realizan tareas y actividades laborales según el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio

de Salud (5) y son las siguientes:.

✓ **Dirección General**

- Proponer y hacer cumplir la política nacional de salud ambiental, a fin de controlar los agentes contaminantes y mejorar las condiciones ambientales para la protección de la salud de la población.
- Articular y concertar los planes, programas y proyectos nacionales de salud ambiental.
- Establecer las normas de salud ambiental y monitorear y evaluar su cumplimiento.
- Conducir la vigilancia de riesgos ambientales y la planificación de medidas de prevención y control.
- Promover en la sociedad una conciencia en salud ambiental, propiciando su participación en la búsqueda de entornos ambientales saludables que permitan la protección de la salud, el autocontrol de los riesgos ambientales y el desarrollo de una mejor calidad de vida de las personas.
- Promover el permanente desarrollo de las capacidades, habilidades y conocimientos de los recursos humanos en salud ambiental.
- Desarrollar la investigación aplicada con base en los riesgos ambientales.

- Diseñar mejoras continuas en Proceso de Salud Ambiental.
- Participar en el Comité Nacional del Codex Alimentarius y otros que se constituyan en el ámbito de su competencia.

✓ **Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis**

- Proponer y concertar los fundamentos técnicos para la formulación de las políticas nacionales relacionadas con la higiene alimentaria y la prevención de enfermedades de los animales al hombre - zoonosis.
- Establecer las normas y coordinar la vigilancia sanitaria de los alimentos, zoonosis y la supervisión de las actividades de prevención y control de los agentes patógenos en la protección de la salud de los consumidores y la salud pública.
- Concertar y articular los aspectos técnicos y normativos en materia de inocuidad de los alimentos, bebidas y de prevención de la zoonosis.
- Coordinar, asesorar y supervisar los planes y programas de higiene alimentaria y prevención de la zoonosis a nivel nacional.
- Establecer las normas y procedimientos de supervisión de las acciones que desarrollan los organismos públicos

y privados en materia de higiene alimentaria y control de zoonosis.

- Promover en las empresas y organizaciones entornos saludables, en la producción, fabricación y comercialización de alimentos y bebidas de consumo humano con el fin de proteger la salud de la población.
- Establecer las normas para la implementación de las propuestas técnicas establecidas en los convenios y acuerdos nacionales e internacionales referidos a la higiene alimentaria y prevención de la zoonosis.

✓ **Dirección de Ecología y Protección del Ambiente**

- Proponer los fundamentos técnicos para la formulación de políticas nacionales en ecología y protección del ambiente para la salud.
- Vigilar la calidad de los recursos agua, aire y suelo para identificar riesgos a la salud humana.
- Controlar las actividades de los agentes que puedan alterar la calidad ambiental para proteger la salud humana, en el marco de las competencias del Sector Salud.
- Establecer las normas de los aspectos sanitarios y ambientales para brindar entornos saludables y proteger la salud humana.

- Establecer en el marco de las competencias del Sector Salud las normas aplicables a la conservación, protección y recuperación del ambiente para la protección de la salud humana.
- Controlar la gestión ambiental de los residuos y sustancias peligrosas para la protección de la salud de la población.
- Supervisar el cumplimiento de las normas y reglamentos sanitarios en aspectos de ecología y protección del ambiente en coordinación con las Direcciones de Salud, los órganos del Sector Salud y otros Sectores relacionados.
- Diseñar e implementar el sistema de registro y control de vertimientos en relación a su impacto en el cuerpo receptor; así como el registro y control de plaguicidas y desinfectantes de uso doméstico, industrial y en salud pública.
- Evaluar los riesgos ambientales y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental para la protección de la salud.
- Evaluar los aspectos inherentes a los riesgos para la salud humana de los plaguicidas químicos de uso agrícola.

✓ **Dirección de Saneamiento Básico**

- Proponer y concertar los fundamentos técnicos para la formulación de políticas nacionales de salud ambiental.
- Vigilar el vertimiento de aguas residuales domésticas.
- Normar la calidad de agua para consumo humano.
- Vigilar la calidad de agua consumo humano.
- Vigilancia y control de artrópodos vectores y de enfermedades transmisibles en salud pública.
- Normar y registrar la autorización de funcionamiento de las empresas prestadoras y empresas comercializadoras de residuos sólidos y de auditores en gestión de residuos sólidos.

✓ **Dirección de Salud Ocupacional**

- Proponer los fundamentos técnicos para la formulación de los lineamientos de política sectorial en salud ocupacional.
- Proponer los objetivos y las estrategias de salud ocupacional para la prevención de accidentes y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo.
- Normar y difundir criterios técnicos sobre salud, higiene y seguridad en el trabajo en las diversas actividades económicas y vigilar su aplicación por los órganos competentes.

- Establecer los requerimientos y la coordinación de actividades de la investigación aplicada en el ámbito de la salud ocupacional, dirigida a los agentes de riesgo y su impacto en la salud de los trabajadores, con el Instituto Nacional de Salud.
- Coordinar y supervisar la ejecución de estrategias de vigilancia y control de riesgos en el trabajo de las diversas actividades económicas.
- Establecer y sistematizar la vigilancia de riesgos ocupacionales.
- Brindar y coordinar asesoría técnica a nivel sectorial y regional, en relación a la salud ocupacional.

1.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES OCUPACIONALES

La Dirección General de Salud Ambiental órgano de línea del Ministerio de Salud. Es un órgano técnico normativo. Coordina con organismos públicos descentralizados y privados y la comunidad científica nacional e internacional.

El recurso humano está conformado por 178 contratados y 111 nombrados, siendo un total de 289, a febrero de 2006. Los grupos ocupacionales realizan actividades y tareas de lecturas de

documentos impresos, lectura en pantalla de visualización, digitación de documentos, elaboración de proyectos normativos, informes, revisión de expedientes, asistencia técnica sectorial, regional y local en las siguientes funciones:

- a) Vigilancia de higiene alimentaria, la mayor demanda de atención son las enfermedades transmitidas por los alimentos, regula las condiciones de manipulación los alimentos desde la producción hasta su consumo final, a lo largo de la cadena alimentaria conforme a lo establecido en el reglamento de vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas D.S.N°007-98-SA.
- b) Vigilancia y control de zoonosis, la política sanitaria está relacionada con los aspectos productivos extractivos, y factores debido al crecimiento y comportamiento de la población. En el país, a pesar de existir un marco normativo existen dificultades para llevar a cabo una política integral y coordinada.
- c) Vigilancia de los recursos hídricos, las descargas de las aguas servidas domésticas e industriales a los sistemas de alcantarillado, déficit de plantas de tratamiento de aguas servidas, vertimiento de desechos sólidos en cuerpos de agua, exposición en vertederos abiertos. El Perú cuenta con 106 cuencas principales, 53 se encuentran en la vertiente del

Pacífico, 44 en la vertiente del Atlántico y 09 en la vertiente del Lago Titicaca. El Perú tiene potencia superficial más de 2 billones de metros cúbicos por año, recursos hídricos contaminados con aguas servidas, desechos domésticos, industriales, tóxicos. La vigilancia de recursos hídricos tiene 267 ríos, 35 lagos y lagunas, 23 bahías, 5 reservas y 272 playas.

- d) Vigilancia de la calidad de las playas, implementó un *programa para la protección de zonas costeras y playas del litoral Peruano*. La "*Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano*" permite prevenir riesgos para su salud, con la calificación sanitaria del agua de playas de uso recreacional.

- e) Vigilancia de los recursos naturales el sistema de vigilancia y control de recursos naturales de ámbito nacional en materia de sustancias químicas y residuos peligrosos para prevenir, controlar la contaminación ambiental, promoviendo conductas responsables. La ratificación de los convenios internacionales de Estocolmo, Róterdam y Basilea, obligan la intervención en la protección de los Recursos Naturales, Flora y Fauna. El Convenio de Estocolmo en la prohibición del Comercio de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), el Convenio de Róterdam sobre el comercio de sustancias químicas y

plaguicidas peligrosos y el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.

f) Vigilancia de los residuos hospitalarios biocontaminados, patógenos y peligrosos de hospitales, clínicas, postas y centros de Salud. De acuerdo a Ley, el manejo de los Residuos Hospitalarios desde la generación hasta la disposición final, pasando por la recolección y tratamiento es de estricta responsabilidad del establecimiento de Salud que los genera, sean públicos o privados.

g) Vigilancia, monitoreo periódico y evaluación de la calidad del aire de las zonas de (Callao, Lima Ciudad, Lima Norte, Lima Sur y Lima Este), Además en ciudades de Chimbote, Tacna, Iquitos, Cuzco y La Oroya. La contaminación del aire de las emisiones de fuentes fijas, y móviles por los contaminantes SO₂, NO₂, PTS, PM_{2.5} y Pb. Este programa incluye la contaminación sonora.

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los ambientes de trabajo de la DIGESA es de material noble, la pared es de concreto enlucido de color mate, techo pintado de color blanco, y pisos de material vinílico de color verde claro, las

ventanas son amplias protegidas con vidrio, la energía eléctrica instalada a un tablero de mando distribuido a las luminarias de 220 voltios, el tipo de luminarias de 60 x 122 cm. El número de fluorescentes por luminaria varía de 2 hasta 4, con potencia 40 watts.

Los puestos de trabajo administrativo en las oficinas los escritorios metálicos con mesa de madera protegido con plancha de vidrio, sobre esta están el monitor, teclado y mouse. Se utiliza papel Bond A4 en la impresión de los documentos. El tamaño de las oficinas generalmente son diseñado para la ocupación de cuatro a seis personas, la altura de los ambientes es de 2.80 metros. Los ambientes son iluminados con la luz artificial complementada con iluminación natural, es posible que los niveles de iluminación fuera de los límites permisibles establecidos en la norma 8995. Los tubos fluorescentes pueden tener una frecuencia de parpadeo de 50 Hertz, esta fluctuación induce ondas cerebrales de stress (ondas Beta), además de cansancio físico, cefaleas y fatiga visual, el stress causa una excesiva secreción de cortisol en el cerebro, matando millones de neuronas. Se observa algunas lámparas quemadas, las persianas malogradas, las luminarias carecen de pantalla protectora de luz directa, se observa la presencia de polvos y suciedad en las superficies de las lámparas. El deficiente mantenimiento del sistema de iluminación puede

reducir la capacidad de energía luminosa en la fuente, que llega a los planos de trabajo con la cantidad de luz reducida.

La baja calidad de iluminación puede causar esfuerzo, cansancio y fatiga visual, con la disminución del rendimiento; en algunos casos, dolor de cabeza, cuello y hombros, visión borrosa, ojos rojos, ojos secos, las causas son bajos nivel de iluminación, deslumbramiento, la mala distribución.

No existe evaluación de los niveles de iluminación en las oficinas, un jardinero empíricamente aprendió electricidad, realiza cambios de lámparas. Algunas oficinas disponen de altos niveles de iluminación que otros.

Inicialmente se realizó un diagnóstico de la situación de iluminación, con resultados negativos (Tabla 01).

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la calidad de la iluminación en los ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental?

1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.6.1 Objetivo general

Conocer la calidad de iluminación en ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental.

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de niveles de iluminación en los ambientes de trabajo.
- Determinar el factor de uniformidad de la iluminación.
- Determinar el factor de mantenimiento de los equipos de iluminación.
- Determinar el costo de iluminación.
- Determinar las ocupaciones más expuestas

1.7 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- a) El estudio sirve para prevenir riesgos adversos en la salud visual de los trabajadores expuestos.
- b) El estudio sirve para mejorar la calidad de iluminación en los ambientes críticos de los puestos de trabajo.
- c) El estudio sirve para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
- d) Las mejores condiciones de iluminación en los ambientes de trabajo, puede mejorar el rendimiento laboral
- e) El estudio muestra el comportamiento de la calidad de la

iluminación en los ambientes de trabajo de la DIGESA.

- f) El estudio sirve para difundir los conocimientos de la iluminación en el trabajo a fin de lograr las mejores condiciones de trabajo.
- g) El modelo de evaluación puede servir a las instituciones de similares condiciones de ambientes laborales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Las condiciones inadecuadas de iluminación con deslumbramiento, reflejos, brillo, sombra, destello en la fuente, bajos niveles de iluminación, mala distribución de iluminación, puede causar fatiga, accidentes, enfermedades, bajo rendimiento laboral, nerviosismo y problemas de salud ocular.

Si la iluminación en ambientes de trabajo no es controlado en cantidad y calidad para una tarea visual, se convertirá en un factor de riesgo para la salud y seguridad laboral.

DE LA RIVA Gabriel (2003), realizó estudios de iluminación y la productividad. Estudios sistemáticos realizados por "Centros de Estudios de Alumbrado" de Alemania e institutos similares de Europa y los Estados Unidos de Norte América, hallaron mejoramiento importante. El Centro de Alemania seleccionó industrias apropiadas para éste tipo de experimento, creando ambientes con iluminación totalmente artificial en horas del día, con prescindencia total de la iluminación natural, se realizaron en distintas industrias durante cuatro años, con el mismo tipo de trabajo, se evitó innovaciones tecnológicas, los sueldos e incentivos no se modificaron, el personal se redujo al mínimo, la iluminación establecida fue de 1000 lux a 1200 lux, como conclusión se experimentó mayor productividad (6).

PATTINI Andrea (2000) realizó un compendio comparativo de normas de iluminación en ambientes de trabajo de diferentes países, determinó niveles de iluminación para oficinas de trabajo que varían de 300 a 1000 Lux (7).

EFFICIENT LIGHTING INITIATIVE (1999), el Perú implementó campañas de eficiencia de energía que incrementó de forma exitosa la penetración en el mercado de productos de iluminación, un potencial considerable no ha sido utilizado para mejoras de costos efectivos del equipo de iluminación. En el sector residencial

la tecnología de iluminación se ve impedida por las barreras de costos, disponibilidad de productos, escasa información de los beneficios, financiamiento y ausencia de normas de calidad y certificación (8).

Estudios realizados en aulas de la Universidad de Guanajuato, concluyeron que la cantidad de luz no asegura por sí sola una buena iluminación, se requiere la calidad de iluminación (9)

ASSAF Leonardo, RUTKAY Fernando (2003) realizaron un trabajo de investigación y determinaron que a mayor iluminación mayor productividad; Blackwell en 1946; Weston en 1927 y la Comisión Internacional de Electricidad CIE en 1981 demostraron a mayor iluminación mayor productividad (10).

PATTINI Andrea (2003) disertó un trabajo de investigación en un congreso Argentino relaciona la iluminación en ambientes de trabajo y estableció tres rutas (11)

a) La ruta del sistema visual es un sistema de procesamiento de imágenes, la óptica del ojo forma una imagen del mundo que esta por afuera de la retina, en la retina el procesamiento de la imagen ocurre, cualquier estímulo que llega al sistema visual puede ser descrito por cinco parámetros, su tamaño, el contraste de luminancia, la diferencia de color, la calidad de

imagen en la retina, y la iluminación en la retina. Estos parámetros determinan el grado que el sistema visual puede identificar el estímulo. El funcionamiento visual mejorando los niveles de iluminación puede incrementar el rendimiento “*A mejor iluminación, mejor funcionamiento visual por consiguiente mejora el rendimiento laboral*”.

- b) La ruta del sistema circadiano en los humanos es la ocurrencia del ciclo sueño-vigilia, pero esto es solo la punta de un iceberg, bajo la superficie están las variaciones en muchos ritmos hormonales diferentes durante un período de 24 horas, esto es controlado por el órgano supraquiasmático (SCN) que esta directamente unido a la retina, significa que el aspecto de la iluminación que influye en el estado del SCN es el espectro de luz y la iluminación que alcanza la retina, que a su vez dependen del espectro de luz de la fuente de iluminación, distribución de la luz, reflectancia y la transmitancia del medio óptico y la dirección visual del observador. Estudios han determinado la depresión estacional denominada Síndrome de Desórdenes Afectivos, cuyo tratamiento es a través de terapias de exposición a la luz. La forma en que la ruta circadiana más estudiada que la iluminación afecta en el trabajo, el aumento de iluminación mejora el estado de alerta.

c) La ruta del sistema perceptual asume una vez que la imagen retinal ha sido procesada por el sistema visual, la salida más simple del sistema perceptual es la sensación de discomfort visual, que puede cambiar el humor del observador y la motivación, si el trabajo en estas condiciones es prolongado. Condiciones de un sistema de iluminación hace difícil alcanzar un nivel alto de funcionamiento visual, será considerada incómoda y se considera una iluminación que conduce a la distracción de la tarea, ocurre si hay brillo o deslumbramiento. En algún sentido, cada instalación de iluminación envía un *mensaje* sobre quien trabaja en el, los efectos de iluminación sobre la perfomancia humana mediado por el sistema perceptual, raras veces es estudiada. Sin embargo, si la definición de perfomancia humana fuera ampliada para incluir el comportamiento deseado, entonces habría oportunidad considerable de demostrar el valor de iluminación.

BRUNETTE (2003) realizó estudios en el Perú relacionado a la exposición de riesgos en la actividad laboral productiva en 12 empresas formales del sector industrial textil, bebidas y alimentos, plásticos, productos químicos, impresión y distribución de diarios, construcción y automotriz. La toma de datos tuvo lugar en Lima, durante las dos últimas semanas de marzo de 2002, recolectándose un total de 1,373 cuestionarios. La conclusión

relacionada a iluminación se determinó pobre en ambientes de trabajo (12)

2.2 BASE TEÓRICA

2.2.1 La luz natural

El sol, es una esfera de plasma gaseosa caliente y brillante que irradia a una temperatura efectiva de unos 6000°C. El Sol es la estrella más cercana a la Tierra, está situado a 33.000 años luz del núcleo de la Vía Láctea y completa una órbita a su alrededor en 225 millones de años, tiene una distancia media con la Tierra de 150 millones de Km., un diámetro de 1,4 millones de Km. y una masa 332.270 veces superior a la terrestre, formado por hidrógeno 70 % y helio 30 %, el núcleo central del Sol concentra el 60 % de su masa, alcanza una temperatura de unos 15 millones de grados centígrados. La intensidad de la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra se reduce por varios factores variables, entre ellos, la absorción de la radiación, en intervalos de longitud de ondas específicas, por los gases de la atmósfera, dióxido de carbono, ozono, etc. por el vapor de agua, por la difusión atmosférica por las partículas de polvos, moléculas y gotitas de agua, por reflexión de las nubes y la inclinación del plano (13).

La Tierra intercepta sólo 2 mil millonésimas partes de la energía emitida por el Sol. Esta cantidad equivale a más de 10.000 veces el poder energético total instalado por el hombre actualmente. De la energía interceptada por la Tierra, el 60% es reflejado por la atmósfera, el 16% contribuye a la evaporación de los océanos, el 11.5% es reflejada a la superficie de la Tierra, solamente un 9.5% es absorbido por la masa terrestre y la atmosférica en un 3% alimenta la fotosíntesis (14).

La luz visible es solo una pequeña porción del espectro de radiación que se extiende desde 380 nm hasta 780 nm. Si se descompone la luz blanca del sol mediante un prisma se forma un abanico de colores violeta, azul, azul, verde, amarillo, naranja, hasta el rojo. Cada color tiene asociado una longitud de onda (banda) característica. Los colores u objetos coloreados solo aparentan tener un color cuando dicho color esta presente en el espectro de la luz que lo ilumina. Una luz con los colores espectrales, como la luz solar, lámparas fluorescentes poseen excelentes propiedades para reproducir colores. Por encima del espectro visible se ubica la radiación infrarroja (IR) que abarca una banda de 780 nm a 1 mm. La radiación

infrarroja no es visible al ojo. Solo cuando es absorbida e irradiada como calor se convierte en visible. Sin el calor producido por el sol la tierra se mantendría cubierta de hielo. Por debajo del visible se ubica la banda de radiación ultravioleta (UV). Una cantidad adecuada de UV es imprescindible para la vida (figura 01).

2.2.2 Utilidad de la luz natural

Las energías no renovables son subproductos fósiles vegetales o animales (carbón, gas, petróleo), o yacimientos naturales (uranio). Estas energías disponibles en cantidades limitadas, su explotación permite obtener instalaciones de enorme potencia de centrales térmicas y nucleares capaces de satisfacer las necesidades industriales.

El desarrollo económico occidental desde el siglo XIX explotó en forma intensiva la energía no renovable, su consumo se ha duplicado en dos siglos. Después de la crisis petrolera, la energía nuclear ganó importancia.

Actualmente este modelo de crecimiento económico es cuestionado por el agotamiento de los recursos no renovables energéticos y la contaminación ambiental. Los países industrializados representan el 25% de la población,

pero consumen el 75% de la energía. La energía eólica y la solar representan apenas un 11,5% de la producción energética del mundo.

La energía renovables son aplicados en energía térmica, el calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades, agua caliente para consumo doméstico o industrial, calefacción de hogares, hoteles, colegios, fábricas, climatizar las piscinas, refrigeración durante las épocas cálidas, cuando más soleamiento, para obtener frío hace falta disponer de un «foco cálido», el cual puede tener su origen en unos colectores solares instalados en la azotea. En los países árabes ya funcionan acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar. Las aplicaciones agrícolas son muy amplias, con invernaderos solares pueden obtenerse mayores cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, plantas de desalinización de aguas de mar.

Energía eléctrica generadas con paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, no contaminan ni

producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento, funcionan también en días nublados. La energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en forma de fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La radiación solar es una forma de energía de baja concentración, fuera de la atmósfera, la intensidad de radiación oscila entre 1.300 y 1.400 W/m². Las pérdidas en la atmósfera por absorción, reflexión y dispersión la reducen un 30%. Si las condiciones climatológicas son buenas podemos llegar a tener 1000 W/m², aunque si las condiciones son pésimas podemos tener sólo 50 W/m². La energía solar se puede recoger mediante una serie de dispositivos fotovoltaicos. Los beneficios de energías renovables son inagotables y gratuitos.

2.2.3 Teoría de la luz

a) GÉNESIS 1:3. La creación de la luz *“Y dijo Dios: “Sea la luz y fue la luz”, Haya lumbreras en la expansión de los cielos para separar el día de la noche; y sirvan de señales para las estaciones, para días y años, y sean por lumbreras en la expansión de los cielos para alumbrar*

sobre la tierra. Y fue así. E hizo Dios las dos grandes lumbreras; la lumbrera mayor para que señorease en el día, y la lumbrera menor para que señorease en la noche; hizo también las estrellas. Y las puso Dios en la expansión de los cielos, para alumbrar sobre la tierra, y para señorear en el día y en la noche, y para separar la luz y las tinieblas. Y vio Dios que era bueno. Y fue la tarde y la mañana el día cuarto” (15).

- b) Teoría corpuscular, propugnada por Isaac Newton, afirma que los cuerpos luminosos emiten luz en forma de corriente de partículas en línea recta, y que al incidir sobre nuestra retina provoca una sensación visual.
- c) Teoría ondulatoria, del físico holandés Christian Huygens afirmó que la luz era una vibración molecular transmitida como onda a través de un éter, hasta llegar a nuestra retina donde provocaba una sensación visual.
- d) Teoría electromagnética, de James C. Maxwell, demostró que la luz era una forma de ondas electromagnéticas de alta frecuencia que viaja a 300.000 Km/s; estas ondas no necesitaban un medio material para transmitirse y era las que provocaban la sensación visual en la retina.

- e) Teoría cuántica, de Albert Einstein, utilizó la teoría cuántica de Max Planck, según la cual la energía de una onda de luz está formada por cantidades discretas de energía llamada fotones.

- f) Teoría unificada, de De Broglie y Heisenberg, se considera que la luz posee una naturaleza dual, la naturaleza ondulatoria explica su propagación y los efectos de interferencia y difracción, la naturaleza corpuscular nos explica el efecto fotoeléctrico y la interacción de la luz con la materia (16).

2.2.4 Historia de la luz artificial

- a) La primera iluminación artificial se hizo con fogatas utilizadas para calentarse y protegerse de los animales silvestres.

- b) El uso de velas data a los principios de la era Cristiana y su fabricación es probablemente una de las industrias más antiguas.

- c) En Egipto y Persia se encontraron lámparas de cobre y bronce que datan aproximadamente 2700 A.C.

- d) En el último siglo antes de nuestra era, Hero de Alejandría invento una lámpara en la que por una columna de presión, el aceite que alimentaba la mecha iba subiendo. Leonardo Da Vinci modificó este diseño y añadió un lente de cristal. Durante el resto del siglo XIX y principios del siglo XX, estas lámparas registraron mejorías.

- e) El descubrimiento del petróleo en 1859 por Edwin L. Drake produjo una nueva fuente luminosa.

- f) La industria ballenera durante el siglo XVIII, introdujo el "aceite de ballena" en la iluminación.

- g) En 1664, John Clayton descubrió en Inglaterra un pozo de gas y lo extrajo por destilación. En 1784, Jean Pierre Mincklers produjo luz por primera vez con gas mineral. La primera instalación de luminarias de gas utilizó William Murdock en 1784 para iluminar su casa en Inglaterra.

- h) En 1650, Otto von Guericke de Alemania descubrió que la luz podía ser producida por excitación eléctrica, encontró que cuando un globo de sulfuro era rotado rápidamente y frotado, se producía una emanación luminosa.
- i) Thomas A. Edison inventó una lámpara incandescente con un filamento carbonizado.
- j) En 1882 se construyó la primera estación para generar electricidad en Nueva York.
- k) La primera lámpara con filamento de tungsteno representó un importante avance en la fabricación de lámparas incandescentes.
- l) Jean Picard en 1675 y Johann Bernoulli en 1700 descubrieron que la luz puede ser producida por agitación del mercurio.
- m) En 1850 Heinrich Geissler, físico Alemán, inventó el tubo Geissler, demostró la producción de luz por medio de una descarga eléctrica a través de gases nobles. En 1910 Georges Claude, Francés estudió lámparas de descarga con gases de neón. Las primeras lámparas fluorescentes se desarrollaron en Francia y Alemania en

los años de 1930. En 1934 se desarrolló en los Estados Unidos una lámpara fluorescente, de bajo consumo de Energía eléctrica con variedad de colores (17).

2.2.5 Influencia de la luz

El invierno es la estación de los días cortos, en los que la actividad se reduce a los espacios cerrados, aumenta la atracción por estar en casa, no apetece salir de noche. La vida invernal afecta negativamente a un 9% de la población. Se trata del síndrome depresivo estacional, es un trastorno depresivo invernal, se presenta en los meses de invierno y desaparece con el inicio de la primavera, descrito por el psiquiatra Norman Rosenthal (1987). La Asociación Americana de Psiquiatría lo identificó como un tipo de depresión mayor, ocurre en períodos específicos del año y que aparece con un ritmo estacional (18).

La hormona del sueño, el deseo de dormir se origina tanto en animales como en los humanos por la secreción de una hormona llamada melatonina. La melatonina es producida por una pequeña glándula conocida como glándula pineal. Al anochecer, esta glándula reacciona a los bajos niveles debidos a la luz del día y empieza a producir la melatonina, la cual es, a su vez liberada a la sangre, haciendo que nos sintamos somnolientos. Durante el sueño esta llega a su

mayor grado de producción. Por la mañana, el brillo de la luz en nuestras retinas alcanza la glándula pineal, la cual reacciona otra vez, interrumpiendo la secreción de melatonina y quitándonos la somnolencia. Como la glándula pineal está conectada a todo el resto del sistema hormonal, la producción de melatonina, obviamente, puede tener influencia sobre los ritmos de crecimiento, la reproducción y la actividad tanto en animales como en humanos. Los estudios demuestran que aunque vivamos y trabajemos en estructuras cerradas, nuestro cuerpo sigue respondiendo al entorno exterior y a la variabilidad de las estaciones, en duración e intensidad. Se sabe que el crecimiento de los niños se ve afectado por las estaciones. La altura y el peso se incrementan en primavera y verano. También la luz influye en el dormir, la duración del sueño, el umbral del dolor, el grado de alerta, los hábitos alimentarios, el estado de ánimo, el inicio de la menstruación en las mujeres y la actividad sexual (19).

El ciclo circadiano de la luz, noche - día, produce una estimulación cíclica de los neurotransmisores. Nuestro reloj biológico responde a la luz que favorece la producción de serotonina y dopamina, que activan la atención y estimulan la actividad, por el contrario en ausencia de estímulos

luminosos, aumenta la melatonina, que induce el sueño. La falta de luz natural, altera el ciclo melatonina - serotonina, lo que causa somnolencia matinal e insomnio de noche. La iluminación insuficiente en entornos de trabajo causa falta de atención, desánimo, depresión, estrés y fatiga, se supone la causa de accidentes, ausentismo y bajo rendimiento. El 30% de la población mundial, la mayoría en los países desarrollados, sufren de insomnio crónico (20).

El síndrome afectivo estacional es un conjunto de síntomas que componen un trastorno, está caracterizado por varios síntomas típicos y no típicos, causados por la desorganización de ritmos biológicos. Estos síntomas se presentan hacia el inicio del invierno y suelen desaparecer al comienzo de la primavera. De los síntomas típicos destacamos: cambio en los hábitos de sueño, dormir más horas por la mañana y levantarse igual de cansado, dificultad para despertarse, cambio en hábitos de comer, incremento del apetito, con ansia de dulces, dificultad para desarrollar las tareas cotidianas, fatiga, evitar el contacto con amigos, cambio en el estado de ánimo, irritabilidad, baja autoestima, tristeza, cambio en el estado de salud, mayor intensidad de síntomas premenstruales, insomnio, cambio en los hábitos de comer, mayor susceptibilidad a resfriados.

La luz artificial no es capaz de sustituir a la luz natural, la luz artificial no tiene intensidad suficiente para incidir en los mecanismos hormonales que dirigen nuestros ritmos biológicos. Para suprimir la melatonina y corregir los ritmos circadianos, es necesario 2.500 lux en los humanos. Los trabajadores de turnos de noche pueden estar expuestos a solamente 50 lux. Los especialistas en fototerapia indican que la iluminación deficiente provoca fatiga, depresión, problemas de piel, déficit en el sistema inmune y trastornos del sueño.

La acción de la luz en el cerebro, la luz brillante envía señales a la glándula pineal y al núcleo supraquiasmático del sistema nervioso central que es nuestro reloj interno, localizado dentro del hipotálamo. Cuando la glándula pineal se activa por el efecto de la luz, esta interrumpe la liberación de la melatonina, que es la hormona que nos hace sentir cansados. También la luz provoca la liberación de la serotonina el neurotransmisor que regula el apetito, el ánimo y la energía. Las personas con depresión invernal tienen menos serotonina y más melatonina en el cuerpo durante sus episodios depresivos (20).

2.2.6 La iluminación en ambientes de trabajo

1. Los habitantes de las ciudades pasan hasta el 80% de su tiempo en entornos cerrados, oficinas, fábricas, con poca o ninguna luz solar. El ojo es el órgano por el cual el hombre percibe de 80 a 90% de información del entorno (21).
2. La iluminación natural acompañada de la luz artificial debe proporcionar en cantidad y calidad suficiente. La gestión de la seguridad de mejora continua, desarrolla política organizacional, cultura de seguridad y formación de recurso humano que promuevan un clima laboral positivo (22).
3. Manual de Salud Ocupacional (2005), la iluminación es uno de los factores ambientales, su finalidad es facilitar la visualización de las tareas, en condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad (3).
4. La Recomendación 120 de la Organización Internacional de Trabajo referente a la iluminación en ambientes de trabajo, establece que en los locales de trabajo debe tener iluminación segura (23).

5. Los ambientes de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial para satisfacer las necesidades de trabajo seguro, que garantice las condiciones de salud y visibilidad de los trabajadores (24).

6. Las condiciones inadecuadas de iluminación en los ambientes de trabajo pueden causar consecuencias negativas en la seguridad y la salud visual, la deficiente visibilidad en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso, pueden causar incidentes y accidentes (25) (26).

7. La iluminación indirecta reduce las sombras ocasionadas por la cabeza y las manos. La protección de las lámparas con pantallas difusoras, el montaje de la fuente de luz por encima de la línea normal de visión siempre que sea posible, la reducción de brillo de luminarias a límites mínimos (27).

8. *“En los ambientes de trabajo donde se realizan trabajos continuos, la iluminación mínima no será menor de 200 lux” (24).*

9. La calidad de iluminación, involucra la cantidad de luz en ambientes de trabajo, en función de iluminar la actividad visual (28).
10. Los niveles de iluminación en los ambientes de trabajo no solo deben reunir criterios cuantitativos, sino también cualitativos (21).
11. Las normas de iluminación para ambientes de trabajo establecen límites mínimos permisibles para cada actividad económica (29).
12. La Norma Europea denomina iluminación mantenida (Em) a la iluminación del plano de trabajo. Puede ser disminuida o aumentada en trabajos de precisión. La Comunidad Europea estableció para oficinas 500 lux y sala de reunión 300 lux (30).
13. Toda actividad visual requiere de una adecuada iluminación; cuanto mayor sea la dificultad en la percepción visual, mayor será el nivel de iluminación (31).

14. Los niveles de iluminación en un plano de trabajo y en el entorno inmediato a la zona considerada en cincuenta centímetros de distancia como mínimo, que circunda el área de la tarea, en el campo visual (32).
15. Los niveles de iluminación se incrementan en zonas de alto riesgo en vías de circulación de montacargas y carretillas, puede ocurrir incidentes (33).
16. El factor de uniformidad de iluminación en los ambientes de trabajo es una relación de la iluminación mínima sobre la iluminación media, expresada en una unidad. Este factor indica la distribución de la luz en el ambiente de trabajo (33).
17. El factor de mantenimiento de lámparas, luminarias, techo, pared y piso del ambiente, equipos de iluminación y sus accesorios se deprecian (34).
18. Un programa de limpieza de lámparas y luminarias dos veces al año, recupera un 20 % de eficiencia, una lámpara sucia puede perder hasta el 50% de luminosidad (34).

19. La pérdida de luz puede ser considerable, si la suciedad y polvos sobre las superficies de las luminarias y lámparas son pesadas (35).

20. El parámetro para evaluar el factor de mantenimiento fue establecido por el Ministerio de Energía y Minas del Perú (36).

21. La uniformidad de luz mejora la calidad en la visibilidad y la apariencia del ambiente de trabajo, minimiza sombras y reflejos, las superficies oscuras absorben más luz, las superficies brillantes reflejan en forma especular, mientras que las mate contribuyen de manera difusa (37).

22. Prevención de riesgos en salud visual con luz difusa y homogénea en cantidad suficiente (38).

23. El Reglamento Nacional de edificación del Perú, estableció 500 lux para trabajos en oficinas (39).

24. Los cambios bruscos de niveles de iluminación ciegan de forma transitoria, el parpadeo es fenómeno defensivo, favorece el reposo y la lubricación del globo ocular de 4

a 5 parpadeos por minuto; iluminación deficiente eleva el número de parpadeos a más de 10, causando fatiga visual (40).

25. Si la calidad de la iluminación fuese inferior al límite establecido, grupos ocupacionales serán afectados en su rendimiento, estarían propensos a estresarse; los proyectos de edificación deben garantizar una iluminación de entornos visibles (41).

26. La iluminación mejora la visualización de los detalles de las tareas y distancias (25).

27. La iluminación demasiado difusa reduce los contrastes y la percepción tridimensional; mientras que la iluminación excesivamente direccional causa sombras, que dificulta la percepción. Las superficies oscuras absorben más luz, las superficies brillantes reflejan en forma especular, mientras que las mate contribuyen de manera difusa (42).

28. DE LA RIVA, la calidad de la iluminación debe satisfacer requerimientos de la tarea, control de deslumbramiento; el hombre pasa más del 70% de su vida en el trabajo. (43).

2.2.7 Guía de higiene visual en el trabajo.

- a) Disponer de una iluminación homogénea de luz difusa, con niveles suficientes.

- b) Una buena iluminación crea ambientes saludables, de entorno visual agradable, las personas trabajen con seguridad y precisión sin molestia visual.

- c) Coloque la pantalla del monitor un poco más baja del nivel de los ojos.

- d) Disponga los materiales cerca de la pantalla para minimizar los movimientos de la cabeza y los ojos.

- e) Mantenga las pantallas de iluminación limpias y libres de polvos.

- f) Incluya momentos de descanso para evitar la fatiga visual.

- g) Mantenga sus ojos lubricados (parpadeo) para prevenir la resequedad.

- h) Utilizar la luz natural siempre que sea posible.

- i) Evitar sombras en el plano de trabajo.
- j) Color de las paredes, techos y superficies no deben ser ni muy oscuros ni excesivamente brillantes.
- k) Disponer de luces de emergencia adecuadas y prever un mantenimiento del sistema de iluminación.
- l) Controlar el parpadeo en los fluorescentes.
- m) Un ambiente de trabajo bien iluminado brinda confort visual.
- n) Fuentes de luz evite deslumbramientos y reflejos molestos en pantallas de visualización.
- o) En los puestos de trabajo las ventanas, tabiques no provoquen deslumbramiento directo y reflejos en la pantalla.
- p) Mantener ventanas con cobertura y regulable para atenuar la luz del día.
- q) Evitar todos los contrastes.

- r) Superficie de escritorios de color madera natural que no sean brillantes.

2.2.8 Diseño de proyectos de iluminación

GARCIA Fernández, Javier utilizó el método de lúmenes para diseñar la iluminación general (37).

- a) Altura del piso al plano de de trabajo = 0.85 m.
- b) Nivel de iluminancia media (E) = actividad visual (según normas).
- c) Tipo de lámparas.
- d) Sistema de alumbrado.

- ✓ **Altura de suspensión de las luminarias** según el sistema de iluminación:

h : = altura entre el plano de trabajo y las luminarias

h' : = altura del local

d : = altura del plano de trabajo al techo

d' : = altura del plano de la luminaria y el techo (figura 02). El cálculo se realiza con las formulas de la tabla 01.

- ✓ **Índice del local (k)**, en el método europeo k tiene valores de 1 al 10. El cálculo se realiza con las siguientes formulas de la tabla 3.

- ✓ **Coefficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo, cuyos valores se encuentran tabulados en la tabla 4.
- ✓ **Factor de utilización (CU)** a partir del índice del local y los factores de reflexión. En las tablas se encuentran los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión e índice del local para cada tipo de luminarias. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar, utilizando la tabla 05.
- ✓ **Determinar el factor de mantenimiento (fm).** Este coeficiente depende del grado de suciedad del ambiente y de la frecuencia de la limpieza del local, se puede tomar los valores para ambientes limpios 80 % y para ambientes sucios 060 %.
- ✓ **Cálculo del flujo luminoso** total necesario en la formula:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_M}$$

Donde:

Φ = flujo luminoso total

E = iluminancia media deseada

S = superficie del plano de trabajo

η = factor de utilización

f_M = factor de mantenimiento

✓ **Cálculo del número de luminarias** en la formula

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Donde:

N = número de luminarias

Φ_T = flujo luminoso total

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara

n = número de lámparas por luminaria

✓ **Distribución de la luz en el local:**

Calculado el número de lámparas y luminarias se procede a distribuir en el local. En ambientes de forma rectangular las luminarias se distribuyen en filas paralelas a los ejes de simetría del local, donde N es el número de luminarias, se determinan con la fórmula

$$N_{largo} = N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho} \right)$$

- ✓ **La distancia máxima de separación** entre las luminarias depende del ángulo de apertura del haz de luz y la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo, se observa en la tabla 6 y la figura 3.
- ✓ **Comprobación de los resultados de la iluminancia diseñada**, puede ser igual o superior a la recomendada, aplicando la siguiente fórmula:

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{tablas}$$

2.3 DEFINICIONES

a) La luz que perciben los ojos, son un conjunto de radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda comprendida entre los 380 nm y 770 nm. La luz forma parte del espectro electromagnético, está conformada por tipos de ondas: rayos cósmicos, rayos gamma, rayos ultravioletas, rayos infrarrojos y las ondas de radio y televisión (figura 01).

b) Clasificación de la luz según su naturaleza:

1. **Iluminación natural** producida por la luz solar, depende de la

luminosidad del cielo según la atmósfera, los obstáculos que presentan los árboles y la altura de los edificios, forma y dimensión de las ventanas y claraboyas.

2. **Iluminación artificial** son las fuentes de energía proporcionadas por las lámparas eléctricas.

c) Clasificación de la iluminación según su distribución:

1. **Iluminación general** es aquella en que las luminarias se distribuyen para obtenga una iluminación uniforme en los planos de trabajo.
2. **Iluminación complementaria** es alumbrado diseñado para aumentar el nivel de iluminación en un plano de trabajo determinado.
3. **Iluminación localizada** complementa a la iluminación general con luz directa en objetos concretos en los que se requiere mayor nivel de iluminación.

a. **Flujo luminoso** de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hertz y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios. También se define como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm), la formula es $\eta = I \cdot \omega$

β . **Intensidad luminosa** de una fuente puntual que emite flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un

esterorradián, su símbolo es I y su unidad la candela (cd), la formula es $I = \Phi / \omega$.

c. **Cantidad de luz**, es el flujo luminoso emitido por unidad de tiempo, unidad es lumen por segundo (lm.s), su símbolo es Q ; la formula es $Q = \Phi T$.

d) **Rendimiento luminoso**, es el flujo luminoso emitido por unidad de potencia, su símbolo es η , su unidad es lumen por vatio (lm/W), la formula es $\eta = \Phi / W$.

e) **Iluminancia o iluminación** (E), es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de superficie infinitesimal dividido por el área de este elemento de superficie. Unidad: lux ($lx = \text{lumen/m}^2$). y la ecuación es $E = d f_v / d S$. La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente de luz y la superficie iluminada. Unidad: Lux = lumen/m^2 .

f) **Lux**, es la unidad de medida del sistema métrico decimal para cuantificar los niveles de iluminación. Equivale al nivel de iluminación que produce un lumen distribuido en un metro cuadrado de superficie ($\text{lux} = \text{lumen} / \text{m}^2$).

g) **Luminancia**, es la intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie, su símbolo es L , su unidad es candela / m^2 (cd/cm^2), la formula es $L = I / S$.

h) Agudeza Visual, es la facultad de éste para apreciar dos objetos 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 cuanto más intensa es ésta. La agudeza visual se clasifica en: agudeza visual de detección permite determinar si un objeto está presente en el campo visual, agudeza visual de reconocimiento permite conocer de qué objeto se trata, agudeza visual de resolución permite discriminar partes o contornos del objeto, agudeza visual de localización permite juzgar la posición de un objeto en el espacio. La iluminación para una correcta percepción varía con la capacidad visual, la edad de las personas, la persona mayor de edad requiere más luz; una persona de 60 años requiere al doble de luz que uno de 20 años, además su vista es más sensible.

i) Campo visual es la parte del entorno visual, que la persona percibe con ojos cuando los ojos y la cabeza permanecen fijos, sin realizar ningún movimiento ocular.

j) Capacidad unificada límite del deslumbramiento (CUDL).- En esta norma, todos los valores de la *CUD* están basados en la posición normalizada del observador, los que han sido validados por el método tabular de la *CUD* a una razón 1:1 de

espaciamiento/ altura. Los datos de la *CUD* serán corregidos según el flujo luminoso inicial de las lámparas utilizadas. Si la instalación de iluminación está compuesta por diferentes tipos de luminarias o lámparas con diferente fotometría, o por ambas, la determinación del valor de la *CUD* se aplicará a cada combinación de lámpara.

k) Color de lámpara.- Las cualidades de color de una lámpara casi blanca está caracterizadas por dos atributos.- apariencia de color de la propia lámpara, las capacidad del rendimiento de color, las que afectan la apariencia de color de los objetos y personas iluminadas. El valor máximo de rendimiento de color es 100, lámparas con rendimiento inferior a 80 no son utilizados en ambientes de trabajo con personas que permanecen largos períodos. A excepción puede ser utilizadas en naves industriales mayores de 6 metros de altura, también en la iluminación de exteriores.

l) Confort.- los niveles de iluminación deben adecuarse al tipo de tarea y objeto a iluminar a fin de evitar fatiga visual.

m) Deslumbramiento es cualquier brillo que causa molestias, dificulta la visión resolución de la imagen, causa fatiga visual.

Las clases de deslumbramiento son:

1. **Deslumbramiento directo:** enfocada por la luz directa a los ojos. Se recomienda que las lámparas tengan pantallas difusoras.

2. **Deslumbramiento reflejado:** proveniente del reflejo de las fuentes de luz sobre superficies especulares en dirección al ojo.

n) **Entorno inmediato** es la zona que circunda el área de la tarea cuyo ancho dentro del campo visual es como mínimo 0.5 m. Los cambios espaciales rápidos en la iluminación alrededor del área de la tarea pueden conducir a la tensión visual y a la incomodidad.

o) **Factores ergonómicos** influyen en la tarea visual:

1. **Tamaño de la fuente:** un área muy extensa de luz de bajo brillo, puede deslumbrar como un área pequeña de alto brillo.

2. **Posición de la fuente de luz:** el deslumbramiento disminuye rápidamente a medida que la fuente de luz se aparta de la línea de visión.

3. **Contraste de brillo:** cuanto mayor es el contraste de brillo entre la fuente de luz que deslumbra y sus alrededores, mayor será el efecto del deslumbramiento.

4. **Tiempo:** una exposición prolongada a la luz durante un período de tiempo puede ser molesta.

5. **Características de la tarea:** tamaño, forma, posición, color del detalle y el fondo.

6. **capacidad oftálmica del operador:** agudeza visual, percepción de la profundidad, percepción de color.

p) **Fatiga ocular,** se debe al cansancio del músculo ciliar encargado de la acomodación del cristalino o de la musculatura

extraocular. Suele presentarse cuando se somete la vista a esfuerzos continuos de fijación. Se manifiesta con un ligero enrojecimiento y sensación de malestar en los ojos, dolor de cabeza.

q) Luminaria son equipos de iluminación que distribuyen, controlan la luz las lámparas, incluye accesorios necesarios para fijar, proteger, operar y conectar al circuito eléctrico.

r) Luxómetro es instrumento diseñado para medir la iluminación, los modelos son de aguja o cuarzo. Se recomienda usar los provistos de fotocélula de silicio.

s) Percepción, el ojo y cerebro interactúan de tal manera que su rango de adaptabilidad a las variaciones de iluminación es muy amplio, originando una percepción subjetiva de la brillantez de un objeto. La percepción de una iluminación con alta o baja brillantes con contraste alto entre los niveles de brillantez de un objeto y su alrededores dejan de sentirse como tales una vez que el individuo se ha adaptado a ese nivel de brillantez.

t) Reflectancia es la caída de una emisión luminosa sobre las paredes que son reflejadas y aprovechada según el poder reflectante de las superficies. Los factores de reflectancia para ambientes: techo = 0.6 a 0.9, pared = 0.3 a 0.8, plano de trabajo = 0.2 a 0.6, piso = 0.1 a 0.5.

u) Temperatura de color., es una expresión que se utiliza para indicar el color de una fuente de luz por comparación de ésta con el color del cuerpo negro, o sea, del Radiante perfecto

teórico. Como cualquier otro cuerpo incandescente, el cuerpo negro cambia de color a medida que aumenta su temperatura, adquiriendo al principio, el tono de un rojo sin brillo, para luego alcanzar el rojo claro, naranja, amarillo, y finalmente el blanco, el blanco azulado y el azul. La temperatura de color no es en realidad una medida de temperatura. Define sólo color y sólo puede ser aplicada a fuentes de luz que tengan una gran semejanza de color con el cuerpo negro.

v) Visibilidad, es la cualidad de ser perceptible un objeto por el ojo humano, depende del tamaño, la luminancia, contraste, capacidad visual, distancia del observador, tiempo de observación, habilidad del observador. La visibilidad es importante en la seguridad.

CAPITULO III

MATERIAL Y MÉTODO

3.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN:

Los ambientes de la Dirección General de Salud Ambiental se encuentran ubicados en el Pasaje las Amapolas N° 350, urbanización San Eugenio, Distrito de Lince, Provincia y Departamento de Lima.

3.2 POBLACIÓN O UNIVERSO:

La población esta conformado por 82 ambientes de oficinas de la DIGESA, los cuales se encuentran distribuidos en cuatro pisos.

3.3 UNIDAD DE ANALISIS Y MUESTREO

La unidad de análisis es la iluminación del ambiente de oficina.

3.4 TIPO DE MUESTREO:

El muestreo de los ambientes es de tipo no probabilística, con criterios previamente identificados que interesan al estudio.

3.5 MARCO MUESTRAL

Es un marco de referencia que nos permite identificar físicamente los elementos de la población, así como la posibilidad de enumerarlos y seleccionar los elementos muestrales (44).

El marco muestral esta compuesto por 79 ambientes de oficinas que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

1. **Criterio de inclusión**, se incluye en el estudio de investigación los ambientes de trabajo, ubicados en cuatro pisos de edificación. La iluminación según la Norma ISO 8995 en la categoría oficinas. "*Los puestos de tareas con requerimiento visual sencillo*", con Límite de 200 a 750 lux.

2. **Criterios de exclusión**, se excluyeron ambientes de niveles de iluminación diferentes escaleras, pasadizos, jardines, parqueo de unidades móviles, ambiente de equipo médico odontológico. Se excluyó los ambientes de Centro Nacional Salud Ocupacional y Protección del Ambiente del Instituto Nacional de Salud ubicados.

3.6 VARIABLE:

La variable de estudio es la calidad de iluminación, con las siguientes subvariables: la cantidad de iluminación, factor de uniformidad, factor de mantenimiento y costo de iluminación.

3.7 DISEÑO:

El diseño de la investigación es de tipo observacional, descriptivo y transversal.

3.8 MATERIALES E INSTRUMENTOS

a) Luxómetro digital marca LT Lutron modelo LX- 101 Lux Meter, serie N° 275075. Equipo provisto con elementos correctores de coseno que responde a la luz proveniente de todas las

direcciones, corrección de color, detector con una desviación máxima de +/- 5 % respecto a la respuesta espectral fotópica, precisión de +/- 5 %. Con rango de medición de 0.5 a 10 000 lux. Luxómetro con calibración vigente, según la norma establecido y manual del fabricante.

- b) Lámparas fluorescentes y luminaria.
- c) Ambientes de trabajo.
- d) Parámetros de niveles de iluminación establecidos en la norma ISO 8995.
- e) Higrómetro digital marca BEHA modelo 93420, Made in USA escala de 20 °C a 60 °C y escala de humedad relativa de 10 a 95 %.
- f) Parámetro del factor de mantenimiento establecido por el Ministerio de Energía y Minas del Perú.
- g) Instrumento de diagnóstico de condiciones de iluminación.
- h) Parámetro del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España).
- i) Formato de recolección de datos de campo.
- j) Formato de procesamiento de datos de campo.

3.9 PROCEDIMIENTOS

- a) Diagnóstico situacional de iluminación con un instrumento de información.

- b) Observación de problemas de iluminación e higiene en los ambientes.
- c) Recolección de datos de niveles de iluminación, utilizando un luxómetro, medición sistemática en jornadas normales de trabajo.
- d) Calibración del luxómetro en la Universidad Nacional de Ingeniería.
- e) Verificación del instrumento, display, comandos y batería.
- f) Medición de iluminación en el plano de trabajo a 80 centímetros del piso, no proyectar sombra sobre el instrumento de medición (45). Se determinó 3 lecturas para obtener el promedio de la lectura representativa.
- g) El método de medición de niveles de iluminación ha sido utilizando la Norma Colombiana, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- h) Las mediciones se realizaron en 79 ambientes de oficinas de trabajo. Cada lectura fue tomada en 5 segundos de estabilización.
- i) Se elaboró matriz de ecuaciones lineales, para determinar la calidad de iluminación. La validación queda para posteriores investigaciones.
- j) Los datos de campo fueron sistematizados.
- k) Uso de las normas nacional e internacional.

- l) Análisis de diagrama factor riesgo iluminación en ambientes.
- m) Determinaron las ocupaciones más expuestas.

3.10 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- a) Tabulación de datos de campo
- b) Procesamiento de los datos de campo
- c) Análisis de datos de campo utilizando las técnicas estadísticas.
- d) La descripción de las variables se expresó en tablas de frecuencias y porcentajes.
- e) Se comparó la cantidad de niveles de iluminación con los parámetros de la Norma ISO 8995
- f) Elaboración de figuras estadísticas

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 CANTIDAD DE ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación en ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental se halló en un 32.91% en la categoría baja, iluminación menores de 200 lux. Situación que puede causar riesgo para la salud visual de las personas expuestas. Un 26.58 % de ambientes se encontraron en la categoría medio, siendo el parámetro de 200 a 300 lux. Un 40.51% de ambientes se hallaron con niveles de iluminación en la categoría alto, se observa en la tabla 12 y figura 5.

4.2 UNIFORMIDAD DE ILUMINACIÓN

El factor de uniformidad determinado en los ambientes de trabajo. Un 70.88% de ambientes se hallaron en la categoría alto ubicados en el intervalo de 0.70 a 1.00, Un 18.99 % de ambientes se encontraron en la categoría medio cuya ubicación en el intervalo es de 0.50 a 0.69. Un 10.13 % de ambientes se hallaron en la categoría bajo en el intervalo de 0 a 0.49 (tablas 13 y figura 6).

4.3 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

El factor de mantenimiento se halló un 41.77 % de ambientes en la categoría alto, un 18.99 % de ambientes en la categoría medio y un 39.24 % de ambientes en la categoría bajo, se observa en la tabla 14 y la figura 7.

4.4 COSTO DE ILUMINACIÓN

Los costos de iluminación en ambientes de trabajo se determinó de la siguiente manera: un 70 % se incurre en equipos de iluminación, un 20 % involucra servicios profesionales de diseño arquitectónico e instalaciones, un 10 % en mantenimiento de equipos de iluminación (figura 08).

4.5 CALIDAD DE ILUMINACIÓN

La calidad de iluminación en los ambientes de trabajo de la DIGESA es medio, se determinó por el método de ecuaciones lineales $70 X_1 + 20 X_2 + 5Y_3 = 95$. La validación de esta ecuación queda para futuras investigaciones (tablas 11).

Utilizando el método de matriz difusa relacional se determinó el valor medio, se observa en la tabla 20.

4.6 OCUPACIONES MÁS EXPUESTAS:

El número de trabajadores expuestos por área de trabajo determinado : 3 personas en la Dirección de Salud Ocupacional, 20 personas en administración, 11 personas en la Dirección de ecología y Protección del Ambiente, 9 personas en la Dirección de Saneamiento Básico y 9 personas en la Dirección de higiene alimentaria y zoonosis (tabla 29).

Las ocupaciones más expuestas a límites mínimos de iluminación son 30 ingenieros, 14 administrativos, 04 secretarías, 01 auxiliar de enfermería, 02 almacenero, 01 técnico sanitario (figura 9).

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1 CANTIDAD DE ILUMINACIÓN

32.91% de ambientes se encuentran en la categoría baja y un 26.58 % de ambientes se encontró en la categoría medio y un 40.51% de ambientes se hallaron en la categoría alto (tabla 12). PATTINI realizó un compendio de normas de iluminación de diferentes países de América, Europa y Asia y determinó niveles de iluminación de 300 a 1000 lux para trabajos en oficinas. La investigación determinó un 32.91 % de ambientes con iluminación menor de 200 lux. La norma internacional ISO 8995 aceptada por

países como patrón en iluminación laboral, prohíbe niveles inferiores a los 200 lux para ambientes de trabajo, esto causaría riesgos a la salud visual y estrés (41). Se infiere la iluminación hallada inferior a 200 lux afectaría la salud visual y rendimiento y calidad de servicio. ASSAF Leonardo, RUTKAY Fernando realizaron un trabajo de investigación en incremento de productividad con la iluminación, ellos mencionan que Blackwell en 1946; Weston en 1927, y la Comisión Internacional de Electricidad CIE en 1981, demostraron que a mayor iluminación mayor productividad (10), obviamente si se mejora la calidad de iluminación se mejora el rendimiento. DE LA RIVA realizó estudios con la variable cantidad de iluminación de 1,000 a 1,200 lux, determinó una mayor productividad en el sector industrial en Europa así como en los Estados Unidos de Norte América. EFFICIENT LIGHTING INITIATIVE 1999 determinó en el Perú la iluminación es deficiente por la ausencia de la normatividad. BRUNETTE (2003), realizó estudios en el Perú relacionado a la exposición de riesgos laborales en 12 empresas industrial textil, bebidas y alimentos, plásticos, productos químicos, impresión y distribución de diarios, construcción y automotriz, concluyendo la iluminación es pobre en ambientes de trabajo. El DS 009-2005 Reglamento de seguridad y salud en el trabajo propicia la mejora continua, la participación concertada de empleador, trabajador y estado. Larraburu dice que la luz brillante envía señales a la

glándula pineal y al núcleo supraquiasmático del sistema nervioso central que es nuestro reloj interno, localizado dentro del hipotálamo. Cuando la glándula pineal se activa por el efecto de la luz, esta interrumpe la liberación de la melatonina, que es la hormona que nos hace sentir cansados, también la luz provoca la liberación de la serotonina el neurotransmisor que regula el apetito, el ánimo y la energía, las personas con depresión invernal tienen menos serotonina y más melatonina en el cuerpo durante sus episodios depresivos especialmente en el invierno, en Lima cuando la nubosidad es densa puede suceder estas anomalías. Las normas sobre niveles de iluminación en ambientes de trabajo establecen límite mínimo de iluminación. La Comunidad Europea estableció para trabajos en oficinas de 500 lux (30), a su vez esta iluminación puede ser disminuida o aumentada en circunstancias críticas cuando se hacen trabajos de precisión, mientras que en el estudio se observa el mismo nivel de iluminación aun cuando se realizan trabajos de precisión. Las condiciones inadecuadas de iluminación en los ambientes de trabajo pueden causar consecuencias negativas en la seguridad y la salud visual, la deficiente visibilidad en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso, pueden causar incidentes y accidentes (25) (26). Reglamento Nacional de edificación del Perú, estableció 500 lux para ambientes de trabajos en oficinas (39), este no tiene competencia laboral. La iluminación mejora el rendimiento visual,

identifica detalles de tareas y distancias (25). La inadecuada iluminación puede tener consecuencias negativas en la seguridad (25). La iluminación natural se complementa con la artificial, si los niveles de iluminación son inferiores a los límites establecidos (24). Aumenta niveles de iluminación para visualizar los riesgos (33).

5.2 UNIFORMIDAD DE ILUMINACIÓN

La distribución de la iluminación en ambientes de trabajo se halló en un 41.77 % en la categoría alto, un 18.99 % de ambientes se encontraron en la categoría medio y un 39.24 % de ambientes se hallaron en la categoría bajo (figura 06). El factor de uniformidad de iluminación en los ambientes de trabajo es una relación de la iluminación mínima sobre la iluminación media, expresada en una unidad. Este factor indica la distribución de la luz en el ambiente de trabajo (33). La uniformidad de la iluminación mejora la visibilidad y apariencia del ambiente, minimiza sombras y reflejos (42). Las superficies oscuras absorben mas luz, las superficies brillantes reflejan en forma especular, mientras que las mate contribuyen de manera difusa (37). La iluminación demasiado difusa reduce los contrastes y la percepción tridimensional, la iluminación directa causa sombras y dificulta la percepción (42). La iluminación homogénea, difusa en cantidad suficiente previene riesgos a la seguridad y salud (38).

5.3 MANTENIMIENTO

El factor mantenimiento se halló en un 41.77 % para ambientes en la categoría alto, un 18.99 % de ambientes en la categoría medio y un 39.24 % de ambientes en la categoría bajo (figura 07). El factor de mantenimiento se relaciona con la limpieza de lámparas, luminarias, techo, pared y piso del ambiente; los equipos de iluminación con el uso se deprecian, sufren la disminución en su capacidad de rendimiento por la acumulación de polvos sobre su superficie (34). La pérdida de luz puede ser considerable, si la suciedad y polvos sobre las superficies de las luminarias y lámparas son pesadas (35). Un programa de limpieza de lámparas y luminarias dos veces al año, implica la recuperación en un 20 % de eficiencia, una lámpara sucia puede perder hasta el 50% de luminosidad (34). El parámetro para evaluar el factor de mantenimiento fue establecido por el Ministerio de Energía y Minas del Perú (36).

5.4 COSTO DE ILUMINACIÓN

El costo de iluminación se halló un 70 % en equipos, un 20 % de servicios profesionales en diseño arquitectónico y 10 % de costos de mantenimiento (figura 08). La calidad de la iluminación esta relacionado con el costo de adquisición de equipos de iluminación, los de mejor calidad tienen un precio mayor. El costo esta

relacionado con el diseño de los proyectos de iluminación en honorarios profesionales así como en la instalación realizada por técnicos conforme a las especificaciones. El costo esta en función del mantenimiento preventivo y correctivo tanto de los equipos de iluminación y ambientes.

5.5 CALIDAD DE ILUMINACIÓN

La calidad de iluminación se determinó en la ecuación $70 X + 20 Y + 5 z = 95$, ubicado en el valor medio (tabla 16). Con el método de matriz difusa relacional se llegó al mismo resultado (tabla 20). Estudios realizados en aulas de la Universidad de Guanajuato, concluyeron que la cantidad de luz no asegura por sí sola una buena iluminación, se requiere la calidad de iluminación (9). La calidad de iluminación, involucra la cantidad de luz en ambientes de trabajo, en función de iluminar la actividad visual (28). Los niveles de iluminación en los ambientes de trabajo no solo deben reunir criterios cuantitativos, sino también cualitativos (21). Si los niveles de iluminación fueran deficientes grupos ocupacionales estarían estresados (41). La iluminación mejora en la identificación de los detalles de las tareas (25). La iluminación demasiado difusa reduce contraste y percepción tridimensional, la direccional causa sombras (42).

5.6 OCUPACIONES MÁS EXPUESTAS

El número de trabajadores expuestos por área de trabajo determinado : 3 personas en la Dirección de Salud Ocupacional, 20 personas en administración, 11 personas en la Dirección de ecología y Protección del Ambiente, 9 personas en la Dirección de Saneamiento Básico y 9 personas en la Dirección de higiene alimentaria y zoonosis. (Figura 9). Las ocupaciones mas expuestas son 30 ingenieros, 14 administrativos, 04 secretarias, 01 auxiliar de enfermería, 02 almacenero, 01 técnico sanitario (tabla 29). Si la calidad de la iluminación fuese inferior al límite establecido, los grupos ocupacionales se verían afectados en su rendimiento, y estaría propenso a estresarse (41).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- a) La calidad iluminación en los ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental es medio o regular, demostrado por dos métodos, la ecuación lineal determinó dos variables de calidad alto y una de calidad medio; el método de la matriz difusa relacional se determinó medio.

- b) Los niveles de iluminación en los ambientes de trabajo tiene un promedio de 311.73 lux; valor ubicada en la categoría alto.

- c) El factor de uniformidad, que indica la distribución de la luz en los

ambientes se encuentra en la categoría alto, por el método de la matriz difusa relacional se halló excelente.

d) El factor de mantenimiento de los equipos de iluminación en los ambientes de trabajo se encuentra en la categoría medio, en la ecuación lineal, en el método de de matriz difusa relacional es media.

e) Las ocupaciones mas expuestas son las que se encuentran en la dirección de zoonosis e higiene de alimentos, oficinas ubicadas en el primer piso, estos ambientes carecen de ventanas para aprovechar la iluminación natural, el diseño de las instalaciones de la iluminación artificial son deficientes.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- a) En los ambientes críticos o de riesgo para la salud visual de las personas expuestas incrementar los niveles de iluminación superior a 200 lux hasta 750 lux. En cumplimiento a la recomendación 120 de la OIT, Institución tutelar internacional dedicada a la protección de la salud de los trabajadores. Las normas ISO 8995, así como la norma de la Comunidad Económica Europea recomiendan iluminación mínima de 200 lux en jornada laboral de 8 horas.

- b) Mejorar el diseño en la distribución uniforme de la iluminación en los ambientes de trabajo, específicamente en las áreas críticas a fin de mejorar la calidad y el confort visual.

- c) Realizar el mantenimiento de los equipos de iluminación en los ambientes de trabajo, cambiado de lámparas quemadas, limpiado las pantallas, pintado de paredes y limpieza de los pisos, reparando las persianas a fin de mejorar la calidad de iluminación en los ambientes de trabajo.

- d) Capacitar al personal de mantenimiento en la medición de niveles de iluminación para corregir los niveles deficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. OPS/OMS. Salud de los trabajadores en la región de las Américas. 41 Consejo Directivo (San Juan de Puerto Rico) 1999; p.1-15.
2. OIT. Perfil diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo de los países de la Comunidad Andina (Perú) 2003; p. 89.
3. VICTORIO Anacleto, PALACIOS Alberto, HUAMÁN Walter, CHUMBE Wellington, RUIZ Donato, CAMASI Oswaldo, et. al. Manual de Salud ocupacional. DIGESA / OPS (Perú) 2005; 1(2647): 7-15.
4. Decreto Supremo N° 009-2005-TR, Reglamento de Seguridad y salud en el trabajo. (Diario oficial el peruano del 29 de septiembre 2005).
5. D.S N° 023 2005-SA. Reglamento de organización y funciones del Ministerio de Salud. (Diario oficial el peruano del 01 de enero de 2006).
6. DE LA RIVA Gabriel. Influencia de la Iluminación en la productividad. Universidad Mar del Plata. [Artículo en línea] 2003. Disponible en: <<http://www.ingelectrista.com.ar/Notas/ilumProdu.htm>>[consultado febrero 2006].
7. PATTINI Andrea. Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales una comparación internacional. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto de Ciencias Sociales y Ambientales. Argentina. [Artículo en línea] 2004. Disponible en: <<http://www.cricyt.edu.ar/>> [consultado: julio 2005].
8. INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. Iniciativa de iluminación eficiente. Technical and Environment Department. Environment Division. Environmental Projects Unit. 1999.p.1-3.
9. PLASCENCIA Ulises. Iluminación y ambiente cromático. Análisis Ergonómico de las Aulas del Nuevo Campus de la Unidad de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guanajuato. [Artículo en línea] 2003. Disponible en: <<http://www.ergoprojects.com/contenido/articulo.php>> [consultado: febrero 2006].
10. ASSAF Leonardo, RUTTKAY Fernando. Qué es la eficiencia en la iluminación. Perspectivas de la eficiencia energética en la iluminación (Brasil) 2003; p.2-16.
11. PATTINI Andrea. Iluminación en entornos de trabajo. Instituto de Diseño. Dirección de Investigaciones. U N Cuyo. Argentina.

- Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. [Artículo en línea] 2004. Disponible en: <http://www.fad.uncu.edu.ar/skins/www_fad/download/25%20DE%20ABRIL-PATTINI.pdf> [Consultado en julio 2006].
12. BRUNETTE María. Satisfacción, salud y seguridad ocupacional en el Perú. Economía y sociedad (Perú) 2003; 9:p.49-50.
 13. SARFATI Jonathan. El Sol nuestra estrella especial. Revista creation (22) [Artículo en línea] 2000 .Disponible en: <<http://www.answersingenesis.org/espanol/docs/1020sol.asp>>. [consultado Agosto 2006].
 14. UGARTE Jimena. Guía de arquitectura bioclimatica. Instituto de arquitectura tropical. [Artículo en línea] 2004. Disponible en: <<http://www.guia%20bioclimatica%201.pdf>>. [Consultado Agosto 006].
 15. GÉNESIS. Antigua versión de Casiodoro de Reyna (1569). EE UU: La Liga Bíblica; 1986. Génesis: versículo 1. Sagrada Biblia. Traducida por Wolf the student Bible. EE UU; 1991. La creación 1:3.
 16. LASZLO Carlos. Curso de iluminacion. [Artículo en línea] 2004. Disponible en:<<http://exp-gráfica.uma.es/profesores/www.rgs/document/luminotecnia/curso-ilumino.pdf>>. [Consultado abril del 2006].
 17. HISTORIA DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL [Artículo en línea] 2004. Disponible en: http://www.bekolite.com/spanish/historia_iluminacion.html. [consultado febrero 2006].
 18. Larraburu Isabel. La influencia de la luz en nuestra vida. La luz en nuestra vida. [Artículo en línea] 2003. Disponible en: <http://www.compumedicina.com/psiquiatria/psi_210501.htm>. [Consultado septiembre 2006]
 19. GUERRERO Pupo, MUÑOZ Amell, CAÑEDO Andalia. Salud Ocupacional. Nociones Útiles para los Profesionales de la Información. La Habana: SCIELO ACIMED. 2005: 2-18.
 20. REQUEJO Carlos. Iluminación, fotobiología y rendimiento laboral .Universidad Politécnica de Cataluña.. [Artículo en línea] 2003. Disponible en :<<http://www.domobiotik.com/ilum.htm>>. [Consultado en mayo 2006].
 21. RAMOS Fernando, HERNÁNDEZ Ana. Condiciones necesarias para el confort visual. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (España) 1998; 2. p.46.7- 46.19.
 22. COOPER Georges. Los servicios de la salud en el trabajo y la práctica. Enciclopedia de Salud Y seguridad. OIT. (España) 2001; 1: p.16.21.

23. Organización Internacional de Trabajo. Recomendación sobre la higiene (comercio y oficinas). [Artículo en línea] 2005. Disponible en: <http://www.training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/legis/ilolist.htm>. [Consultado: en enero de 2006].
24. ISO 8995/CIE S 008: Iluminación de puestos de trabajo en interiores. NC. Publicada por la ISO y la CIE, 2002.(Oficina Nacional de Normalización Octubre 2003).
25. SMITH Alan. Condiciones de iluminación general. Enciclopedia de Salud y seguridad en el Trabajo.1998. 2. P. 46.13 – 46.19.
26. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIKEN. Manual de alumbrado. Centro de ingeniería y diseño de alumbrado (España) 1990; p.45-90.
27. LASZLO Carlos. Iluminación adecuada vs. Iluminación inadecuada. [Artículo en línea] 2004. Disponible en: <<http://www.electroindustria.com/aplicación>>.[Consultado Abril 2006].
28. Decreto Supremo No 015-2004/Vivienda. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica EM.010. Instalaciones eléctricas en interiores (Diario oficial el peruano 06 de septiembre de 2004).
29. GARCIA Javier. Iluminación de interiores [artículo en línea] 2003 .Disponible en: < E:\ILUMINACION\TODO SOBRE Iluminación \iluminación de interiores.htm> [consultado: Enero 2006].
30. UNE 12464.1. Iluminación de los lugares de trabajo en interiores. Norma Europea (España) 2003.
31. Decreto Supremo N° 29/65- DGS. Reglamento para la Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales (Diario oficial el Peruano 08 febrero de 1965). p.6.
32. PHILIPS LIGHTING. Diseño e instalación de iluminación. Manual de iluminación. 5ta edición.1993. p. 127-151.
33. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Iluminación en Ambientes de Trabajo. Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de Lugares de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. Real Decreto 486/1997 Artículo 8. [Artículo en línea]. Disponible en:<<http://www.mtas.es/insht/index.htm>>. [Consultado marzo 2006] .p. 51-61
34. LAZLO Carlos. Factor de mantenimiento. [Artículo en línea] 2003. Disponible en: <http://www.laszlo.com.ar/manual/pag_63.pdf>. [Consultado Enero 2006].

35. FARFAN José. Mejoramiento de la iluminación del estadio nacional de Lima. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Eléctrica .Universidad Nacional de Ingeniería (Perú) 1999; p. 46.
36. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Norma de alumbrado de interiores y campos deportivos. R.D N° 168-82-EM/DGE. (Perú) 1982; P. 6-31.
37. GARCIA Javier, BOIX Oriol. convertidores estáticos. Centro de innovación tecnológica. España. [Artículo en línea] 2005. Disponible en: <<http://www.edison.upc.edu/ilum/interior/iluit2.html>> [consultado Enero de 2006].
38. [S.N] Guía de prevención de riesgos laborales en oficinas. Universidad de León. España. [Artículo en línea] 2004. Disponible en:<<http://www.unileon.es>> [consultado en Diciembre 2005].
39. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 290-2005/VIVIENDA, Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE comprometidas en el índice aprobado mediante el Decreto Supremo N° 015-2004/Vivienda (Perú) 2005.
40. INSTITUTO SINDICAL DE TRABAJO, AMBIENTE Y SALUD. Iluminación inadecuada. [Artículo en línea] 2005. Disponible en: <<http://www.istas.ccoo.es>> [consultado en abril de 2006].
41. MANUAL DE HIGIENE INDUSTRIAL. Iluminación en ambientes cromáticos. Editorial MAPFRE. 4ta edición (España) 1996; p.770-799.
42. MURILLO Huber. Instalaciones eléctricas e iluminación. Ministerio de Energía y Minas. CD. Versión 3. (Perú) 1997.
43. DE LA RIVA Gabriel. Influencia de la iluminación en la salubridad Universidad Nacional del Mar del Plata. Argentina. [Artículo en línea]. Disponible en: <<http://www.ingelectricista.com.ar/Notas/IlumSalud.htm>>. [Consultado en Junio 2006].
44. HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos, BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. (México) 2006; pg.256.
45. REPUBLICA DE COLOMBIA. Reglamento Técnico Colombiano para Evaluación y Control de Iluminación. [Artículo en línea] 2005. Disponible en. <http://www.aciem.org/banco_conocimiento/R/RTiluminacion/RT%20ILUMINACION.doc>.[consultado Marzo 2006].
46. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO NTP 333 -1994. Manual para la evaluación de riesgos

- laborales. Ministerio de Trabajo y asuntos sociales. España. [Artículo en línea] 2005. Disponible en: <http://www.ccoo.upv.es/Salud_Laboral/Manual_Evaluacion_Riesgos/evaluacion.htm#AnexoA3> [consultado Enero 2007].
47. NORMA ALEMANA. De la iluminación. [artículo en línea] 2005. Disponible en: < D:\arch-D\luz\normas internacionales iluminacion\Llalemania.htm>. [Consultada Diciembre 2005].
48. Decreto Nº 351/79. Reglamento de iluminación. (Argentina) [artículo en línea] 1979 Disponible en:<http://www.fadu.uba.ar/sitiosfadu/nodoc/com-hig-nor-351.doc> [Consultada Diciembre 2005].

ANEXOS

TABLAS

TABLA 01

DIAGNOSTICO DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN

N	Concepto	SI	NO
1	Se han emprendido acciones para conocer si las condiciones de iluminación se ajustan para las diferentes tareas visuales.		X
2	Los niveles de iluminación son los adecuados, en función del tipo de tarea.		X
3	Se sustituyen rápidamente los focos luminosos quemados.		X
4	El programa de mantenimiento contempla la limpieza de lámparas luminosas, luminarias.		X
5	El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos.	X	
6	Los fluorescentes tienen luminarias protector de deslumbramiento	X	X
7	Las personas trabajan de forma continuada frente a las ventanas.		X

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
Bajo	Medio	alto
Más de 5 respuestas negativas	3 respuestas negativas	Todo positivo.

Fuente: Formato deL instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. (33)

Evaluación realizada por: el propio investigador

Resultado de la valoración:

- 5 respuestas negativas con calificación bajo.

TABLA 02

ALTURA DE SUSPENSIÓN DE LUMINARIAS

Condiciones del local	Altura de las luminarias
Locales con iluminación directa y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $d \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Fuente: GARCIA Fernández, Javier. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España [37].

Formulas para determinar la altura de las luminarias.

- En locales con iluminación directa y difusa
- En locales con iluminación indirecta.

TABLA 03

FÓRMULAS DE CÁLCULO DE ÍNDICE DE LOCAL

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semi indirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Fuente: GARCIA Fernández, Javier. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España [37].

Formulas para determinar el cálculo de índice de local:

- iluminación directa y difusa
- Iluminación indirecta.

TABLA 04

FACTOR DE REFLEXIÓN

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Fuente: GARCIA Fernández, Javier utilizó coeficientes de reflexión en los cálculos de iluminación. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España [37].

Los valores se encuentran en la tabla para asignar:

- Coeficientes de reflexión para techo
- Coeficiente de reflexión para pared
- Coeficiente de reflexión para piso.

TABLA 05

FACTOR DE UTILIZACIÓN EN FUNCIÓN DE ÍNDICE DE LOCAL

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local K	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.46	.53	.50	.45
	4	.61	.66	.62	.60	.66	.52	= η	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Fuente: GARCIA Javier. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España (37).

- Interpolación de los valores para determinar el índice del local K.

TABLA 06

VALORES DE SEPARACIÓN DE ESPACIO ENTRE LUMINARIAS

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	≤ 4 m	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Fuente: GARCIA Javier. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España (37).

- Utilizó la tabla de valores de separación entre luminarias en los cálculos de iluminación general.

TABLA 07

PARÁMETRO DE SUBVARIABLES

Categoría	Cantidad de iluminación en (lux)	Factor de uniformidad (fu)	Factor de mantenimiento (fm)
Alto	300 -750	0.70-1.00	80-100
Medio	200-300	0.50-0.69	70-79
Bajo	< 200	0.00- 0.49	60-69

Fuente: Norma ISO 8995, parámetro de la categoría trabajos en oficina *“tareas con requerimiento visual sencillo”*.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España estableció el factor de uniformidad.
- El Ministerio de Energía y Minas del Perú

TABLA 08

CALIDAD DE ILUMINACIÓN

MÉTODO DE MATRIZ DIFUSA RELACIONAL

Cantidad de iluminación	Alta	Medio	Bajo
Alto	excelente	bueno	pobre
Medio	bueno	Justa	pobre
Bajo	pobre	mala	mala

Técnica de matriz difusa relacional, combinación de categoría (alto, medio, bajo) y niveles (excelente, buena, justa, pobre y mala).

Criterios de valoración:

- subvariables eficientes = alto o bueno
- subvariables eficientes = medio o regular
- < 2 subvariables eficiente= bajo o malo

TABLA 09

COSTOS DE ILUMINACIÓN

Costo	Iluminación	Factor de uniformidad (f u)	Factor de mantenimiento (fm)	Costo total
Equipos de iluminación	s/.140.00	0	0	140.00
Diseño profesional	0	40.00	0	40.00
Mantenimiento de equipos	0	0	20.00	20.00
Subtotal	140.00	40.00	20.00	200.00
Porcentaje (%)	70 %	20 %	10 %	100 %

Fuente: Elaborado por el investigador con apoyo de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El costo está directamente relacionado con la calidad.

- Costo expresado en porcentajes.
- Los costos varían según condiciones del local, tipo de equipos y servicios profesionales.

TABLA 10

MATRIZ DE VARIABLES

Categoría	Cantidad de iluminación	Factor de uniformidad (fu)	Factor de mantenimiento (f m)	Costo %
Alto	70 X1	20 X2	10 X3	100
Medio	35 Y1	10 Y2	5 Y3	50
Bajo	17.5 Z1	5 Z 2	2.5 Z3	25

Fuente: Elaborado por el propio investigador.

Construcción de la matriz de subvariables representadas por las letras algebraicas: X, Y, Z.

- 70 % para cantidad, 20 % para uniformidad, 10 % para mantenimiento = 100 % (costo total).
- Criterio de calidad media 35 para cantidad, 10 para uniformidad y 5 para mantenimiento = 50.
- Criterio de 17.5 para cantidad, 5 para uniformidad y 2.5 para mantenimiento = 25.

TABLA 11

MATRIZ DE ECUACIONES LINEALES

1. $70 X_1 + 20 X_2 + 10 X_3 = 100$	15. $35 Y_1 + 5Z_2 + 10 X_3 = 50$
2. $70 X_1 + 20 X_2 + 5 Y_3 = 95$	16. $35 Y_1 + 10 Y_2 + 2.5 Z_3 = 47.5$
3. $70 X_1 + 20 X_2 + 2.5 Y_3 = 92.5$	17. $35 Y_1 + 5Z_2 + 5Y_3 = 45$
4. $70 X_1 + 10 Y_2 + 10 X_3 = 90$	18. $35 Y_1 + 5 Z_2 + 2.5 Z_3 = 42.5$
5. $70 X_1 + 10 Y_2 + 5Y_3 = 85$	19. $17.5 Z_1 + 20 X_2 + 10 X_3 = 47.5$
6. $70 X_1 + 10 Y_2 + 2.5 Z_3 = 82.5$	20. $17.5 Z_1 + 20 X_2 + 5 Y_3 = 42.5$
7. $70 X_1 + 5 Z_2 + 10 X_3 = 85$	21. $17.5 Z_1 + 20 X_2 + 2.5 Z_3 = 40$
8. $70 X_1 + 5 Z_2 + 5Y_3 = 80$	22. $17.5 Z_1 + 10 Y_2 + 10 X_3 = 37.5$
9. $70 X_1 + 5Z_2 + 2.5 Z_3 = 77.5$	23. $17.5 Z_1 + 10 Y_2 + 5Y_3 = 32.5$
10. $35 Y_1 + 20 X_2 + 10 X_3 = 65$	24. $17.5 Z_1 + 10Y_2 + 2.5 Z_3 = 30$
11. $35 Y_1 + 20 X_2 + 5Y_3 = 70$	25. $17.5 Z_1 + 5 Z_2 + 10 X_3 = 32.5$
12. $35 Y_1 + 20 X_2 + 2.5 Z_3 = 57.5$	26. $17.5 Z_1 + 5 Z_2 + 5Y_3 = 27.5$
13. $35 Y_1 + 10 Y_2 + 10 X_3 = 55$	27. $17.5 Z_1 + 5Z_2 + 2.5 Z_3 = 25$
14. $35 Y_1 + 10 Y_2 + 5Y_3 = 50$	

Fuente: Elaborado por el propio investigador

Revisado por la Facultad de matemáticas de la UNSMSM.

La validación de las ecuaciones para futuras investigaciones.

- Intervalo de valor para X = [96 a 100]
- Intervalo de valor para Y = [50 a 95]
- Intervalo de valor para Z = [25 a 49].
- Para X = 1, Y = 1, Z = 1.

TABLA 12

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN

Categoría	Intervalo de Clase	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Alto	300 – 750	32	40.51 %
Medio	200 – 299	21	26.58 %
Bajo	100 – 199	26	32.91 %
Total		79	100.00 %

Fuente: Procesamiento de datos de campo de cantidad de iluminación

Elaborado por el propio investigador.

- Suma de cantidad de iluminación = 24626.5.
- Número de la muestra = 79.
- Media aritmética = 311.73 lux.
- El resultado hallado 311.73 lux esta en la categoría alto, ubicado en la primera clase, el rango de 300 a 750 lux.

TABLA 13

FACTOR DE UNIFORMIDAD

Categoría	Intervalo de Clase	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Alto	0.70 - 1.00	56	70.88 %
Medio	0.50 - 0.69	15	18.99 %
Bajo	0 - 0.49	8	10.13 %
Total		79	100 %

Fuente: Procesamiento de datos de campo de factor de uniformidad

Elaborado por el propio investigador

- El valor medio de factor de uniformidad se halló de la sumatoria de marca de clase por la frecuencia sobre el número de muestras.
- La media del $f_u = 58.485 / 79 = 0.74$.
- El resultado de 0.74 se encuentra en la categoría alto, ubicado en la primera clase de rango entre 0.70 a 1.00.

TABLA 14

FACTOR DE MANTENIMIENTO

Categoría	Intervalo de Clase	Frecuencia	Frecuencia porcentual
alto	80-100	33	41.77 %
Medio	70-79	15	18.99 %
Bajo	60-69	31	39.24 %
Total		79	100 %

Fuente: Elaborado: por el propio investigador.

- El valor medio de factor de mantenimiento se halló de la sumatoria de marca de clase por la frecuencia sobre el número de muestras.
- Media aritmética (fm) = $6087 / 79 = 77.05$, valor hallado se ubica en la categoría medio, en el intervalo de clase de 70 a 79.

TABLA 15

CONDICIÓN DE LIMPIEZA DE AMBIENTES

Ambiente	Condición de limpieza					
	material	Color	textura	limpia	regular limpieza	suciedad
Paredes	Concreto enlucido	Verde claro	Fina	X		
Techo	Concreto enlucido	blanco	Fina	X		
Piso	Vinílico	Verde	Fina	X		
Superficie de trabajo	Mesa de escritorio de caoba con vidrio	caoba	Fina	X		
Equipo o Máquina	CPU, monitor	Gris blanco	Fina	X		
Luminarias	Pantallas	Blanco	Fina		X	

Fuente: Datos de campo

Elaborado por el investigador.

- Las características de los colores de los ambientes de trabajo del techo, pared y piso en la calidad de la iluminación.
- Los datos de campo ayudan a estimar el factor de mantenimiento.

TABLA 16

CALIDAD DE ILUMINACIÓN METODO DE ECUACIONES

SUBVARIABLES				
cantidad	uniformidad	mantenimiento	intervalo	resultado de calidad
70 X_1	20 X_2	10 X_3	96 - 100	medio
35 Y_1	10 Y_2	5 Y_3	50 – 95	
17.5 Z_1	5 Z_2	2.5 Z_3	25 – 49	

Fuente: Elaborado por el propio investigador.

- La calidad de iluminación hallada es $70 X_1 + 20 X_2 + 5 Y_3=95$.

Determinación de subvariables

- 70 X_1 se encuentra ubicado en la categoría alto.
- 20 X_2 se encuentra ubicado en la categoría alto.
- 5 Y_3 se encuentra ubicado en la categoría medio.

TABLA 17

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN (MÉTODO DE MATRIZ DIFUSA RELACIONAL)

Cantidad de iluminación	Alta	Medio	Bajo
Alto	Excelente	bueno	pobre
Medio	Bueno	Justa	pobre
Bajo	Pobre	mala	mala

Fuente. Elaborado por el propio investigador

- De la cantidad de iluminación.
- Combinación de valores (excelente, buena, justa, pobre y mala). en las categorías de calidad (alto, medio, bajo).
- El resultado hallado excelente.

TABLA 18

FACTOR DE UNIFORMIDAD (MÉTODO DE MATRIZ DIFUSA RELACIONAL)

Factor de uniformidad	Alta	Medio	Bajo
Alto	Excelente	bueno	pobre
Medio	Bueno	Justa	pobre
Bajo	Pobre	mala	mala

Fuente. Elaborado por el propio investigador.

- A partir de los datos obtenidos y catalogados el factor de uniformidad.
- En la combinación de los parámetros de entrada (alto, medio, bajo) en niveles de calidad (excelente, buena, justa, pobre y mala).
- El resultado excelente.

TABLA 19

FACTOR DE MANTENIMIENTO

(MÉTODO DE LA MATRIZ DIFUSA RELACIONAL)

Factor de mantenimiento	Alta	Medio	Bajo
Alto	Excelente	bueno	pobre
Medio	Bueno	Justa	pobre
Bajo	Pobre	mala	mala

- A partir de los datos obtenidos y catalogados el factor de mantenimiento.
- En la combinación de los parámetros de entrada (alto, medio, bajo) en los cinco niveles de calidad (excelente, buena, justa, pobre y mala).
- El resultado arrojó medio.

TABLA 20

CALIDAD DE ILUMINACIÓN (METODO DE MATRIZ DIFUSA RACIONAL)

Resultado	critério	Color de identificación	
3 subvariables eficientes	Alto (seguro).		Verde
2 subvariables eficientes	Medio (advertencia)		Amarillo
< 1 subvariable eficiente	Bajo (peligro)		rojo

Fuente: Elaborado por el propio investigador

- El resultado de la evaluación es la siguiente:
- La calidad de la iluminación en la DIGESA se halló en medio o regular, se determino 02 subvariables excelentes, localizada en la segunda línea de la calificación de color amarillo.
- Color verde es segura.
- Color amarillo es advertencia de peligro.
- Color rojo peligro, riesgo para la salud y la seguridad.

TABLA 21

ESTIMACIÓN DE FACTOR RIESGO

Análisis de riesgo		Consecuencias		
		Ligeramente dañino LD	Dañino D	Extremadamente dañino ED
Probabilidad	Baja (1)	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media (2)	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO 50 < 100 lux	Riesgo importante I
	Alta (3)	Riesgo moderado MO 100 -199 lux	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente NTP 333- 1994 Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo (España) (46).

- La Norma ISO 8995, niveles inferiores de 200 lux, es factor de riesgo para la salud visual.

TABLA 22

ACCIONES DE CONTROL DE RIESGO ILUMINACIÓN

Riesgo	Acción de control de riesgo iluminación
Riesgo Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Riesgo Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Riesgo Moderado (MO)	Implanta las medidas para reducir el riesgo. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión.
Riesgo Importante (I)	Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Riesgo Intolerable (IN)	Paralizar la actividad hasta controlar el riesgo.

Fuente: NTP 333- 1994 Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo (España) (46)

- En la tabla se muestra las líneas de acción en el control de los riesgos en los ambientes de trabajo.
- La tabla muestra las acciones que debe tomar según el tipo de riesgo.

TABLA 23**MATRIZ DE DATOS DE CAMPO**

Ambiente de Trabajo	Subvariable cantidad de Iluminación			Subvariable		Valoración	
	mínima	media	máxima	fu	fm	fu	fm
	lux	lux	Lux	unidad	%	Categoría	categoría
DISHO	150	190	230	0.79	80	alto	alto
DISHO	160	205	249	0.78	80	alto	alto
DISHO	165	208	250	0.79	70	alto	medio
DISHO	170	210	250	0.8	70	alto	medio
DIPAE	200	450	700	0.44	70	bajo	medio
DIPAE	180	215	250	0.84	70	alto	medio
DIPAE	180	210	240	0.86	60	alto	bajo
DESO	180	210	240	0.86	60	alto	bajo
DESO	180	210	240	0.86	60	alto	bajo
DESO	180	210	240	0.86	70	alto	medio
DESO	180	210	240	0.86	60	alto	bajo
Desa Humano	400	500	600	0.8	80	alto	alto
Desa humano	470	535	600	0.88	90	alto	alto
DIPAE	200	274	348	0.73	70	alto	medio
DIPAE	220	292	364	0.75	60	alto	bajo
Caja	150	163	175	0.92	60	alto	bajo
Administración	150	172	193	0.87	60	alto	bajo
Administración	150	172	193	0.87	60	alto	bajo
Personal	90	145	200	0.62	60	medio	bajo
Logística	100	150	200	0.66	60	medio	bajo
RR.PP.	402	433	463	0.93	80	alto	alto
RR.PP.	402	433	463	0.93	alto	alto	alto
RR.PP.	400	430	460	0.93	alto	alto	alto
APCCA	150	225	300	0.67	70	medio	medio
APCCA	80	98	115	0.82	80	alto	alto
APCCA	90	115	140	0.78	80	alto	alto

Ambiente de Trabajo	Subvariable cantidad de Iluminación			Subvariable		Valoración	
	mínima	media	máxima	fu	fm	fu	fm
	lux	lux	lux	unidad	%	cate goría	categori a
APCCA	180	215	250	0.83	70	alto	medio
Zoonosis	154	202	250	0.76	70	alto	medio
Zoonosis	154	377	600	0.41	70	bajo	medio
Zoonosis	180	215	250	0.84	60	alto	bajo
consultorio	180	215	250	0.84	60	alto	bajo
consultorio	90	95	100	0.95	90	alto	alto
DEPA	480	735	990	0.65	90	medio	alto
Hig alimenta	142	178	214	0.80	70	alto	medio
higiene alimentos	200	208	216	0.96	70	alto	medio
higiene alimentos	89	95	100	0.94	70	alto	medio
higiene alimentos	95	112	128	0.85	70	alto	medio
higiene alimentos	165	240	315	0.69	60	medio	bajo
higiene alimentos	70	155	240	0.45	60	bajo	bajo
higiene alimentos	100	112	123	0.9	60	alto	bajo
higiene alimentos	150	190	230	0.8	60	alto	bajo
higiene alimentos	309	320	330	0.96	60	alto	bajo
higiene alimenta	250	255	260	0.98	60	alto	bajo
caseta control	280	315	350	0.88	80	alto	alto
DESAB	144	160	175	0.9	60	alto	bajo
DESAB	130	145	160	0.9	60	alto	bajo
DESAB	144	272	400	0.53	60	medio	bajo
DRASS	160	170	180	0.94	60	alto	bajo
DRASS	242	321	400	0.75	60	alto	bajo
UGRS	230	365	500	0.63	80	medio	alto
vectores	234	317	400	0.74	90	alto	alto
Flora fauna	130	140	150	0.92	60	alto	bajo
flora fauna	130	140	150	0.92	60	alto	bajo
flora fauna	130	140	150	0.92	60	alto	bajo

Ambiente de Trabajo	Subvariable cantidad de Iluminación			Subvariable		Valoración	
	mínima	media	máxima	fu	fm	fu	fm
	lux	lux	lux	unidad	%	categoría	categoría
Proyecto-COP	335	368	400	0.91	60	alto	bajo
Proyecto-COP	335	368	400	0.91	60	alto	bajo
Educ. continua	485	742	999	0.65	80	medio	alto
Educ. continua	500	750	999	0.66	80	medio	alto
Laboratorio	342	654	965	0.52	80	medio	alto
Tec laboratorio	152	338	524	0.45	60	bajo	bajo
Almacén materiales	90	103	115	0.87	90	alto	alto
laboratorio	210	293	375	0.72	90	alto	alto
laboratorio	266	376	485	0.70	90	alto	alto
microbio agua	172	486	800	0.35	90	bajo	alto
lavado general	100	425	750	0.24	90	bajo	alto
Lavado envase	154	347	540	0.44	60	bajo	bajo
Lab Físic quími	215	458	700	0.46	90	bajo	alto
Lab Físic Quím	215	408	600	0.53	90	medio	alto
laboratorio	500	750	999	0.66	90	medio	alto
laboratorio	500	750	999	0.66	80	medio	alto
Ofc. playas	280	378	475	0.74	90	alto	alto
sistemas	100	175	250	0.57	60	medio	bajo
planificación	125	173	220	0.72	70	alto	medio
almacén	100	110	120	0.91	70	alto	medio
Archi regi. Sanit	300	370	440	0.81	80	alto	alto
Control patrimo	200	450	700	0.44	90	bajo	alto
sistemas	300	400	500	0.75	80	alto	alto
SIG.	300	400	500	0.75	60	alto	bajo
Ases legal	480	735	990	0.65	90	medio	alto

Fuente: Matriz de datos de campo

Elaborado por el propio investigador.

- Los datos de campo fueron recolectados por el investigador, conforme al procedimiento establecido.
- El registro de datos de campo sistematizado en la investigación de la muestra de iluminación general 79 ambientes :
- La primera columna ambiente de trabajo;
- La segunda columna iluminación mínima, media y máxima.
- La tercera columna factor de uniformidad (fu), factor de mantenimiento (fm).
- La cuarta columna valoración en categoría factor de uniformidad y factor de mantenimiento.

TABLA 24

PARAMETRO DE NIVELES DE ILUMINACION

Ambientes de trabajo	Nivel de Iluminación (lux)		
	Bajo	Medio	Alto
Área de trabajo y circulación exterior	<20	20 - 30	30 – 50
Áreas de circulación orientación sencilla o de corta iluminación.	< 50	50 - 100	100 – 150
Locales de trabajo no empleados continuamente	< 100	100 - 150	150 – 200
Tareas con requerimiento visual sencillo	< 200	200 - 300	300 – 750
Tarea con requerimiento visual medio	< 300	300 - 500	500 – 750
Tareas con requerimientos visuales elevados	< 500	500 - 750	750 – 1000
Tareas con requerimientos visuales exigentes	< 750	750 - 1000	1000 – 1500
Tareas con requerimientos visuales especiales	<1000	1000 - 1500	1500 – 2000

Fuente: Norma ISO 8995/89. Higiene industrial ediciones MAPFRE1996. PG. 770. (41).

- La Norma Internacional ISO 8995 fue preparada por el CT-CIE 3-21 y el CT/ISO 159, *ergonomía*, Subcomité SC5 *Ergonomía del entorno físico*.
- Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo (España).

TABLA 25**NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE TRABAJO**

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	en lux	CUD _L	R _a	Observación
1.- ÁREAS GENERALES DE EDIFICACIONES				
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar, de fumar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	
Escaleras para personal	150	25	40	
Rampas/andenes/patios de carga	150	25	40	
Cantinas, tabernas	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Locales para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Enfermerías	500	19	80	
Locales para atención médica	500	16	90	
Cuartos técnicos (industrias)	200	25	60	
Triaje- centro de distribución	500	19	80	
Almacén, cuartos de mercaderías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux en trabajo continuo
Áreas de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	
2.- EDIFICACIÓN AGRÍCOLA				
Carga y operación de mercancías con equipos y maquinaria	200	25	80	
Edificación para ganado	50	28	40	
Cuartones para lechería, lavado de utensilios	200	25	80	
Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	80	
3.- PANADERÍAS				
Preparación y horneado	300	22	80	
Terminado, escarchado, decoración	500	22	80	
4.- INDUSTRIA DEL CEMENTO, HORMIGÓN Y LADRILLOS				
Secado	50	28	20	
trabajo en hornos y mezcladores	200	28	40	
Taller general de maquinaria	300	25	80	
Conformación	300	25	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
5.- INDUSTRIA DE LA CERÁMICA Y EL VIDRIO				
Secado	50	28	20	
Preparación, maquinado en general	300	25	80	
Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	80	
Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	80	
Trabajo decorativo	500	19	80	
Trituración de vidrio óptico, trituración y estampado manual de cristales, trabajo en productos comunes	750	16	80	
Trabajo de precisión, triturado decorativo, pintura a mano	1000	16	90	
Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1500	16	90	
6.- INDUSTRIAS QUÍMICAS, PLÁSTICAS Y DE GOMA				
Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	40	
Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones de procesamiento	300	25	80	
Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	80	
Producción farmacéutica	500	22	80	
Producción de neumáticos	500	22	80	
Inspección de colores	1000	16	90	
Corte, acabado, inspección	750	19	80	
7. INDUSTRIA ELÉCTRICA				
Fabricación de cables y alambres	300	25	80	
Devanados:				
Devanados grandes	300	25	80	
Devanados de tamaño mediano	500	22	80	
Devanados pequeños	750	19	80	
Impregnación de devanados	300	25	80	
Galvanización	300	25	80	
Trabajo de montaje:				
Obra de transformadores grandes	300	25	80	
Mediano, centro generales de distribución	500	22	80	
De precisión, equipos de mediciones	1000	16	80	
Taller electrónico, ensayos, ajustes	1500	16	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
8. INDUSTRIA ALIMENTICIA				
Cervecerías, germinación de malta, lavado, barriles, toneles, fermentación, limpieza, cernido, fábricas de conservas, chocolates, azúcar, secado y curado de tabaco en hoja.	200	25	80	
Clasificación y lavado de productos, molienda, mezclado y envasado	300	25	80	
Puestos y zonas de trabajo en mataderos, carnicerías, lecherías, refinerías de azúcar	500	25	80	
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80	
Fabricación de alimentos finos, cocinas	500	22	80	
Fabricación de tabacos y cigarrillos	500	22	80	
Inspección de envases (vidrio) y botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	80	
Laboratorios	500	19	80	
Inspección de colores	1000	16	90	
9. FUNDICIÓN Y PLANTA DE MOLDEO DE METALES				
Túneles soterrados (para hombres), sótanos, etc.	50	28	20	seguridad reconocible
Plataformas	100	25	40	
Preparación de arena	200	25	80	
Local de desarenado	200	25	80	
Puestos de trabajo en cubilote y mezclador	200	25	80	
Patio de fundición	200	25	80	
Áreas de desmolde	200	25	80	
Área de máquina moldeadora	200	25	80	
Moldeo manual y de machos	300	25	80	
Fundición en coquillas	300	25	80	
Edificación de plantillas	500	22	80	
10.- SALON DE BELLEZA				
Estilista, secado de cabello, peinado	500	19	90	
11.- FABRICACIÓN DE JOYAS				
Trabajo con piedras preciosas	1500	16	90	
Manufactura de joyas	1000	16	90	
Fabricación (manual) de relojes	1500	16	80	
Fabricación (automática) de relojes	500	19	80	
12.- LAVANDERÍA Y LAVADO EN SECO				
Recepción de la ropa y clasificación	300	25	80	
Lavado (normal) y en seco	300	25	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
Planchado, calandria (prensado)	300	25	80	
Inspección y arreglos	750	19	80	
13. INDUSTRIA DEL CUERO				
Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	40	
Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	80	
Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, cosido punteado, pulido, conformado, corte, punzonado.	500	22	80	
Clasificación	500	22	90	
Teñido del cuero (a máquina)	500	22	80	
Control de la calidad	1000	19	80	
Inspección del color	1000	16	90	
Elaboración de calzado	500	22	80	
Elaboración de guantes	500	22	80	
14. LABRADO Y PROCESO DE METALES				
Forjado con estampa abierta	200	25	60	
Forjado por estampación (en caliente), soldadura, extrusión en frío	300	25	60	
Maquinado grueso y medio: tolerancias > 0,1 mm	300	22	60	
Marcado (trazado); inspección				
Maquinado de planchas > 5 mm	200	25	60	
Labrado (metalisterías) de chapas < 5 mm	300	22	60	
Elaboración de herramientas: fabricación de equipos de corte	750	19	60	
Montaje:				
-Grueso	200	25	80	
-Medio	300	25	80	
-Fino	500	22	80	
-De precisión	750	19	80	
Galvanización	300	25	80	
Preparación y pintura de superficies	750	25	80	
Elaboración de herramientas, plantillas y taladradores; mecánica de precisión, micro mecánica	1000	19	80	
15. INDUSTRIA DEL PAPEL				
Molinos de pulpa, muelas verticales	200	25	80	
Fabricación y procesamiento de papel, de corrugación, fabricación de cartones y cartulinas	300	25	80	
Trabajo de encuadernación de libros, doblado, encolado clasificación, corte, estampado en relieve, cocido	500	22	60	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
16. PLANTAS ELÉCTRICAS				
Planta de suministro de combustible	50	28	20	Seguridad reconocible
Casa de calderas	100	28	40	
Salas de maquinas				
Locales auxiliares, cuarto de bombas, condensadores, cuartos de paneles eléctricos	200	25	60	
Cuarto de control	500	16	80	
17. IMPRESORAS				
Corte, dorado, estampado, grabado en bloque, trabajo en sillares y platinas, imprentas, matrices	500	19	80	
Clasificación del papel e impresión a mano	500	19	80	
Linotipia, retoque, litografía	1000	19	80	
Inspección de colores en impresión multicolor	1500	16	90	
Grabado en acero y cobre	2000	16	80	
18. TALLERES DE HIERRO Y ACERO				
Plantas de producción sin intervención manual	50	28	20	Seguridad reconocible
Plantas de producción con operación manual ocasional	150	28	40	
Plantas de producción con operación manual continuo	200	25	80	
Almacén de palanquilla	50	28	20	
Hornos	200	25	20	
Tren de laminación, bobinado, línea de cizallamiento	300	25	40	
Plataformas de control, paneles de control	300	22	80	
Ensayo, medición e inspección	500	22	80	
Túneles soterrados (tamaño humano), cintas transportadoras, sótanos, etc.	50	28	20	seguridad reconocibles
19. INDUSTRIA TEXTIL				
Lugares de trabajo y zonas en baños	200	25	60	
Cardado, lavado, planchado, dibujo, peinado, tejeduría, prehilado, hilado de yute y cáñamo	300	22	80	
Hilado, plegado, devanado, urdidura, trenzado, tejido de punto	500	22	80	Prevenir estroboscopia
Costura, tejidos finos de punto, dar puntadas	750	22	90	
Diseño manual, dibujo de patrones	750	22	90	
Acabado, teñido	500	22	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
Cuarto de secado	100	28	60	
Impresión automática en géneros	500	25	80	
Despizado, batanado	1000	19	80	
Inspección de colores, control de tejidos	1000	16	90	
Zurcido invisible	1500	19	90	
Fabricación de sombreros	500	22	80	
20. CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS				
Carrocería y ensamblaje	500	22	80	
Pintura, cámara de pintar (con pistola), cámara de pulir	750	22	80	
Pintura: retoque, inspección	1000	16	90	
Tapicería (vestidura) manual	1000	19	80	
Inspección final	1000	19	80	
21. CARPINTERÍA E INDUSTRIA DEL MUEBLE				
Fosos de vapor	150	28	40	
Bastidor de sierra	300	25	60	
Trabajo en banco de ebanista, encolado, montaje	300	25	80	
Pulido, pintado, ebanistería de fantasía	750	22	80	
Trabajo en máquinas de carpintería, torneado, corte, ranurado, cepillado, aserrado.	500	19	80	Prevenir efecto estroboscópico
Selección de maderas en chapas, mosaicos de madera, trabajo de incrustación	750	22	90	
Control de calidad	1000	19	90	
22. OFICINAS				
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	80	
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80	
Dibujo técnico	750	16	80	
Estación de trabajo CAD	500	19	80	
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	iluminación regulable
Buró (carpeta) de recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	
23. VENTA AL DETALLE (al por menor)				
Área de ventas, pequeña	300	22	80	
Área de ventas, grande	500	22	80	
Área de (cajas) contadoras	500	19	80	
Mostrador (mesa) de envolver	500	19	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
24. RESTAURANTES Y HOTELES				
Carpeta de recepción/cajero, mesa de conserje	300	22	80	
Cocina	500	22	80	
Restaurante, comedor, salón	200	22	80	
Restaurante de autoservicio	200	22	80	
Buffet (comidas frías)	300	22	80	
Salas de conferencias	500	19	80	Iluminación regulable
Corredores (pasillos)	100	25	80	niveles aceptables
25. LOCALES DE ENTRETENIMIENTO				
Teatros y salas de concierto	200	22	80	
Salas multipropósito	300	22	80	
Locales de ejercicios, vestidores	300	22	80	espejos sin deslumbrar
Museos (general)	300	19	80	exposiciones
26. BIBLIOTECAS				
Estanterías (de libros)	200	19	80	
Áreas de lectura	500	19	80	
Mostradores	500	19	80	
27. PARQUEOS PÚBLICOS (interiores)				
Rampas de entrada /salida (durante el día)	300	25	40	seguridad reconocible
Rampas de entrada /salida (durante la noche)	75	25	40	Seguridad reconocible
Sendas de tránsito	75	25	40	Seguridad reconocible
Áreas de parqueo	75	28	40	
Oficina de entrada	300	19	80	
28. LOCALES EDUCATIVOS				
Local de juegos (escuela)	300	19	80	
Aula de clases	300	19	80	
Sala de profesores	300	19	80	
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	80	
Salas de lectura	500	19	80	
Pizarras, pizarrones	500	19	80	
Mesa de demostraciones	500	19	80	
Locales de artes y oficios	500	19	80	
Locales de artes (escuelas de arte)	750	19	90	
Salas de dibujo técnico	750	16	80	
Locales de prácticas y laboratorios	500	19	80	
Taller de enseñanza	500	19	80	
Locales de prácticas de música	300	19	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
Locales de prácticas de computación	500	19	80	
Laboratorio de idiomas	300	19	80	
Locales y talleres de preparación	500	22	80	
Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	80	
Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	80	
29. EDIFICACIONES PARA EL CUIDADO DE LA SALUD				
Salas de espera	200	22	80	Iluminación a nivel del piso
Corredores: durante el día	200	22	80	
Corredores: durante la noche	50	22	80	Iluminación a nivel del piso
Locales de día	200	22	80	Iluminación a nivel del piso
Locales del personal	300	19	80	
Guardias hospitalarias:				
- Iluminación general	100	19	80	Iluminación a nivel del piso
- Iluminación para la lectura	300	19	80	
- Exámenes sencillos	300	19	80	
Reconocimiento y tratamiento	1000	19	90	
Iluminación nocturna de observación	5	19	80	
Baños para pacientes	200	22	80	
Local de exámenes generales	500	19	90	
Exámenes de oídos y ojos	1000		90	
Lectura de colores con pancartas visuales	500	16	90	
Localizadores con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	80	
Locales de diálisis	500	19	90	
Locales de dermatología	500	19	80	
Locales de endoscopías	300	19	80	
Locales de enyesar	500	19	80	
Baños de médicos	300	19	80	
Masaje y radioterapia	300	19	80	
Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	90	
Quirófano	1000	19	90	
Cavidad de operaciones	>10 000			
Cuidado intensivo:				
-Exámenes sencillos	300	19	90	Al nivel de cama
-Reconocimiento y tratamiento	1000	19	90	Al nivel de cama
-Guardia nocturna	20	19	90	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD _L	R _a	Observación
Dentistas:				
– Iluminación general	500	19	90	
– En el paciente	1000		90	local para examen
– Cavidad de operación	5 000		90	> 5 000 lux
– Maquinado de diente blanco	5 000		90	
Inspección de colores (laboratorios)	1000	19	90	
Cuartos de esterilización	300	22	80	
Cuartos de autopsias y morgue	500	19	90	
Mesa de autopsias y mesa de dirección	5000		90	> 5 000 lux
30. AEROPUERTOS				
Salones de llegadas y partidas, áreas de recogida de equipaje	200	22	80	
Áreas de conexión, escaladores (mecánicos), cintas transportadoras, chequeo de boletos	150	22	80	
Buroes de información, chequeos de boletos y pasajeros	500	19	80	
Aduana y control de pasaportes	500	19	80	
Áreas de espera	200	22	80	
Depósitos de equipajes	200	28	60	
Áreas de chequeo de seguridad	300	19	80	
Torre de control de tráfico aéreo	500	16	80	
Locales de tráfico aéreo	500	16	80	
Hangares de pruebas y reparaciones	500	22	80	
Área de prueba de máquinas	500	22	80	
Áreas de medición en hangares	500	22	80	
Plataformas y pasos de pasajeros	50	28	40	
Sala de pasajes y de concurrencia	200	28	40	
Oficinas y mostradores de pasajes	300	19	80	
31. INSTALACIONES FERROVIARIAS				
Sala de taquilla y vestíbulo	200	28	40	
Oficina de equipajes y de contadores	300	19	80	
Sala de espera	200	22	40	
32. IGLESIAS Y TEMPLOS				
Iglesia	100	25	80	
Asientos, altar y púlpito	300	22	80	

FUENTE: Norma ISO 8995/CIE S 008: 2003. (Publicada por la ISO y la CIE, 2002) (12).

- Reglamento de condiciones de iluminación en ambientes de trabajo”

TABLA 26

NIVELES MINIMOS DE ILUMINACIÓN

SECTOR VIVIENDA - PERU

Ambiente de trabajo en Oficinas	Nivel de Iluminación (lux)
Archivo	200
Sala de conferencia	300
Oficina general y sala de computo	500
Oficina con trabajo intenso	750
Salas de diseño	1000
Salas de lectura	300
Laboratorio.	500
Pasillos	100
Baño	100

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones R. M N° 290-2005-
Vivienda, Normas Técnicas del Reglamento Nacional de
Edificaciones - RNE comprometidas en el índice aprobado
mediante el Decreto Supremo N° 015-2004/ Vivienda. Publicado
el 26 de noviembre de 2005 (39).

TABLA 27

NIVELES DE ILUMINACIÓN NORMA ALEMANA

Ambiente de trabajo	iluminación en lux
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas con iluminación suplementaria en máquina o faena, se efectúen trabajos que no exigen detalles finos.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldeos.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, imprenta, monotipias.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1.000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro.	1.500 a 2.000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5.000

Fuente: Norma Alemana en el Título IV de la contaminación ambiental, referido al párrafo III de los agentes físicos, punto 6, artículo 103 al 106, establecido los valores de la cantidad de iluminación en ambientes de trabajo (47).

TABLA 28

NIVELES DE ILUMINACIÓN NORMA ARGENTINA

Ambientes de trabajo de oficina	iluminación en lux
Vestíbulo para el público en general	200
Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operaciones bursátiles, lectura, bosquejos rápidos	300
Trabajo en oficinas, lecturas, escritura con lápiz y papel, archivos, distribución de correspondencia	500
Trabajos especiales de oficina, por ejemplo sistema de computación de datos	750
Ambiente de sala de conferencias	300
Circulación de personas	200

Fuente: República Argentina estableció la norma IRAM-AADL J 20-06, anexo IV reglamentación aprobado por decreto N° 351/79, capítulo XII, artículos 71 a 84. Iluminación en el trabajo (48).

TABLA 29**OCUPACIONES MÁS EXPUESTA**

Área o puesto	Oficinas	piso	Nivel de iluminación	Trab expue	Grupo ocupacional
Dirección salud ocupacional	Disho	I	190	03	02 Ingenieros 01 secretaria
administración	caja	I	163	03	03 administrativos
	administración	I	174	02	01 administrador 01 secretaria
	personal	I	145	03	03 administrativo
	logística	I		04	04 administrativo
	con. médico	I		01	auxiliar enfermería
	almacén	III	110	01	01 almacenero
	almacén	IV		01	01 almacenero
	sistemas	IV		03	03 ingenieros
planificación	IV	173	02	02 administrativos	
Dirección de prevención de riesgos	control de aire	I	115	06	05 ingenieros 01 secretaria
	flora y fauna	II	140	05	04 ingenieros 01 secretaria
Dirección de saneamiento básico	vigilancia		160	04	03 ingenieros 01 administrativo
	vigilancia		145	03	02 ingenieros 01 técnico sanitario
	DRASS		170	02	02 ingenieros
Dirección de zoonosis e higiene alimentaria	Vigilancia	I	178	03	03 ingenieros
	Vigilancia	I	95	02	02 ingenieros
	vigilancia	I	112	02	02 ingenieros
	vigilancia	I	190	02	02 ingenieros
Total de personas expuestas				52	

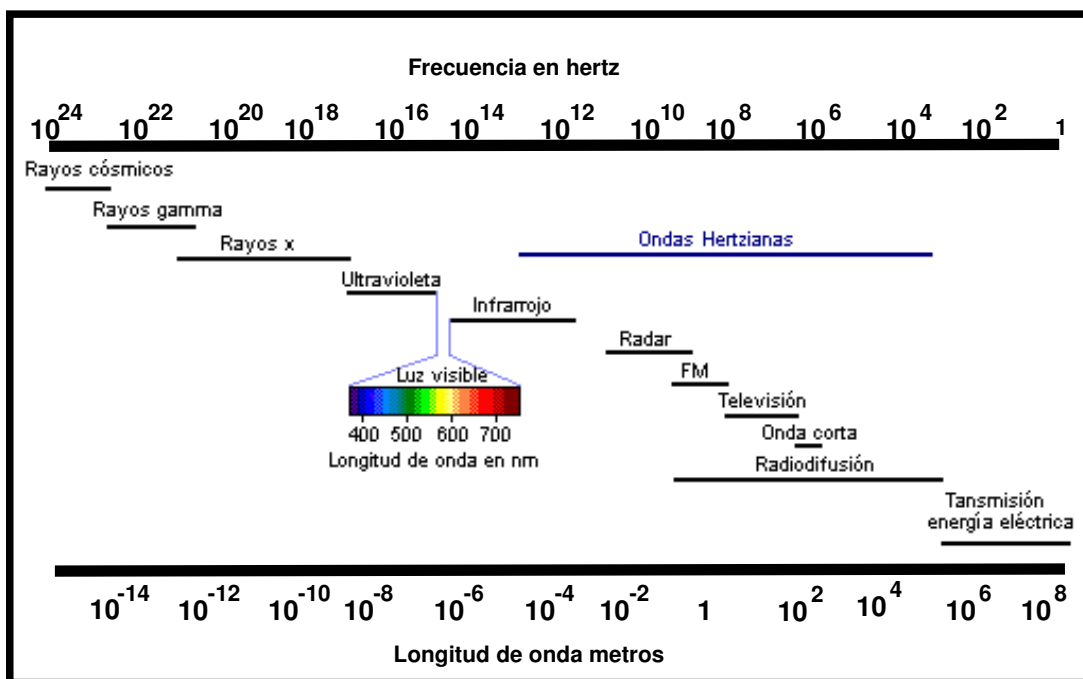
Fuente.- Datos de campo elaborado por el investigador.

- Grupos ocupacionales expuestas a niveles bajos de iluminación.

FIGURAS

FIGURA 01

ENERGIAS RADIANTES

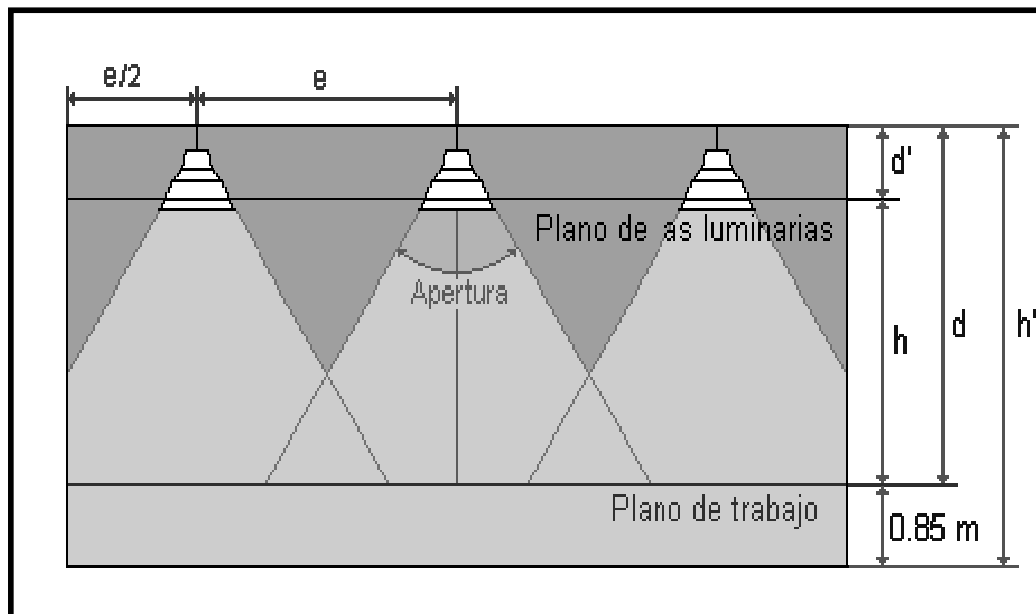


Fuente: GARCIA Javier, Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España (37).

- Distribución de las energías electromagnéticas
- Longitud de onda Hertz de la luz de 400 a 700 nm., el ojo humano observa la luz de colores.

FIGURA 02

PLANOS DE LUMINARIAS Y TRABAJO

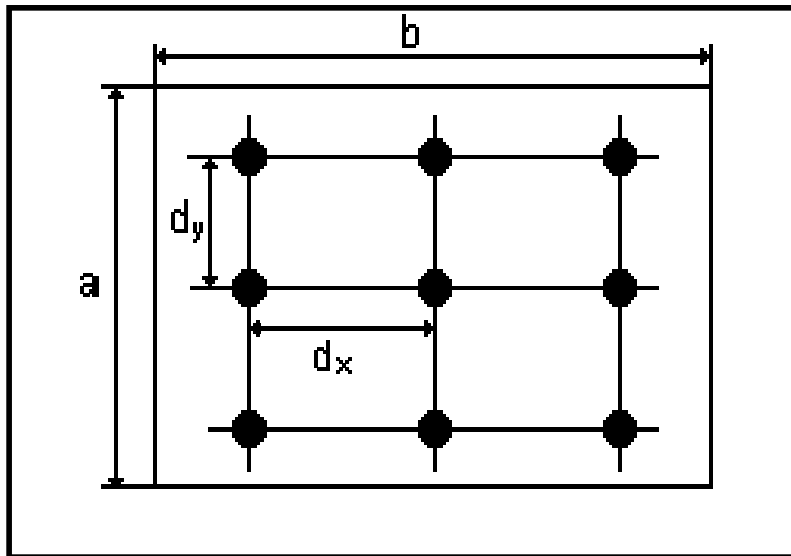


Fuente: GARCIA Javier, Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España (37).

- Plano de luminaria para calcular el espacio a iluminar.
- Planos de trabajo de 85 cm. establecido para europeos y argentinos, para trabajador peruano se puede estimar en 74 cm.

FIGURA 03

MALLA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

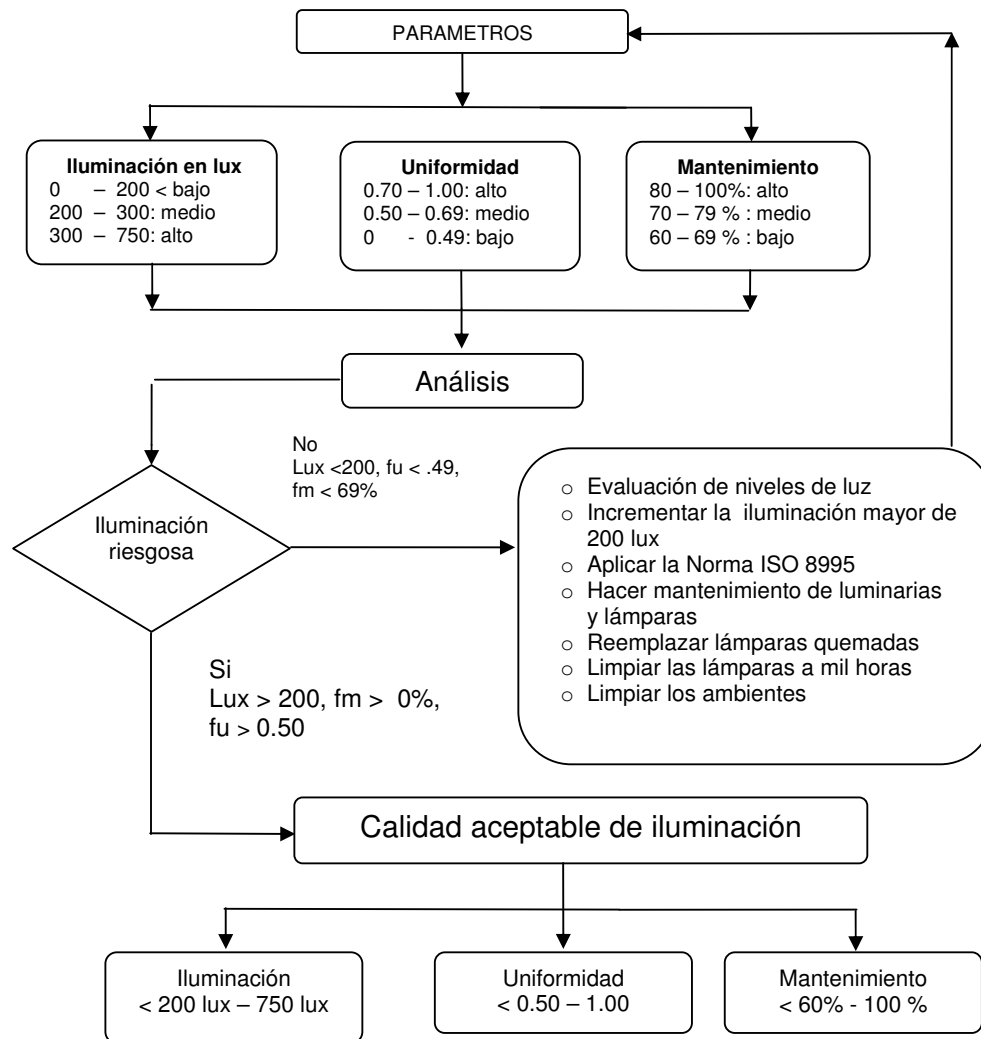


Fuente: GARCIA Fernández, Javier. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos. España (37).

- Malla de distribución de luminarias en los diseños de iluminación en ambientes.
- dx = largo.
- dy = ancho.

FIGURA 04

ANÁLISIS DE FACTOR DE RIESGO ILUMINACIÓN

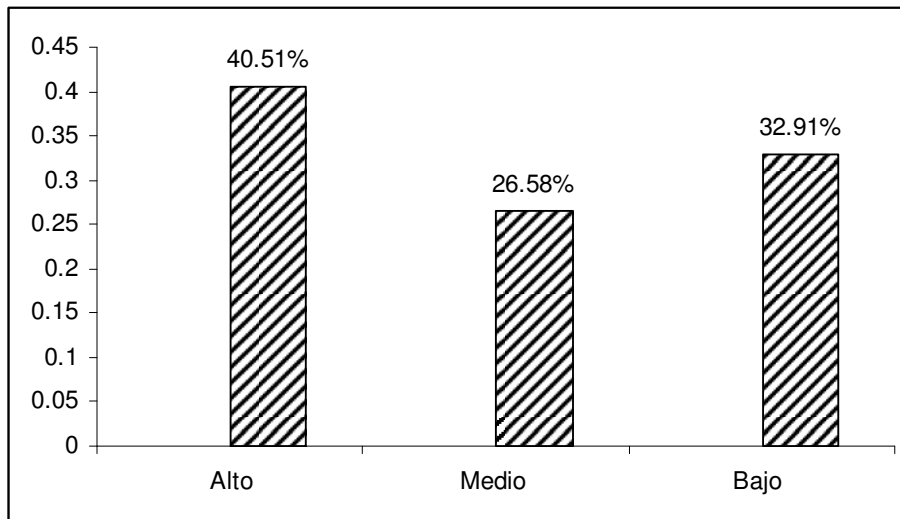


Fuente: Elaborado por el propio investigador

- Estándares de ISO 8995, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España y factor de mantenimiento del M EM - Perú.

FIGURA 05

CANTIDAD DE ILUMINACIÓN



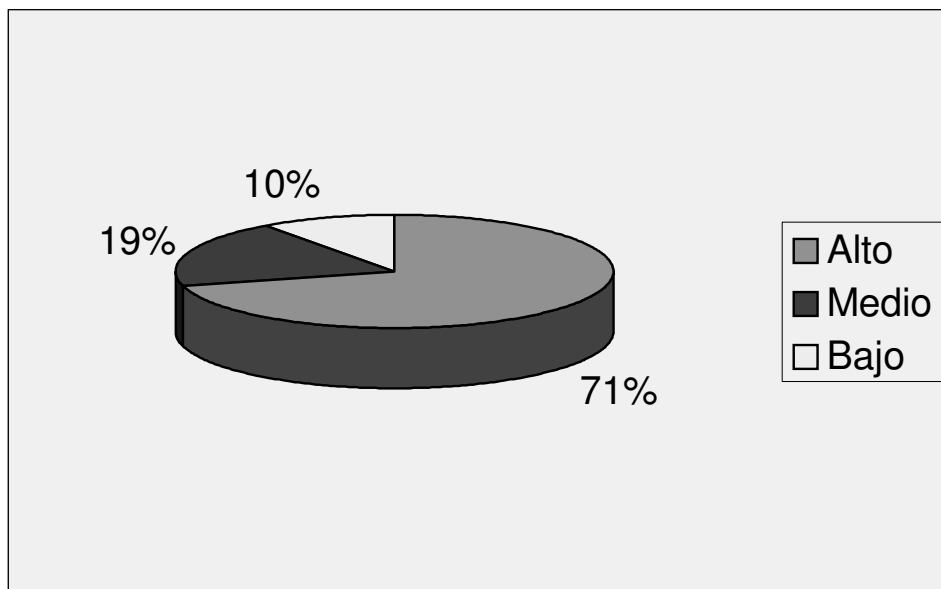
Fuente: La distribución porcentual de la cantidad de iluminación determinado en los ambientes. Los resultados provienen de la tabla 12, elaborado por el propio investigador.

- 40.51 % en la categoría alto
- 26.58 % en la categoría medio
- 32.91 % en la categoría bajo.

FIGURA 06

FACTOR DE UNIFORMIDAD

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL



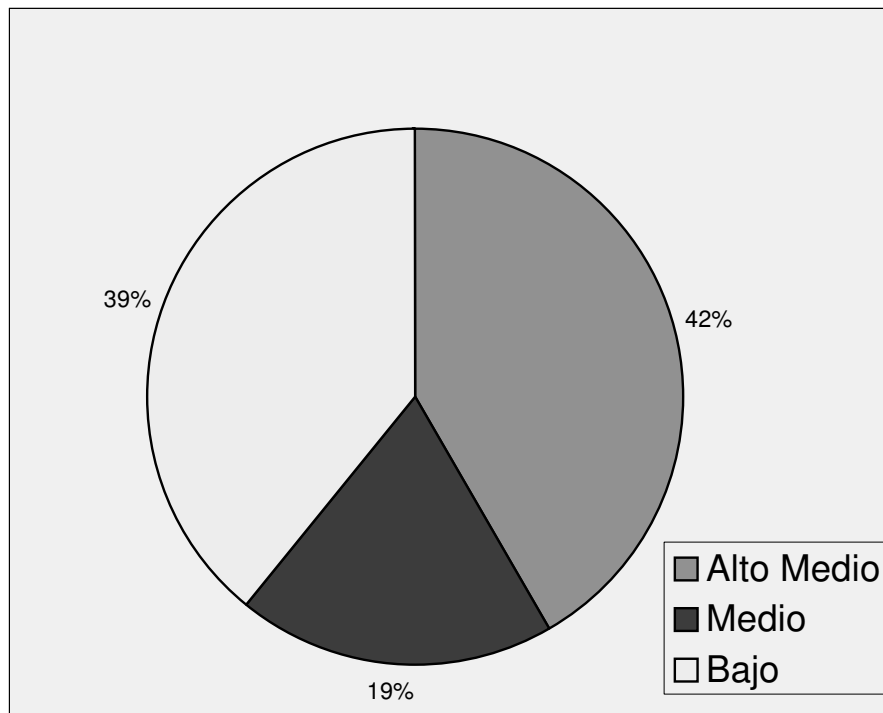
Fuente: elaborado por el propio investigador

La distribución porcentual del factor de uniformidad por categoría.

- 70.88 % en la categoría alto
- 18.99 % en la categoría medio
- 10.33 % en la categoría bajo.

FIGURA 07

Factor de mantenimiento %

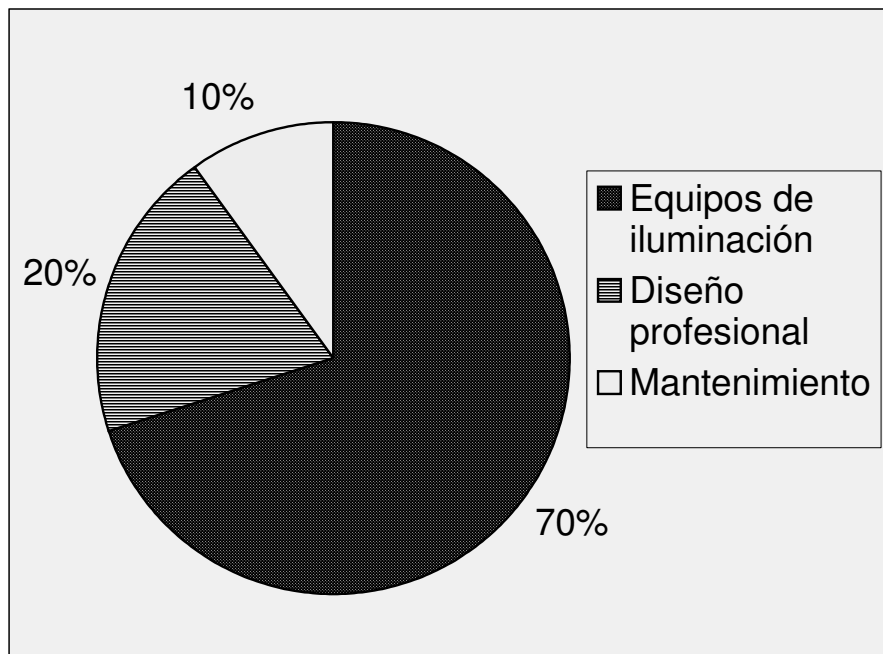


Fuente: La distribución porcentual de factor de mantenimiento determinado en los ambientes: elaborado por el propio investigador.

- 41.77 % en la categoría alto
- 18.99 5 en la categoría medio0o
- 39.24 % en la categoría bajo.

FIGURA 08

COSTOS DE ILUMINACION

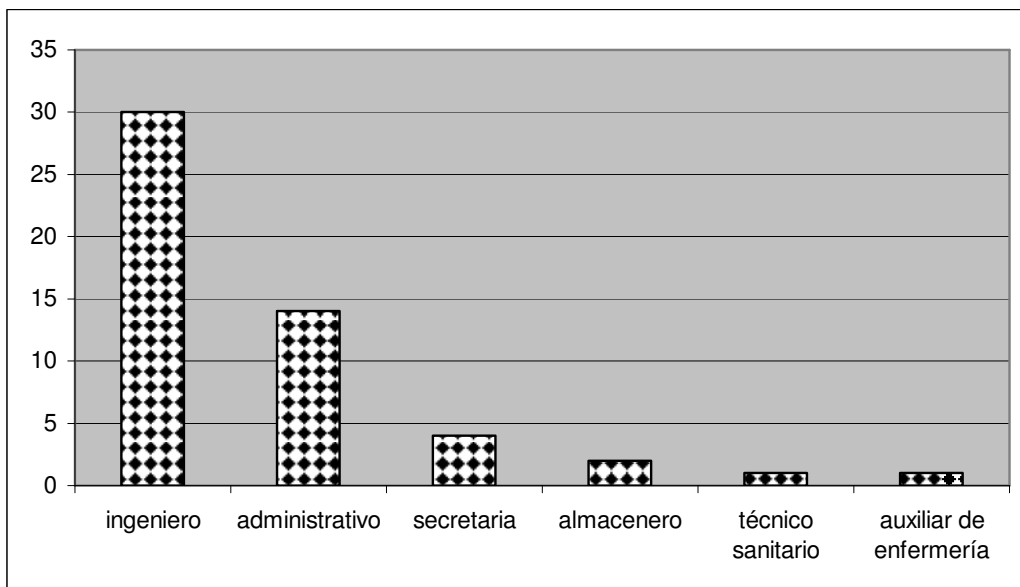


Fuente: elaborado por el investigador

- El mayor costo está en los equipos de iluminación, seguidamente del diseño y mantenimiento.

FIGURA 9

OCUPACIONES MÁS EXPUESTAS



Fuente: Ocupaciones más expuestas, elaborado por el propio investigador.

- 30 ingenieros,
- 14 administrativos,
- 04 secretarias,
- 02 almaceneros,
- 01 técnico sanitario,
- 01 auxiliar de enfermería.