Evaluación de las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante el alistamiento de vehículos para el servicio del sistema integrado de transporte público masivo de pasajeros en la ciudad de Bogotá

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ANGIE JEANETTE ROA VARGAS
Código: 20211118024

JORGE ALEXANDRO RINCÓN MORENO
Código: 20211118022

CRISTIAM ALEJANDRO SOSA MONTAÑO
Código: 20211118029

Director

JULIO FERNANDO OCHOA RODRÍGUEZ

Magister Ing. Industrial

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

BOGOTA D.C.

2022

Evaluación de las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante el alistamiento de vehículos para el servicio del sistema integrado de transporte público masivo de pasajeros en la ciudad de Bogotá

ANGIE JEANETTE ROA VARGAS
Código: 20211118024

JORGE ALEXANDRO RINCÓN MORENO
Código: 20211118022

CRISTIAM ALEJANDRO SOSA MONTAÑO
Código: 20211118029

Proyecto para optar al título de Especialista en Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

JULIO FERNANDO OCHOA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

BOGOTÁ D.C.

2022

Contenido

RESUMEN 7
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 7
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 8
JUSTIFICACIÓN 9
1 OBJETIVOS 10
1.1 Objetivo General 10
1.2 Objetivos Específicos 10
2 ANTECEDENTES 10
3 MARCO REFERENCIAL 14
3.1 MARCO TEÓRICO 14
3.1.1 Puesto de Trabajo 14
3.1.2 Tipos de iluminación 14
3.1.3 Descripción de las variables que intervienen en la visión y la iluminación 18
3.1.4 Percepción Visual 19
3.2 FUNCIONAMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL LUXÓMETRO 22
3.2.1 Características del luxómetro 22
3.2.2 Puesta a punto del luxómetro 23
3.2.3 Uso y mediciones con luxómetro 23
3.3 MARCO LEGAL 24
4 MARCO CONTEXTUAL 26
5 ALCANCES Y LIMITANTES 26
5.1 Estándares mínimos – Riesgo higiénico 26
6 METODOLOGÍA 27
6.1 TIPO DE METODOLOGÍA 28
6.1.1 Método de investigación 28
6.1.2 Población y muestra 28
7 FASES DEL PROYECTO 29
7.1 EVALUACIÓN SUBJETIVA DE ILUMINACIÓN 29
7.1.1 Test de iluminación – Observación 30
7.1.2 Cuestionario de evaluación subjetiva 32
7.2 CONDICIONES DE ILUMINACIÓN 34

7.2.1 Zona de Medición 34
7.2.2 Mediciones con luxómetro **¡Error! Marcador no definido.**
7.3 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES 36
7.3.1 Requerimientos de iluminación 37
7.3.2 Condiciones evaluadas 50
8 CONCLUSIONES 53
9 RECOMENDACIONES 54
10 PLANTEAMIENTOS DE MEJORA 55

Ilustraciones

Ilustración 1. 20

Ilustración 2. 24

Ilustración 3. 30

Ilustración 4 30

Ilustración 5. 31

Ilustración 6. 31

Ilustración 7. 32

Ilustración 8. 33

Ilustración 9. 33

Ilustración 10. 34

Ilustración 11. 35

Ilustración 12. 37

Ilustración 13. 43

Ilustración 14. 45

Ilustración 15. 47

Ilustración 16. 49

Ilustración 17. 51

Ilustración 18. 52

Ilustración 19. 57

Ilustración 20. 60

Tablas

Tabla 1. 17

Tabla 2 24

Tabla 3. 39

Tabla 4. 40

Tabla 5. 40

Tabla 6. 42

Tabla 7. 43

Tabla 8. 44

Tabla 9. 45

Tabla 10. 46

Tabla 11. 47

Tabla 12. 48

Tabla 13. 49

Tabla 14. 56

RESUMEN

Este proyecto contiene la aplicación metodológica, para estudiar las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante las actividades de alistamiento de flota vehicular del sistema de transporte masivo de pasajeros SITP en la zona sur oriente en la ciudad de Bogotá D.C., se evalúa la cantidad de luz proyectada sobre el área de trabajo en las actividades de alistamiento de los vehículos (incluye procesos de tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo) y se contrasta con el estándar normativo aplicable, se establecen conclusiones y planes de mejora de acuerdo con la verificación de parámetros óptimos para zonas de estudio.

La ejecución del proyecto incluye la medición de las condiciones de iluminación en las zonas de alistamiento en donde se identificaron deficiencias para el desarrollo de las actividades laborales, luego se documentan los requerimientos de iluminación de acuerdo con las normas y estándares, enfocados en buscar precisión en las tareas y confort lumínico; finalmente, se contrastaron las mediciones (condiciones evaluadas) con los requisitos para obtener los parámetros que permiten definir las condiciones de trabajo nocturno en el componente de seguridad industrial evaluado.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades relacionadas con el alistamiento nocturno de flotas de vehículos, para la operación del sistema de transporte masivo de pasajeros SITP, requieren condiciones lumínicas específicas que permitan el uso de herramientas, equipos y conducción de

vehículos por parte de los trabajadores, en los procesos para tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo.

La problemática asociada con las deficiencias en iluminación, o excesos en iluminación, impactan de manera negativa la calidad y eficiencia de los trabajos realizados, los requisitos visuales del entorno en jornada nocturna deben ser establecidos y medidos para luego ser implementados por la empresa, identificar las condiciones en las que se desarrollan los trabajos, y las malas condiciones de iluminación generan bajo rendimiento productivo, estableciendo condiciones forzadas de trabajo, omisión de fallas o daños prematuros de los vehículos, que van en detrimento de las condiciones de salud, de la seguridad de los trabajadores, el estado final del alistamiento y confiabilidad de los vehículos. Así mismo, desde los sistemas de gestión y los requisitos normativos en iluminación, deben cumplir con parámetros de seguridad y salud, de higiene, confort del trabajador y contractuales de servicio.

Deficiencias o excesos lumínicos del entorno de trabajo pueden causar signos y síntomas agudos o crónicos en patologías como estrés, fatiga, dolores musculares por exceso de tensión y migraña entre otros, estas situaciones pueden causar incapacidades en los trabajadores, retrasos en los procesos productivos y elevar los costos de operación de la empresa.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante el alistamiento de vehículos para el servicio del sistema de transporte público masivo de pasajeros en el sur oriente de la ciudad de Bogotá?

JUSTIFICACIÓN

El proyecto de investigación relacionado con exposición laboral e higiene industrial, va a medir de manera cuantitativa cuáles son las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante el alistamiento de vehículos para el servicio del sistema de transporte público masivo de pasajeros en el sur oriente de la ciudad de Bogotá, la realización adecuada de actividades laborales se encuentra relacionada con el nivel de confort que tenga el trabajador durante la ejecución de la tarea, se deben facilitar entornos que permitan obtener el desempeño seguro y eficaz, considerando el área de trabajo y la iluminación.

El alistamiento de flotas de vehículos al servicio del SITP incluyen actividades de tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo, que por las condiciones del servicio de transporte de pasajeros, son realizadas en la jornada nocturna al finalizar la operación del sistema, y su desarrollo requiere ambientes iluminados de manera eficaz, de allí surge la necesidad de verificar las condiciones de iluminación general, se deberán establecer niveles adecuados de iluminación, teniendo en cuenta las necesidades visuales del trabajador, para así evitar repercusiones en la salud de los trabajadores como lo son fatigas visuales y/o deterioro en el rendimiento visual.

Así mismo, se deben cumplir con los requisitos legales, como la identificación, evaluación y tratamiento de los peligros en las actividades de alistamiento contenidos en la matriz de riesgos y los requisitos en iluminación contenidos en el sistema de gestión de seguridad y salud, requisitos de higiene, confort del trabajador, y los requisitos normativos de ISO45001, GTC-08, y contractuales de servicio.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Determinar los niveles de iluminación en la jornada nocturna para el alistamiento de vehículos al servicio del sistema de transporte público masivo de pasajeros del sistema integrado de transporte en el sur oriente de Bogotá.

1.2 Objetivos Específicos

- Medir las condiciones de iluminación o cantidad de luz en las zonas donde se realiza alistamiento de la flota de vehículos durante la jornada nocturna (tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo) con base a los requisitos legales vigentes aplicables.
- Contrastar la evaluación de las condiciones de iluminación donde se desempeñan actividades de alistamiento de la flota de vehículos, con estándares de iluminación para las zonas de trabajo.
- Establecer recomendaciones de acuerdo con las condiciones analizadas, a partir de procesos de gestión para la mejora.
- Formular un plan de mejoramiento sobre las condiciones de iluminación que presentan valoración inadecuada para las actividades realizadas.

2 ANTECEDENTES

La iluminación inadecuada es una condición que genera riesgos para el desarrollo de las actividades laborales, debido a la pérdida de percepción del entorno y focalización en un elemento o tarea en particular.

Los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo son instrumentos que deben contemplar todos los peligros y la evaluación de los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores, las condiciones de iluminación deben ser evaluadas en cada una de las áreas donde se desarrollen actividades laborales, buscando que el nivel de deficiencia, de exposición y de probabilidad sean bajos para que el riesgo no se materialice o sea aceptable.

Los sistemas de iluminación para las jornadas nocturnas deben ser establecidos para las condiciones generales del área de trabajo, el mantenimiento debe ser el adecuado ya que la exposición a los factores ambientales hacen que pierdan capacidad lumínica por el empañamiento de los cristales, o desconexión del cableado, condición que cambia los niveles de iluminación percibida por el trabajador, para las zonas abiertas el cambio de las condiciones de luminosidad causan deslumbramiento mientras el ojo se acomoda a la nueva intensidad de luz, efectos sombra, deslumbramientos, reflejos, parpadeos o limitación del campo visual deben ser mitigados, o en última instancia controlados para evitar que los trabajadores puedan estar expuestos a condiciones de riesgo que generen accidentes o enfermedades de origen laboral.

Diversos estudios realizados sobre las condiciones de iluminación muestran que las zonas o áreas de trabajo presentan iluminación inadecuada, con valores entre el 60% al 90% de incumplimiento de las condiciones evaluadas, los signos evidenciados por los trabajadores indican que sufren comúnmente de fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, accidentes de trabajo y puede llegar a causar enfermedades laborales.

A continuación, se describe el contenido principal de los estudios relacionados con iluminación en ambientes laborales, que son incluidos como antecedentes para el desarrollo de la investigación:

En el estudio de iluminación de los puestos de trabajo administrativos de la empresa Comercializadora Internacional Verde Azul, se analizaron y evaluaron los puestos de trabajo del área administrativa, con el propósito de recomendar acciones que permitan mejorar la iluminación, realizando mediciones en los diferentes puestos de trabajo, los resultados evidenciaron que en el 60% de los puestos no se cumplía con los valores promedios establecidos por el mecanismo de evaluación RETILAP, el 30% superaba el rango establecido en horas de la tarde, solo el 10% cumple con los requerimientos de iluminación. Los resultados del estudio indican que las condiciones de iluminación presentadas generan fatiga visual y/o deslumbramiento, afectando así la salud de los trabajadores y el rendimiento laboral, evidenciado en la investigación ya que algunos trabajadores habían manifestado molestias visuales. (López & Trujillo, 2015).

El estudio del impacto de la iluminación en la salud de los trabajadores de la oficina administrativa de la empresa Cushman & Wakefield Colombia, contiene el estudio del impacto generado por el desarrollo de actividades laborales con iluminación deficiente en el área administrativa, y como incide en la salud de los trabajadores, para el desarrollo se midieron las condiciones de iluminación en 12 puestos de trabajo, recolectando datos de iluminación natural y artificial (luminarias led) para cada puesto, como resultado se determina, que solo dos puestos cumplían con los parámetros requeridos de iluminación (300 lx – 750 lx) debido a que estaban ubicados cerca de ventanas y obtenían gran parte de luz natural. Se llega a la conclusión que el 90% del área administrativa de la compañía no cumple

con lo establecido como criterio de iluminación, así mismo los trabajadores refirieron presentar irritación ocular como síntomas comunes al finalizar la jornada. (Guerrero & Peña, 2018).

(*Estudio internacional en idioma inglés*) El estudio ergonómico intervencionista de atmósferas de iluminación en una empresa textil inicia como consecuencia de una PQRS en donde varios trabajadores indicaban presentar afectaciones visuales. La población objeto del estudio estuvo compuesta por 718 trabajadores distribuidos en 6 talleres, su desarrollo se realizó en tres etapas, primero una evaluación inicial de las condiciones de iluminación, contrastándola con el cumplimiento de las normas de iluminación industrial, en la cual se evidencia que se tenía un incumplimiento del 60% en los puestos de trabajo, segundo la implementación de las acciones correctivas producto de la evaluación para generar el cumplimiento de los requisitos de iluminación en los talleres, y por último una reevaluación de la atmosfera lumínica para verificar el cumplimiento de las nuevas condiciones. (Omrane & Dimassi, 2019).

Estudio de niveles de iluminación en la jornada diurna y nocturna realizado en 76 fábricas del polígono industrial de Jeddah en Arabia Saudita, donde se seleccionan fábricas al azar incluyendo a empresas de diferentes actividades económicas, como industrias metálicas, químicas plásticas entre otros, con el propósito de tener una representación global de las prácticas de iluminación en las industrias, el estudio revela que las empresas presentan sobre iluminación en las jornadas diurnas, esto debido al uso de luz natural; para las empresas que laboran en jornadas nocturnas, presentan poca iluminación, lo cual genera una carga de trabajo indebida y fatigas visuales en los trabajadores. La investigación identifica que existe

una insuficiencia en el diseño de la iluminación en las áreas de trabajo, también indica deficiencia en mantenimientos de las luminarias y por último que es necesario implementar un estándar de iluminación debido a que las industrias presentan mucha variación en los niveles de iluminación. (Al-Jiffry & Al-Jefri, 1996)

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Puesto de Trabajo

El puesto de trabajo es principalmente un área en donde se realiza una actividad laboral sin embargo en algunas actividades no hay un lugar definido donde se realicen las actividades, por lo que el concepto de puesto de trabajo también se puede considerar como la actividad en sí, los trabajadores realizan sus actividades por lo general en lugares específicos que requieren que estos recintos están adecuados con condiciones para la realización de actividades por lo que estos espacios deben cumplir la legislación obliga a que el puesto de trabajo este en óptimas condiciones. (Ferrer, 2013).

3.1.2 Tipos de iluminación

3.1.2.1 Iluminación

Se entiende como iluminación a cualquier conjunto de equipos (luces o lámparas) que están ubicadas en un lugar para permitir ser cualquier cosa objeto o acción y es esta puede provenir ya sea de luz natural o artificial el cual de no ser adecuado puede afectar los ojos de las personas que se ubiquen en estos entornos

Deslumbramiento Visual: es el fenómeno de la visión que produce molestias o disminución en la capacidad de diferenciar objetos o ambas debido a una fuente de iluminación directa de no escalonada actuando en la retina del ojo insensibilizando durante un tiempo indeterminado para recuperarse por lo general en un tiempo no mayor a 30 segundos.

Parpadeo de Luz: es el efecto de fluctuación de luz proveniente de una fuerte iluminación en el campo visual este fenómeno por lo general se refleja en los trabajadores como una molestia o irritación en la visión de los trabajadores.

La iluminación en cualquier entorno se desprende principalmente de dos fuentes que son la luz natural y la luz artificial

3.1.2.2 Iluminación Natural

La iluminación natural proviene de fisiológicamente del sol esta tiene como principal ventaja es que produce un menor agotamiento en la visión de las personas, permite una mejor identificación de las colores y reduce en una gran cantidad el deslumbramiento, este tipo de iluminación también tiene sus falencias la cual principalmente en la inestabilidad ya que depende del estado climático o el momento estacional (hora del día) lo que genera que se debe realizar un apoyo con iluminación artificial cuando se realizan trabajas en jornada nocturnas de trabajo.

3.1.2.3 Iluminación Artificial

La iluminación artificial consta de una fuente de energía (electricidad) que va conectada por medio de unos cables a sistemas de iluminación (Bombillos o lámparas) las cuales tienen propiedades diferentes de acuerdo con su aplicación o la actividad que se va a desarrollar en el entorno por lo que es importante identificar su capacidad y aplicación respectivamente.

3.1.2.4 Iluminación General o Ambiente

Hace referencia al nivel general de iluminación de un recinto este valor es importante a la hora de definir los valores mínimos de iluminación para garantizar los niveles de seguridad mínimos, hay situaciones donde la iluminación es completamente artificial o con una combinación natural artificial que permite regular el nivel de exposición generando mayo confort entre las personas expuestas y es aún más favorable cuando esta combinación se realiza con lámpara compuestas con iluminación led que permite regular la temperatura de los entornos.

3.1.2.5 Iluminación Localizada

Es un tipo de iluminación con fuentes de luz instaladas en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño.

3.1.2.6 Iluminación Directa o Indirecta

Directa es aquella luz puntual la cual incide de manera directa las superficies u objetos que se desea iluminar mientras que la indirecta es toda aquella que se puede dar por reflejos o refracción de la luz se puede ver mucho en los entornos donde se desea ambientar espacios.

3.1.2.7 Iluminación en Puesto de Trabajo

En el desarrollo identificamos que la norma RETILAP establecida en la resolución 180540 de 2010, expedido por el Ministerio de Minas y Energía, define las características y condiciones que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado en los diferentes entornos para cumplir con los estándares mínimos de iluminación, la conservación del medio ambiente y la protección al consumidor entre otros, además la Guía Técnica GTC-8 que establece los elementos para la ergonomía visual y la iluminación de los ambientes de trabajo definidos por ICONTEC y la correlación con el análisis de los trabajos en jornada nocturna. (Garrido & Trujillo, 2015).

El análisis de las condiciones visuales debe partir de la evaluación de aspectos relacionados con la infraestructura para el desempeño del trabajo, incluyendo las condiciones de iluminación, así como los requerimientos lumínicos para las actividades desarrolladas, teniendo en cuenta las capacidades de cada uno de los trabajadores. Factores como las

características del trabajo, y la coordinación visomotora, tienen como finalidad identificar la capacidad visual que requiere la actividad.

En la tabla siguiente, tomada del libro Diseño de puestos de trabajo de Pedro Mondelo y otros autores, define los requisitos para el diseño o adecuación de los puestos de trabajo, en donde se incluyen los requisitos de iluminación, describe las características visuales y su relación con la luz (iluminación), definiendo características como contrastes, difusión de la luz, distancia hacia objetos, tamaño de objetos, y tiempos / movimientos, definiendo escalas personales (del individuo) que pueden ser condiciones satisfactorias, indiferentes, desagradables o perjudiciales, todas en función del estímulo visual, capacidades y desarrollo de la actividad laboral.

Tabla 1.

Tomado de Diseño puestos de trabajo. Niveles de iluminación recomendados

Intervalo		Iluminancia (Lux)	Clase de actividad
A	Iluminación general en zonas poco frecuentadas o que tiene necesidades visuales sencillas	20	Zonas públicas con alrededores oscuros
		30	
		50	Únicamente como simple orientación en vistas de corta duración
		75	
		100	Lugares no destinados para trabajo continuo (zonas de almacenaje)
		150	
		200	Tareas con necesidades visuales limitadas (maquinaria pesada, salas)
		300	
B	Iluminación general para trabajo en interiores	500	Tareas con necesidad visual normal (maquinaria media, oficinas)
		750	
		1000	

		1500	Tareas con necesidad visual especial (grabado, inspección textil)
		2000	
C	Iluminación adicional en tareas visuales exactas	3000	Tareas prolongadas que requieren precisión (electrónica, relojería)
		5000	
		7500	Tareas visuales excepcionalmente exactas (microeléctrica)
		10000	
		15000	Tareas muy especiales (operaciones quirúrgicas)
		20000	

3.1.3 Descripción de las variables que intervienen en la visión y la iluminación

Las variables que intervienen en la medición de las condiciones de iluminación se describen a continuación:

Rendimiento luminoso: Elemento de una fuente de luz, definido como relación entre el flujo luminoso que se transforma en luz y la potencia consumida en un área definida para el elemento generador, la unidad de medida es lumen/watts [lm/w].

Luminancia: Es un término propio de fotometría, y se define como la cantidad de luz angular y superficial que incide (refleja), atraviesa (traspasa) o emerge (saliente) de una superficie siguiendo una dirección determinada por la absorción que poseen los materiales y que hacen que sean visibles por el ojo humano. La unidad de medida de luminancia corresponde a pie-lambert [pie–Lambert] = 3.43 [Candelas/ m2].

Iluminancia: Nivel de iluminación o flujo luminoso que incide sobre una superficie sobre una superficie, la unidad de medida es Lux [lx]=[lumen/m2].

Reflectancia: Hace referencia a la fotometría en términos de iluminación y calor producida en termodinámica, se considera como la fracción de radiación que incide en una superficie. No presenta unidades dimensionales, y su rango varía entre 0 y 1.

Reflexividad: Se define como la porción o fragmento del flujo de luz incide o que es reflejado por un elemento o una superficie reflectante del mismo, con la particularidad que el ángulo de incidencia es igual al de reflexión.

Visibilidad: Se define como claridad con la que el ser humano puede ver (visión normal). Los elementos característicos son: contraste, definido como la diferencia de intensidad o luminancia para el cuerpo que es observado y la superficie que se define como fondo, y ángulo visual desde la perspectiva del observador.

3.1.4 Percepción Visual

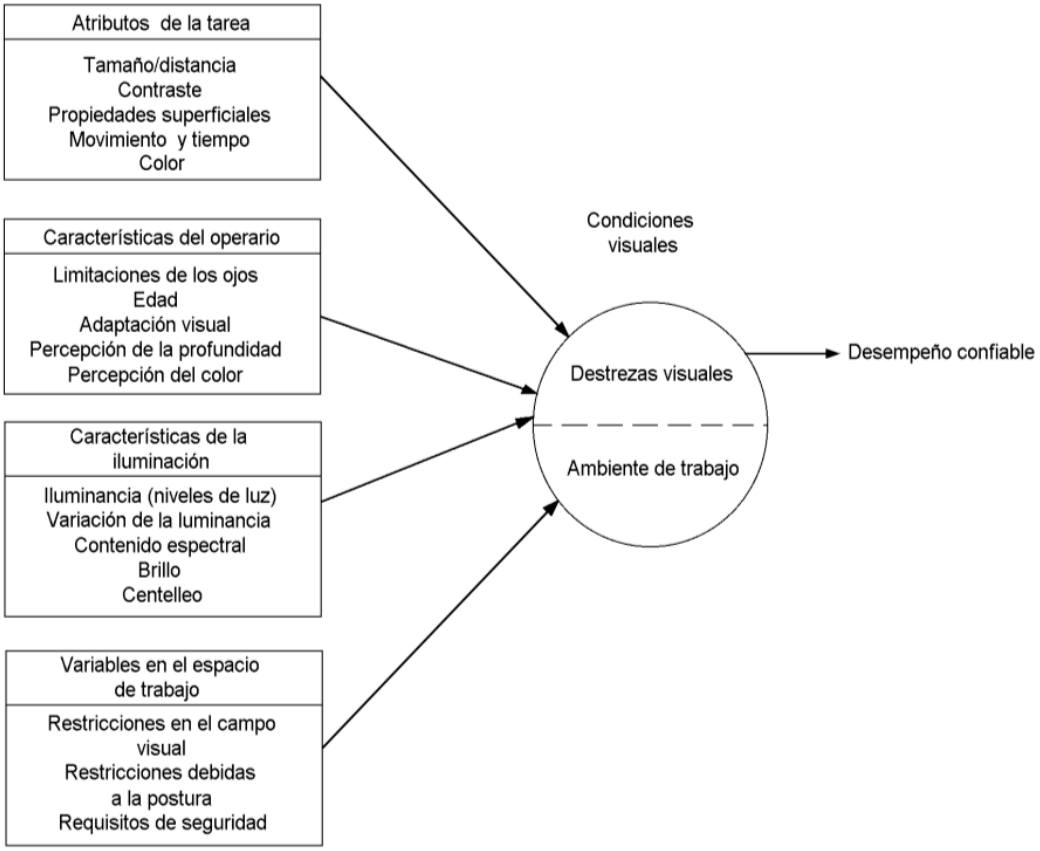
La percepción visual a través del órgano sensitivo humano es un proceso dinámico continuo, donde la estructura del ojo y el cerebro transforma la información lumínica o luz reflejada en los cuerpos y captada para recrear un contexto externo. Para que se lleve a cabo se deben presentar los siguientes elementos:

- Fuente generadora de luz o reflectante de radiación lumínica.
- Ingreso de las ondas de luz a través de la pupila, pasando por el globo ocular hasta la retina del ojo, y captadas por las estructuras llamadas conos y bastones.
- La generación de elementos visuales producidos en la retina, reconocidos como elementos ópticos del objeto (imagen invertida), las dimensiones del objeto dependen de la distancia al observador (imagen real o virtual).

- Los impulsos lumínicos son transmitidos por impulsos desde el nervio óptico hasta el cerebro que se encarga de determinar las características del elemento y del entorno percibido.

Ilustración 1.

Tomado de ICONTEC GTC-08. Parámetros fundamentales que influyen el rendimiento de un operario.



3.1.4.1 Efectos en la salud de las personas por deficiencia en iluminación

La iluminación y sus condiciones en una zona de trabajo tienen gran importancia en la eficacia de los trabajos realizados, los ambientes iluminados tienden a crear espacios de confort y bienestar en los trabajadores, los efectos físicos en la salud son los siguientes:

- Deficiencia en agudeza visual: Se presenta como esfuerzo continuo para el enfoque y percepción de los elementos observados.
- Fatiga ocular: Clínicamente definido como bajo rendimiento ocular por repetitividad o sobreesfuerzos visuales.
- Deslumbramiento: Son caracterizados por exceso de luz de la fuente o brillo excesivo de la superficie reflectiva.
- Rendimiento visual: Capacidad mantenida en el tiempo para realizar acciones visuales, generando deficiencias por falta de uniformidad en iluminación.
- Fatiga muscular: Posturas inapropiadas para realizar actividades que requieren posiciones visuales poco ergonómicas, condición que genera sobreesfuerzo al cambiar el plano de visión.

3.1.4.2 Enfermedad Laboral

De acuerdo con el artículo 4° de la ley 1562 de 2012 define como enfermedad laboral toda aquella que es contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar.

3.1.4.3 Alistamiento de vehículos para el servicio de transporte de pasajeros

Las obligaciones de los concesionarios para la operación del sistema de transporte de pasajeros, en el numeral de los deberes, indican todas las acciones para quienes desarrollan actividades requeridas propias de la operación y de actividades relacionadas, entre las que se encuentra el alistamiento (limpieza y tanqueo), mantenimiento y servicios asistenciales, que deben realizarse en los Centros de Operación dispuestos para dichos fines. (Transmilenio, 2019)

Así mismo, indica la necesidad de establecer espacios de soporte para la operación: Son los elementos físicos de la infraestructura de transporte que permite el funcionamiento del sistema en sus componentes de control, regulación y operación.

Patios de estacionamiento: Parte integral del sistema de transporte público donde se almacena, mantiene y distribuye la flota de servicios.

La infraestructura de soporte definida como elementos que orientados por su tipología, actividad y función al servicio a vehículos de operación: "Los servicios a vehículos son todas aquellas instalaciones que hacen posible la disponibilidad y la confiabilidad de la flota 7/24 para la prestación del servicio de transporte. De tal manera, que se pueden desarrollar las actividades de alistamiento diario (estación de combustible, zona de lavado y áreas de estacionamiento), realizar el mantenimiento preventivo y correctivo (talleres de mantenimiento rutinario y especializado)".

3.2 FUNCIONAMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL LUXÓMETRO

El luxómetro que se utilizará para realizar esta práctica corresponde a un equipo digital con las siguientes características:

3.2.1 Características del luxómetro

- Rangos: Lux 0 a 1999 Lux, 2000 a 5000 Lux y de 2000 a 50000 Lux
- Precisión de la medida: ±5%
- Resolución de medición: 0.01FC, 0.1 Lux

3.2.2 Puesta a punto del luxómetro

Para realizar la puesta a punto del Luxómetro se aplican los siguientes pasos:

- Accionar el interruptor de encendido.
- Ubicar el sensor de luz en donde se quiera realizar la medición.
- Ver lectura en la pantalla.
- Realizar pruebas de captura de dato para realizar la lectura de los datos

3.2.3 Uso y mediciones con luxómetro

Definición de luxómetro: (fotómetro) Dispositivo de medición para determinar la cantidad de luminosidad o luz que se encuentra en un área que hay en un ambiente.

1. Determinar las zonas de trabajo a evaluar y los horarios de medición.
2. Realizar la sincronización en campo del Luxómetro.
3. Ubicar el Luxómetro sobre tres puntos diferentes de la superficie de trabajo durante 2 minutos y tomar la mayor cantidad de lecturas arrojadas.
4. Establecer en cada puesto de trabajo evaluado, las características de la zona, las fuentes de luz y las características de las luminarias.
5. Esquematizar la zona de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectuaron las mediciones.
6. Repetir los pasos 3 a 5 en otros puestos de trabajo.

Ilustración 2.

Dispositivo para la medición Luxómetro Extech HD 450



3.3 MARCO LEGAL

Colombia ha establecido normatividad para la iluminación en los sitios de trabajo, en las cuales da a conocer los lineamientos y requerimientos de iluminación, esta normatividad será referencia para la comparación y evaluación del cumplimiento en el proceso de alistamiento en las flotas de vehículos del sistema de transporte público.

Tabla 2.

Requisitos legales de evaluación para las condiciones de iluminación

Requisito legal	**Fecha de expedición**	**Ente emisora**	**Descripción**
Resolución 180540	30 de marzo de 2010	Ministerio de minas y energía	Resolución que modifica el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP), donde se establecen los requisitos de eficacia de las fuentes lumínicas.

Decreto 1072	26 de mayo de 2015	Ministerio de trabajo	Decreto que contiene el Reglamento Único del Sector Trabajo. En el capítulo 6 se indica el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el numeral 2.2.4.6.8. Obligaciones de los empleadores Desarrollar programas y actividades tendientes a la gestión y prevención de enfermedades laborales o accidentes de trabajo en los empleados.
Guía técnica colombiana GTC-08	17 de agosto de 1994	Icontec	Principios de ergonomía visual, iluminación para ambientes de trabajo.
Decreto 2400	22 de mayo 6 de 1979	Ministerio de trabajo y seguridad social	En el Decreto se establecen disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los trabajos. Condiciones de Iluminación Capítulo III Establece la obligatoriedad para los empleadores de garantizar ambientes de trabajo confortables respecto a iluminación de acuerdo con la clase de labor que se realice según la modalidad de la industria.
RETILAP	8 de febrero del 2016	Ministerio de minas y energía	Establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público.

4 MARCO CONTEXTUAL

El estudio de las condiciones de iluminación nocturna se desarrolla en las instalaciones del patio donde se realizan actividades de alistamiento de vehículos para el sistema de transporte de pasajeros, inicia con el ingreso del vehículo tipo bus a las instalaciones, es dirigido a la zona de tanqueo donde el tiempo de espera promedio es de 25 minutos y de aprovisionamiento de 6.5 minutos con combustible Diesel y AdBlue (urea AUS32 - disolución de urea al 32.5%), luego se dirige a la zona de lavado, desde el inicio hasta el final del proceso de lavado avanza el vehículo a una velocidad de 5 km/h, si durante la operación se identifican fallas menores el vehículo se dirige a la zona de mantenimiento, de lo contrario se conduce hacia la zona de parqueo y se ubica en la posición de parqueo de acuerdo con la necesidad de salida a operación.

Las actividades descritas, requieren iluminación artificial en donde el trabajador debe desarrollar habilidades que le permitan realizarlas de manera segura y cómoda, deficiencias en la ejecución por las condiciones de infraestructura en iluminación y/o por deficiencias en la capacidad visual del trabajador (evaluación subjetiva) pueden llevar a la generación de accidentes laborales.

5 ALCANCES Y LIMITANTES

5.1 Estándares mínimos – Riesgo higiénico

El proyecto de investigación tiene como propósito determinar las condiciones de iluminación de los trabajos de alistamiento de flota de vehículos, se incluyen las zonas donde se realizan los trabajos de tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo, desarrollados en la

jornada nocturna en un patio que se encuentra al servicio de transporte masivo de pasajeros de la ciudad de Bogotá, define el contraste entre las condiciones encontradas y los requisitos de iluminación para el desarrollo de los trabajos. No se pretende establecer condiciones de iluminación por actividad específica o puesto de trabajo, lo que busca el proyecto es determinar las necesidades para las cuatro zonas de trabajo basados en mediciones y requisitos técnicos.

La aplicación de la metodología y de los parámetros encontrados pueden ser utilizados en otros componentes de características similares, buscando siempre la seguridad y confort del trabajador en el desempeño de las actividades laborales.

La principal limitante del estudio corresponde a las condiciones climáticas adversas como lluvia, ya que no permitiría la realización de mediciones con el instrumento luxómetro en zonas abiertas (sin cobertura, techo, carpa o similar), condición que involucra la reprogramación de las mediciones.

Con la verificación de las condiciones de iluminación de las zonas de trabajo (tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo) serían objeto de cobertura 420 trabajadores durante la jornada nocturna, quienes serían objeto las observaciones y recomendaciones con respecto a la zona donde desarrollan las actividades laborales.

6 METODOLOGÍA

El proyecto de investigación relacionado con exposición laboral e higiene industrial que busca evaluar las condiciones de iluminación en la jornada nocturna durante el alistamiento de vehículos para el servicio del sistema de transporte público masivo de pasajeros en la ciudad de Bogotá se desarrolla bajo la siguiente metodología:

6.1 TIPO DE METODOLOGÍA

La investigación se realiza con metodología descriptiva, en donde se busca contrastar las condiciones de iluminación evaluadas, con respecto a parámetros estandarizados para la iluminación en las zonas de trabajo donde se desarrollan actividades de alistamiento vehicular en la jornada nocturna.

6.1.1 Método de investigación

Para la investigación se utilizó el método cuantitativo para evaluar las condiciones de iluminación en las zonas de alistamiento de vehículos (tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo) por medio de mediciones con luxómetro y su análisis.

6.1.2 Población y muestra

El patio para el alistamiento de la flota de vehículos de transporte público de pasajeros se encuentra distribuido en cuatro zonas como lo son: tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo con un área total de 39000 m2 y zonas donde laboran 120 personas quienes desarrollan el trabajo desde las 22 horas a las 6 horas del siguiente día, en un turno de ocho horas con los siguientes cargos:

- Conductores
- Operarios de lavado de vehículos
- Operario de tanqueo de vehículos
- Técnicos de mantenimiento

En el estudio se evalúa el área total del patio de acuerdo con las condiciones de iluminación previstas en la inspección inicial, con mínimo 40 puntos de evaluación general y 5 puntos de evaluación específica, así como 60 encuestas de evaluación subjetiva al trabajador.

7 FASES DEL PROYECTO

7.1 EVALUACIÓN SUBJETIVA DE ILUMINACIÓN

Para la evaluación subjetiva por observación de la infraestructura y su relación con las condiciones de iluminación, así como la percepción del trabajador del entorno donde se desempeña, se utiliza la EVALUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN EN PUESTOS DE TRABAJO, diseñado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, dicha herramienta se estructura en dos partes como se ha mencionado:

7.1.1 Test de iluminación – Observación

Ilustración 3.

Test de iluminación- Observación 1



Ilustración 4.

Test de iluminación- Observación 2

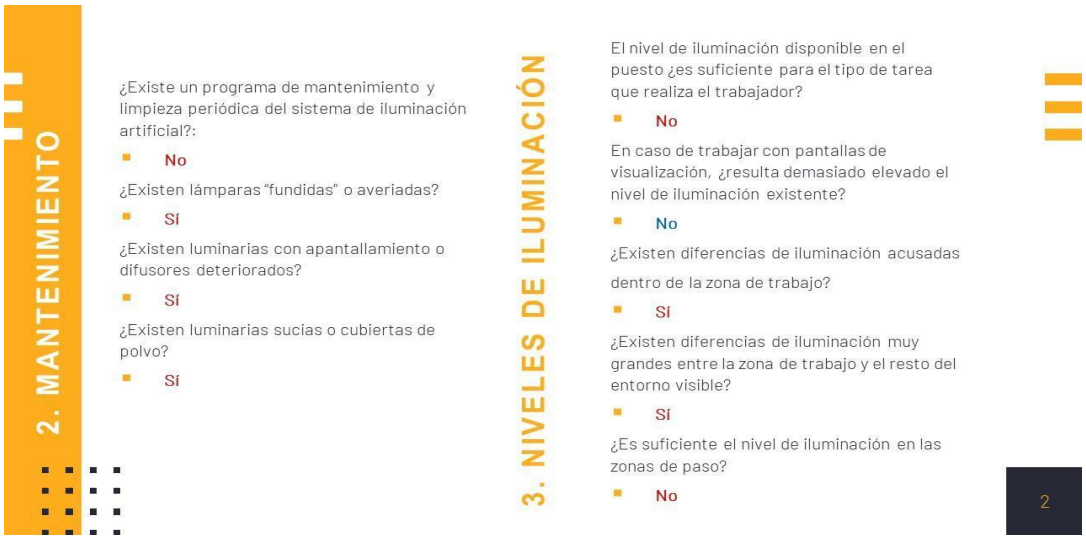


Ilustración 5.

Test de iluminación- Observación 3

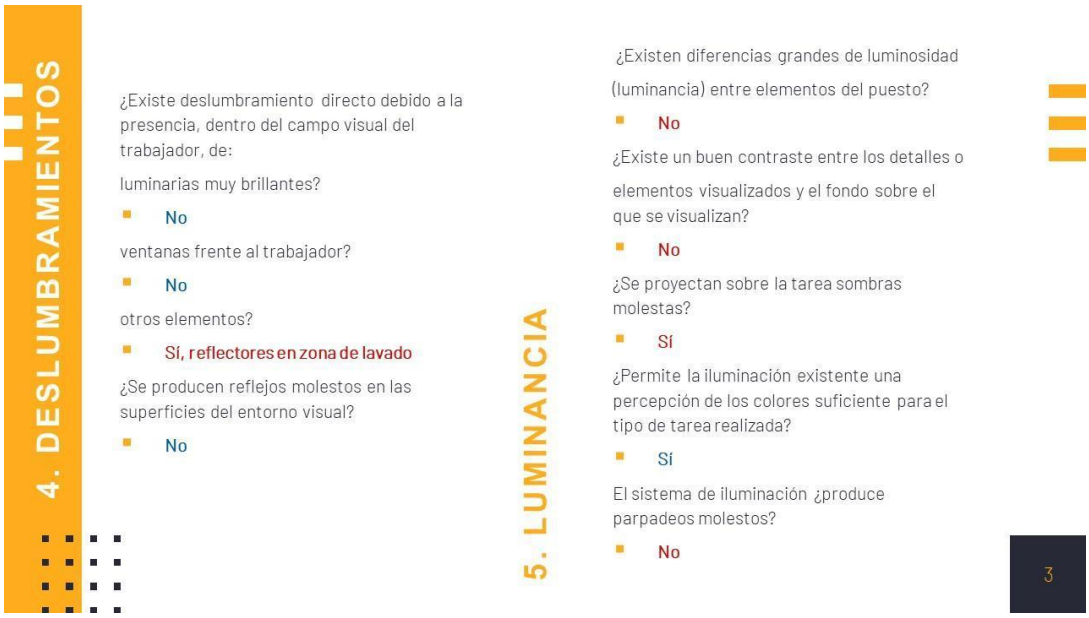
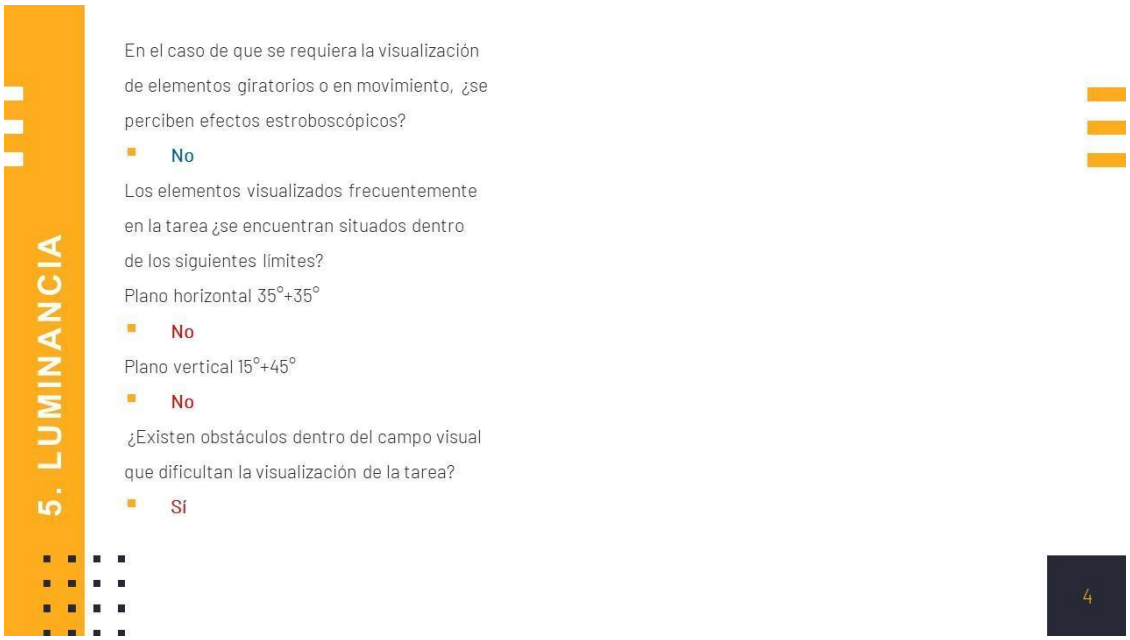


Ilustración 6.

Test de iluminación- Observación 4



7.1.2 Cuestionario de evaluación subjetiva

Se consulta al trabajador sobre por la percepción del nivel de iluminación en su lugar de trabajo, desempeñando actividades habituales y en condiciones normales, con el cuestionario se busca evidenciar deficiencias o incrementos que el trabajador haya identificado y que generen molestia, entorpezcan la tarea o produzcan algún síntoma en su salud. Los resultados de la aplicación se muestran a continuación:

Ilustración 7.

Test de iluminación- Observación 5

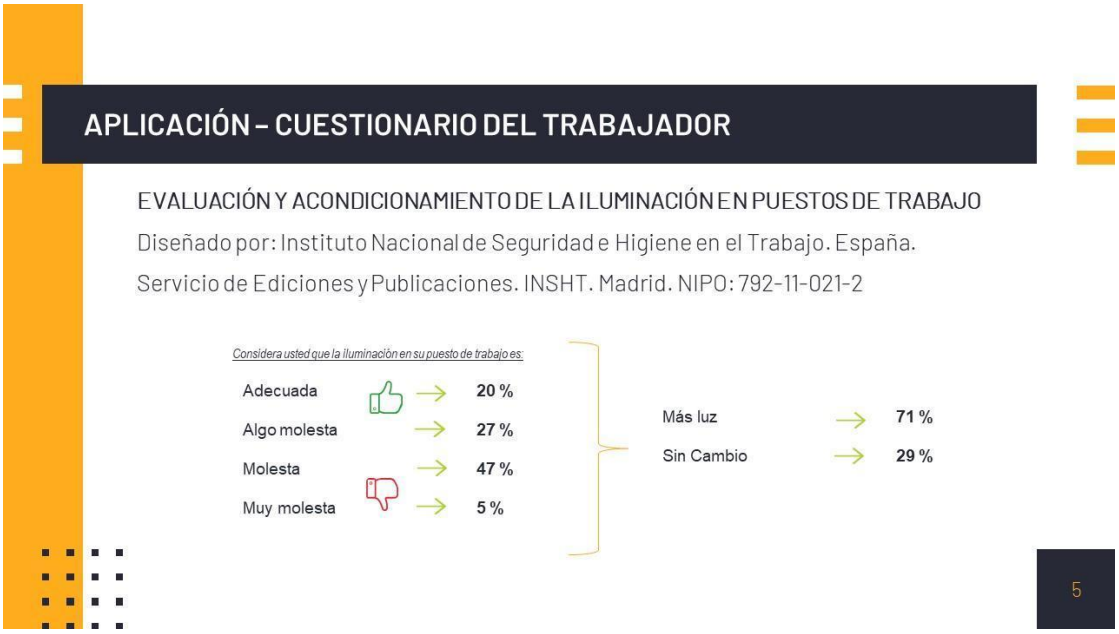


Ilustración 8.

Test de iluminación- Observación 6

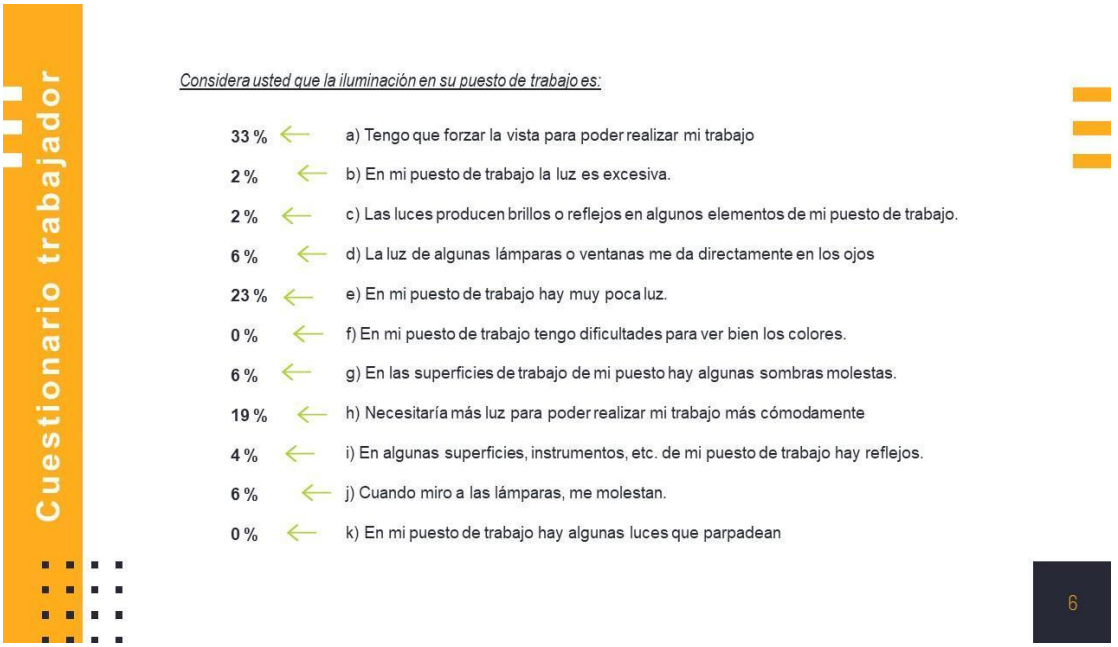
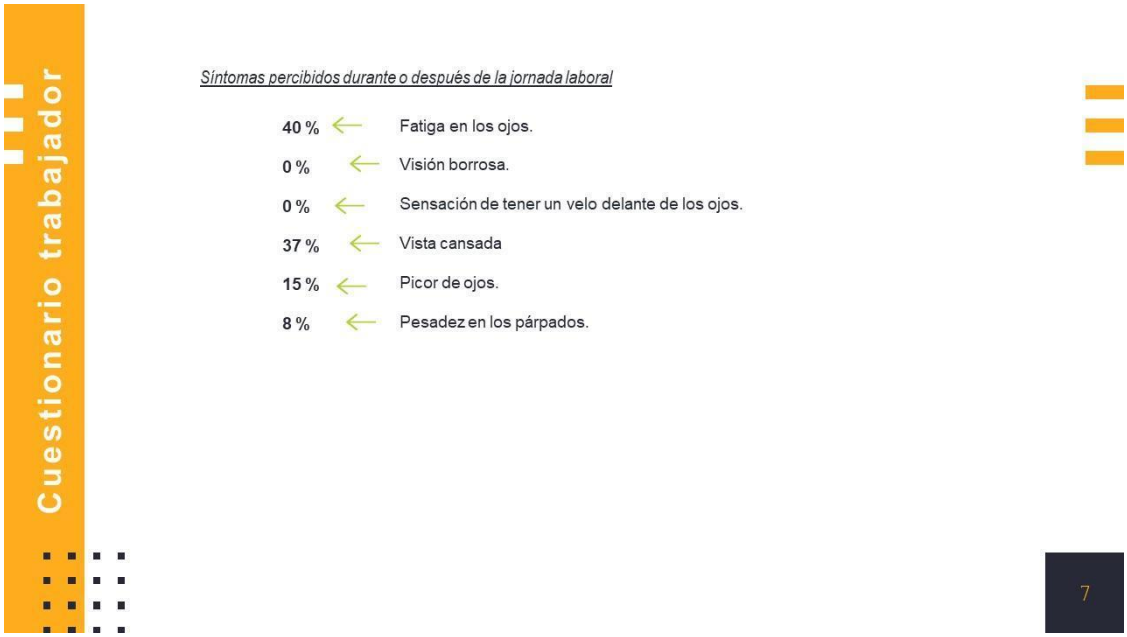


Ilustración 9.

Test de iluminación- Observación 7



7.2 CONDICIONES DE ILUMINACIÓN

7.2.1 Zona de Medición

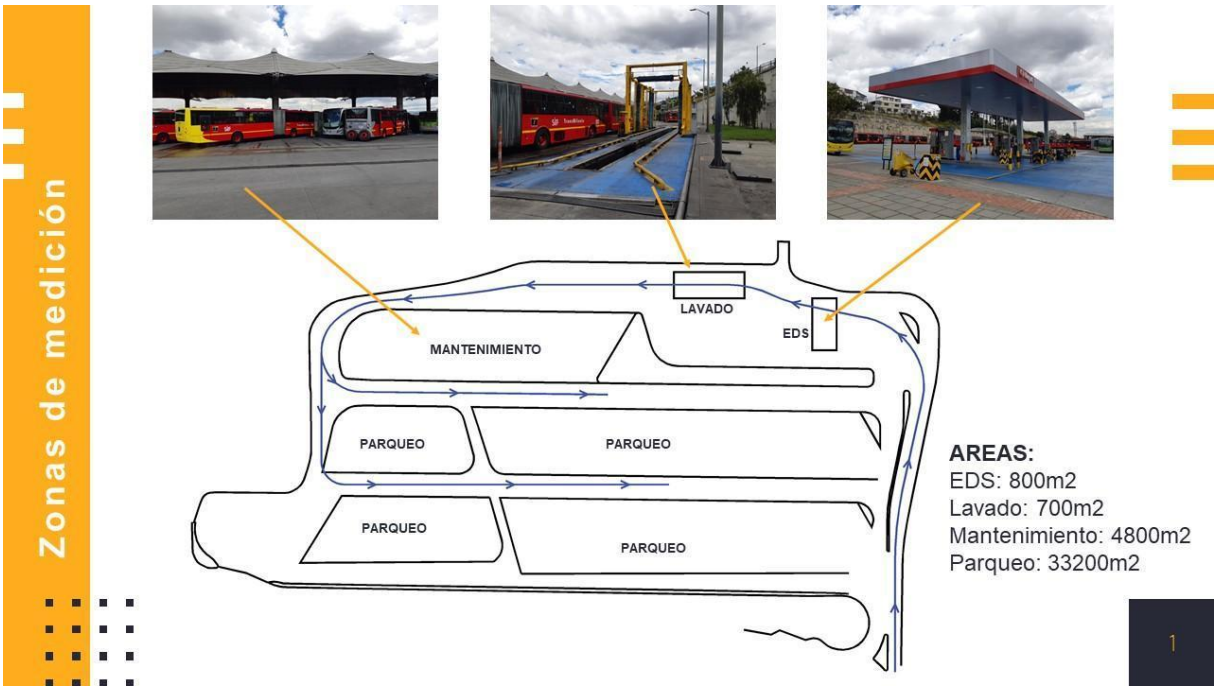
- Establecer, ubicar y delimitar las zonas para la medición de las condiciones de iluminación de acuerdo con inspección previa (tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo).

Las zonas para la medición de las condiciones de iluminación corresponden a los espacios de trabajo en donde las condiciones visuales son evaluadas, corresponden a lugares que, de acuerdo con sus características de infraestructura permiten el desarrollo de la actividad laboral específica y que corresponden a tanqueo, lavado, mantenimiento y parqueo.

En la imagen siguiente se muestra la distribución de las zonas de acuerdo con la actividad desarrollada.

Ilustración 10.

Plano de áreas donde se realizaron las mediciones



La zona de la estación de combustible EDS y Mantenimiento tienen una cubierta superior con lámparas propias led de 12000 lumen distribuidas a lo largo del área de trabajo; el área de Lavado y Parqueo se encuentra al aire libre con sistemas de iluminación exterior o semejante a alumbrado público, con postes de 6 metros con luminaria led de 6000 lumen.

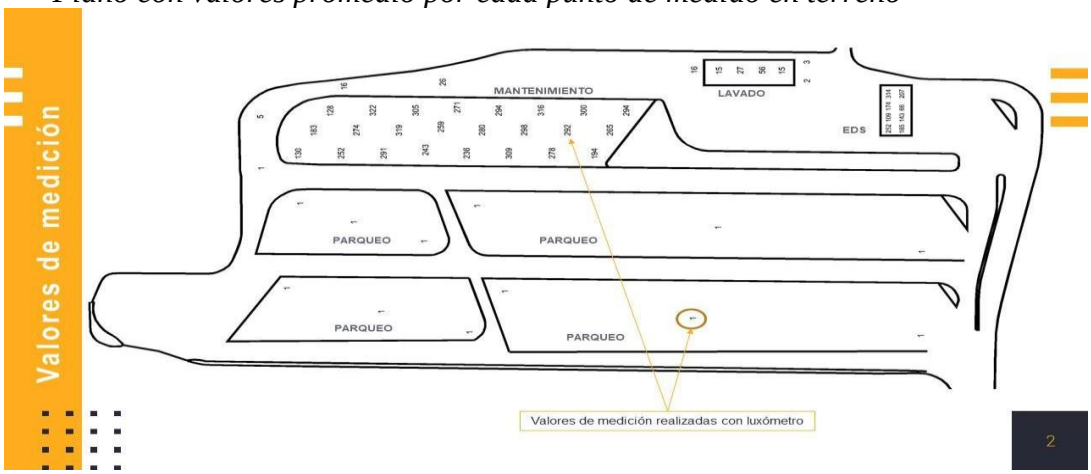
Consolidado de resultados para las mediciones

Las mediciones de iluminación se realizaron con equipo Luxómetro Extech HD450, de acuerdo con el procedimiento para la manipulación presentado, se toman tres registros del luxómetro por cada punto, durante tres días en los mismos lugares, los resultados obtenidos de la aplicación se promedian por cada punto y cada día, es decir se realiza un promedio de promedios, los resultados finales se muestran a continuación:

Los valores registrados son mostrados espacialmente en la imagen siguiente que muestra el lugar y valor obtenido en la medición.

Ilustración 11.

Plano con valores promedio por cada punto de medido en terreno



7.3 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

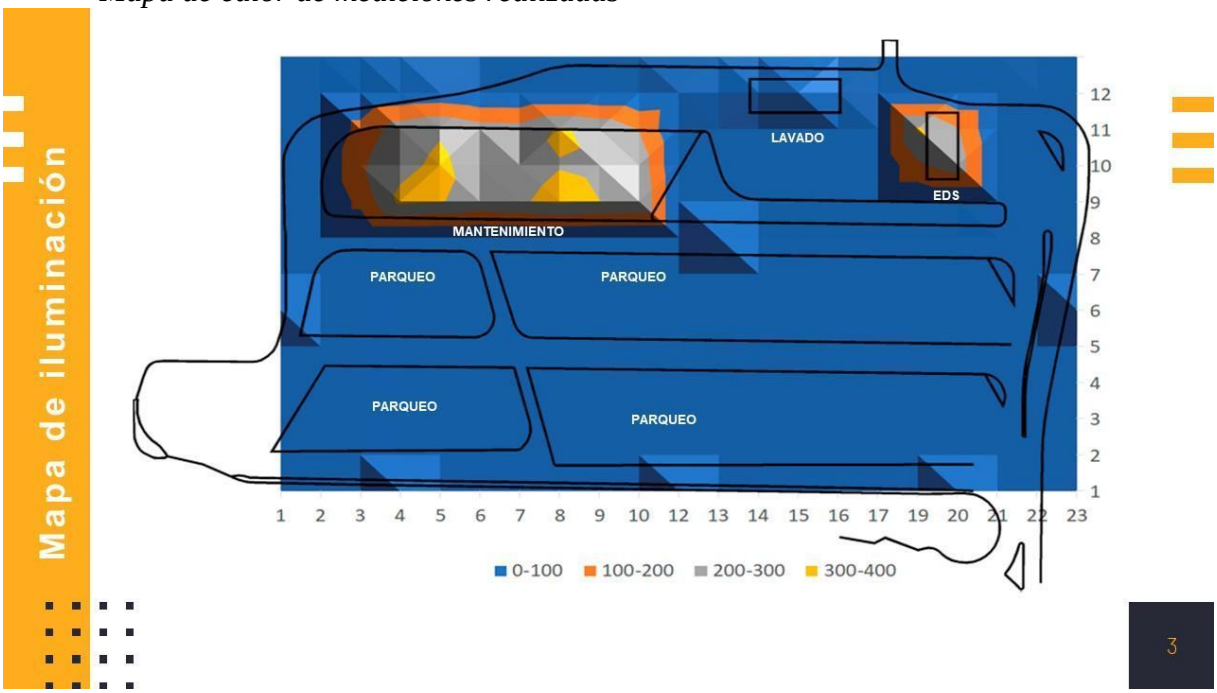
- Analizar los resultados de las mediciones aplicadas.

El mapa de iluminación es presentado como elemento visual que representa los valores registrados, permite una mejor comprensión del entorno y la relación entre los puntos adyacentes, su asociación con los rangos de colores, evidencia zonas con iluminación normal promedio, y otras deficiencias por la baja iluminación o exceso de la misma.

La zona de mantenimiento tiene tres picos de iluminación entre los 300 – 400 Lux que representan el 10% de la zona y ubicados en la porción 3/8 y en el 3/4 del área, el 80% se encuentra entre los 200 – 300 Lux y el 10% restante entre los 100 – 200 Lux. La zona de tanqueo tiene un pico de 300 – 400 Lux con el 5%, entre 200 – 300 Lux para el 95% del área de la zona, se observa expansión en la zona de iluminación por fuera de la EDS entre los 100 – 200 Lux. La zona de lavado y parqueo presentan unos picos entre los 0 – 100 Lux debido a la presencia de luminarias en actividades específicas, mientras que el resto del patio se encuentra en condiciones de iluminación por debajo de los 30 Lux, dicha condición es presentada para el 85% del área total disponible.

Ilustración 12.

Mapa de calor de mediciones realizadas



7.3.1 Requerimientos de iluminación

- Documentar los requisitos ideales de iluminación para las zonas y trabajos desarrollados. *(Normas indicadas en el marco teórico)*.

7.3.1.1 Resolución 2400 de 1979

Los criterios normativos para establecer los requisitos de iluminación en las zonas de trabajo, se indican en la Resolución 2400 de 1979, establecida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social que “Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo”, en el Artículo 79 “Todos los lugares de trabajo tendrán la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo a la clase de labor que

se realice según la modalidad de la industria, a la vez deberán satisfacer las condiciones de seguridad de todo el personal". El artículo 215 indica "En los lugares de trabajo donde se trasieguen, manipulen o almacenen líquidos o sustancias inflamables, la iluminación de lámparas, linternas y cualquier extensión eléctrica que sea necesario utilizar, serán a prueba de explosión"

7.3.1.2 Guía técnica Colombiana ICONTEC GTC-8

Para valorar las condiciones de iluminación se toman los niveles establecidos en la guía técnica ICONTEC GTC-8 que contiene los principios de ergonomía visual para la iluminación de ambientes de trabajo en espacios cerrados, teniendo en cuenta los niveles de iluminación referidos a los requisitos visuales según el tipo de tarea. Para cada tarea se determinan intervalos de tres valores de iluminancia, interpretados de la siguiente manera:

• Valoración máxima (VMax), se usa cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la productividad y la exactitud de la tarea se considera de gran importancia.

• Valoración mínima (VMin), se aplica para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes.

• Valoración media o recomendada (VMed): se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes.

7.3.1.3 Resolución 180540 de 2010

Para determinar el nivel de conformidad con relación a los parámetros establecidos se toma como norma de referencia la Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 4 Diseños y cálculos de iluminación interior, sección 410 Requisitos generales del diseño de alumbrado interior que presenta en la tabla 410.1 los niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades adaptados de la norma ISO 8995 "Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems", indicando que el valor medio debe considerarse como referencia en un sistema de iluminación, siendo no favorable valores determinados como máximo y mínimo, los valores indicados para el caso específico del estudio se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Tabla de valores recomendados de acuerdo con Resolución 180540 de 2010 sección 410.1

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
Taller de mecánica y de ajuste	Mínimo	Medio	Máximo
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	200	300	500
Tanqueo de vehículos	200	300	500

De igual manera, como se encuentran zonas de estudio al aire libre (sin cubierta), para el área de lavado se toma como norma de referencia la Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 5 Alumbrado público e iluminación exterior, sección 510.3 Niveles exigidos de luminancia e iluminancia en alumbrado público, que indica valores de referencia para fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares, para el proyecto se toma el valor más alto contenido en la norma:

Tabla 4.

Tabla de valores recomendados de acuerdo con Resolución 180540 de 2010 sección 510.3

CLASIFICACIÓN	CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINACIÓN PROMEDIO (LUXES)
Canchas múltiples recreativas	C0	50

Y para la zona de parqueo se toma como referencia el Capítulo 5 Alumbrado público e iluminación exterior, sección 510 Consideraciones técnicas del diseño de alumbrado público, numeral 510.2.3b Requisitos de iluminación para áreas críticas, en donde indica los siguientes valores de referencia (se realiza tabla resumen):

Tabla 5.

Tabla de valores recomendados de acuerdo con Resolución 180540 de 2010 sección 510.2.3b

ÁREA CRÍTICA	CLASE DE ILUMINACIÓN	ILUMINANCIA MÍNIMA MANTENIDA (LUXES)(SOBRE TODA LA SUPERFICIE)
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, entre otros): GRANDE	C1	30

7.3.2 Mediciones con luxómetro

- Realizar mediciones de iluminación con luxómetro según los requisitos técnicos para la manipulación de equipos. *(Procedimiento enunciado en el marco teórico).*

Se realizó las mediciones en cuatro áreas diferentes que son:

- Área de mantenimiento
- Área de tanqueo

- Área de lavado
- Área de parqueo

Las mediciones se aplican en cada área de alistamiento durante tres noches, en las que se identificaron puntos con deficiencia o exceso de iluminación, por cada punto de se tomaron tres lecturas diferentes que permiten calcular el promedio de la medición de una noche, con los valores obtenidos de cada noche se obtiene un valor promedio noche para cada punto.

En el proceso de las lecturas se utiliza una superficie con una altura promedio de 0.85 m de acuerdo con el plano de desarrollo de las actividades laborales obteniendo homogeneidad de los datos.

7.3.2.1 Mediciones del área de mantenimiento

Para el área de mantenimiento se tomaron 24 puntos de referencia distribuidos en toda el área que corresponde al taller del patio y se obtuvieron los siguientes valores:

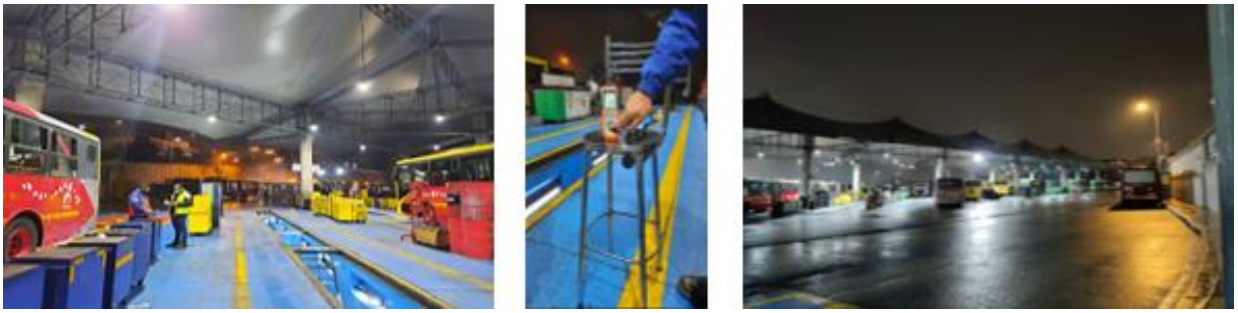
Tabla 6.

Valores de mediciones en área de mantenimiento.

AREA MEDIDA	DIA 1			DIA 2			DIA 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
AREA DE MANTENIMIENTO	282,7	214,4	88,8	302,9	312,8	308,2	293,8	267,6	199,5
	280,4	216,4	86,4	304,2	309,1	294,0	297,3	267,8	195,2
	281,5	222,4	86,8	304,9	308,3	293,7	297,2	269,4	194,3
	289,0	307,5	245,9	301,9	273,3	310,0	296,5	293,4	282,0
	288,8	309,3	246,6	303,3	273,6	306,2	301,1	293,5	277,4
	309,3	308,7	247,3	303,1	273,8	305,8	311,2	293,3	277,6
	317,4	279,6	288,3	310,1	308,6	326,3	318,8	298,1	309,3
	318,5	287,7	289,3	311,3	309,2	329,7	315,9	300,5	310,5
	318,0	287,1	289,2	311,2	308,8	327,3	319,6	299,0	313,3
	275,2	269,1	253,1	311,9	281,2	216,1	296,6	278,2	235,6
	273,5	273,6	253,6	312,1	287,3	216,5	293,8	285,5	236,1
	273,3	273,4	256,5	312,4	287,6	215,6	297,9	282,5	237,1
	251,4	280,3	252,3	288,2	236,8	239,6	273,8	262,6	250,0
	249,4	279,2	246,3	291,9	237,6	231,6	273,7	262,4	243,0
	248,4	279,1	247,6	292,3	229,6	232,7	272,4	259,4	241,2
	280,1	338,1	320,0	335,4	308,3	260,4	308,8	324,2	292,2
	271,2	325,2	318,9	334,1	306,8	259,9	304,7	318,0	292,4
	269,2	325,0	321,0	333,8	306,4	259,1	303,5	316,7	295,1
	319,7	319,1	238,7	320,2	229,1	263,3	323,0	276,1	256,0
	323,2	316,0	237,0	319,5	229,3	264,0	324,4	276,7	254,5
	324,1	313,5	235,7	319,5	227,6	266,7	325,8	275,6	252,2
	88,4	190,6	185,8	163,5	173,4	71,4	129,0	185,0	131,6
	90,3	192,6	185,8	165,5	172,8	74,3	128,9	183,7	133,1
	92,9	195,2	184,3	163,3	171,6	75,2	133,1	186,4	132,8

Ilustración 13.

Mediciones en el área de mantenimiento



Las imágenes muestran las condiciones de iluminación y mediciones al interior de la zona de mantenimiento, y una vista del exterior que detalla zonas oscuras por deficiencia en iluminación.

Al obtener todos los datos medidos se realiza un promedio general de cada día.

Tabla 7.

Promedio de mediciones realizadas en el área de mantenimiento vs el valor teórico sugerido por la Resolución 180540

AREA MEDIDA	PROMEDIO MEDICION 1	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 2	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 3	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO
AREA DE MANTENIMIENTO	293,9	300,0	**-6,1%**	265,3	300,0	**-34,7%**	194,1	300,0	**-105,9%**
	300,5	300,0	**0,5%**	291,8	300,0	**-8,2%**	277,6	300,0	**-22,4%**
	315,7	300,0	**15,7%**	297,6	300,0	**-2,4%**	309,2	300,0	**9,2%**
	294,1	300,0	**-5,9%**	279,8	300,0	**-20,2%**	235,6	300,0	**-64,4%**
	271,3	300,0	**-28,7%**	258,5	300,0	**-41,5%**	242,7	300,0	**-57,3%**
	304,5	300,0	**4,5%**	318,7	300,0	**18,7%**	291,0	300,0	**-9,0%**
	322,1	300,0	**22,1%**	273,7	300,0	**-26,3%**	252,0	300,0	**-48,0%**
	128,3	300,0	**-171,7%**	183,5	300,0	**-116,5%**	130,5	300,0	**-169,5%**

Se realiza la comparación de las lecturas por cada punto en relación con el valor teórico que es de 300 lux para el área de mantenimiento el 75% del área analizada tienes los valores por debajo del estándar mínimo recomendado mientras que el 25% de los valores cumple con los niveles mínimos recomendados.

7.3.2.2 Mediciones del área de tanqueo

Para el área de tanqueo se tomaron 8 puntos de referencia distribuidos en toda el área y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 8.

Valores de mediciones en área de tanqueo.

AREA MEDIDA	DIA 1			DIA 2			DIA 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
AREA DE TANQUEO	308,8	216,6	262,7	316,6	194,2	255,4	315,7	210,4	263,1
	309,3	217,8	263,6	316,8	189,8	253,3	317,1	207,8	262,4
	309,3	221,5	265,4	317,0	194,1	255,6	314,2	209,8	262,0
	57,4	121,0	89,2	74,6	198,3	136,5	69,0	160,7	114,8
	56,5	145,3	100,9	71,1	195,8	133,5	67,8	173,6	120,7
	58,0	183,9	121,0	71,6	195,3	133,5	68,8	194,6	131,7
	97,0	81,0	89,0	188,1	140,6	164,4	143,6	111,8	127,7
	97,7	79,7	88,7	187,8	143,3	165,6	146,8	115,5	131,1
	97,5	59,5	78,5	187,8	144,0	165,9	143,7	103,8	123,7
	168,5	238,6	203,6	194,6	265,0	229,8	185,6	253,8	219,7
	187,0	235,0	211,0	182,9	265,0	224,0	187,0	254,0	220,5
	184,2	237,8	211,0	190,9	266,5	228,7	188,6	256,2	222,4

Las imágenes muestran las condiciones de iluminación y mediciones al interior de la zona de tanqueo, y una vista del exterior que detalla zonas oscuras por deficiencia en iluminación.

Al obtener todos los datos medidos se realiza un promedio general de cada día

Ilustración 14.

Mediciones en el área de tanqueo



Tabla 9.

Promedio de mediciones realizadas en el área de tanqueo vs el valor teórico sugerido por la Resolución 180540

AREA MEDIDA	PROMEDIO MEDICION 1	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 2	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 3	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO
AREA DE TANQUEO	313,8	300,0	**13,8%**	206,9	300,0	**-93,1%**	260,4	300,0	**-39,6%**
	66,1	300,0	**-233,9%**	174,3	300,0	**-125,7%**	120,2	300,0	**-179,8%**
	143,3	300,0	**-156,7%**	108,8	300,0	**-191,2%**	126,1	300,0	**-173,9%**
	185,5	300,0	**-114,5%**	252,4	300,0	**-47,6%**	218,9	300,0	**-81,1%**

Se realiza la comparación de las lecturas por cada punto en relación con el valor teórico que es de 300 lux para el área de tanqueo el 91.6% del área analizada tienes los valores por debajo del estándar mínimo recomendado mientras que el 8.4% de los valores cumple con los niveles mínimos recomendados.

7.3.2.3 Mediciones del Área de Lavado

Para el área de lavado se tomaron 7 puntos de referencia distribuidos en toda el área y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 10.

Valores de mediciones en área de lavado.

AREA MEDIDA	DIA 1			DIA 2			DIA 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
AREA DE LAVADO	4,0	2,6	3,3	1,1	0,8	1,0	4,3	2,7	3,5
	2,0	1,6	1,8	0,8	0,7	0,8	3,1	2,2	2,6
	1,9	2,2	2,1	0,9	0,7	0,8	3,0	2,5	2,7
	21,8	22,9	22,4	6,8	7,1	7,0	15,3	16,0	15,7
	23,9	22,7	23,3	6,1	5,3	5,7	14,8	15,0	14,9
	22,5	22,3	22,4	4,8	5,1	5,0	14,9	14,7	14,8
	95,4	91,4	93,4	23,4	22,5	23,0	56,2	58,0	57,1
	89,1	92,7	90,9	16,4	15,8	16,1	56,0	55,3	55,6
	93,4	92,6	93,0	15,7	16,9	16,3	57,8	55,8	56,8
	17,8	16,2	17,0	37,9	35,1	36,5	25,4	26,7	26,0
	19,3	18,5	18,9	37,0	36,9	37,0	29.3	28,7	28,7
	19,1	18,0	18,6	38,2	36,6	37,4	28,9	28,3	28,6
	16,4	14,5	15,5	11,7	12,7	12,2	15,3	14,6	15,0
	15,1	14,7	14,9	13,5	13,1	13,3	14,1	14,9	14,5
	15,7	16,7	16,2	14,7	14,3	14,5	16,1	16,5	16,3
	15,9	15,2	15,6	17,5	18,2	17,9	16,8	17,7	17,3
	15,3	14,9	15,1	16,3	15,5	15,9	17,5	16,2	16,9
	15,7	15,1	15,4	16,1	16,4	16,3	16,2	16,8	16,5

Ilustración 15.

Mediciones en el área de lavado



Las imágenes muestran las condiciones de iluminación y mediciones de la zona de lavado, y una vista que detalla zonas oscuras por deficiencia en iluminación.

Al obtener todos los datos medidos se realiza un promedio general de cada día:

Tabla 11.

Promedio de mediciones realizadas en el área de lavado vs el valor teórico sugerido por la Resolución 180540

AREA MEDIDA	PROMEDIO MEDICION 1	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 2	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 3	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO
AREA DE LAVADO	2,3	50,0	**-47,7%**	1,73	50,0	**-48,3%**	2,03	50,0	**-48,0%**
	14,5	50,0	**-35,5%**	14,53	50,0	**-35,5%**	14,57	50,0	**-35,4%**
	55,9	50,0	**5,9%**	55,63	50,0	**5,6%**	55,80	50,0	**5,8%**
	27,9	50,0	**-22,1%**	27,23	50,0	**-22,8%**	27,67	50,0	**-22,3%**
	14,7	50,0	**-35,3%**	14,67	50,0	**-35,3%**	14,70	50,0	**-35,3%**
	16,3	50,0	**-33,7%**	16,23	50,0	**-33,8%**	16,33	50,0	**-33,7%**

Se realiza la comparación de las lecturas por cada punto en relación con el valor teórico que es de 50 lux para el área de lavado el 83.3% del área analizada tienes los valores por debajo del estándar mínimo recomendado mientras que el 16.6% de los valores cumple con los niveles mínimos recomendados.

7.3.2.4 Mediciones del Área de Parqueo

Para el área de parqueo se tomaron 4 puntos de referencia distribuidos en toda el área y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 12.

Valores de mediciones en área de parqueo.

AREA MEDIDA	DIA 1			DIA 2			DIA 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
AREA DE PARQUEO	26,2	25,2	25,7	24,6	24,1	23,6	26,4	25,2	25,8
	25,6	26,1	25,9	23,5	24,1	24,7	25,6	26,0	25,8
	25,8	24,8	25,3	23,1	24,2	25,3	25,5	26,3	25,9
	14,6	16,3	15,5	15,0	15,7	16,4	15,8	16,2	16,0
	14,1	15,1	14,6	15,9	15,5	15,1	16,0	15,2	15,6
	14,0	13,8	13,9	14,9	15,3	15,7	15,5	16,0	15,7
	5,2	5,3	5,3	3,3	3,2	3,1	5,3	4,8	5,0
	5,1	5,8	5,5	3,9	3,8	3,6	5,5	4,9	5,2
	4,6	4,8	4,7	3,6	3,7	3,7	5,1	5,3	5,2
	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6	0,7
	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8

Ilustración 16.

Mediciones en el área de lavado





Las imágenes muestran las condiciones de iluminación y mediciones de la zona de lavado, y una vista que detalla zonas oscuras por deficiencia en iluminación.

Al obtener todos los datos medidos se realiza un promedio general de cada día:

Tabla 13.

Promedio de mediciones realizadas en el área de parqueo vs el valor teórico sugerido por la Resolución 180540

AREA MEDIDA	PROMEDIO MEDICION 1	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 2	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO	PROMEDIO MEDICION 3	VALOR TEORICO	% DE CAMBIO
AREA DE PARQUEO	25,1	30,0	**-4,9%**	25,1	30,0	**-4,9%**	25,3	30,0	**-4,7%**
	15,1	30,0	**-14,9%**	15,5	30,0	**-14,5%**	15,4	30,0	**-14,6%**
	4,6	30,0	**-25,4%**	4,6	30,0	**-25,4%**	4,6	30,0	**-25,4%**
	0,7	30,0	**-29,3%**	0,7	30,0	**-29,3%**	0,7	30,0	**-29,3%**

Se realiza la comparación de las lecturas por cada punto en relación con el valor teórico que es de 50 lux para el área de parqueo el 100% del área analizada tienes los valores por debajo del estándar mínimo recomendado.

7.3.3 Condiciones evaluadas

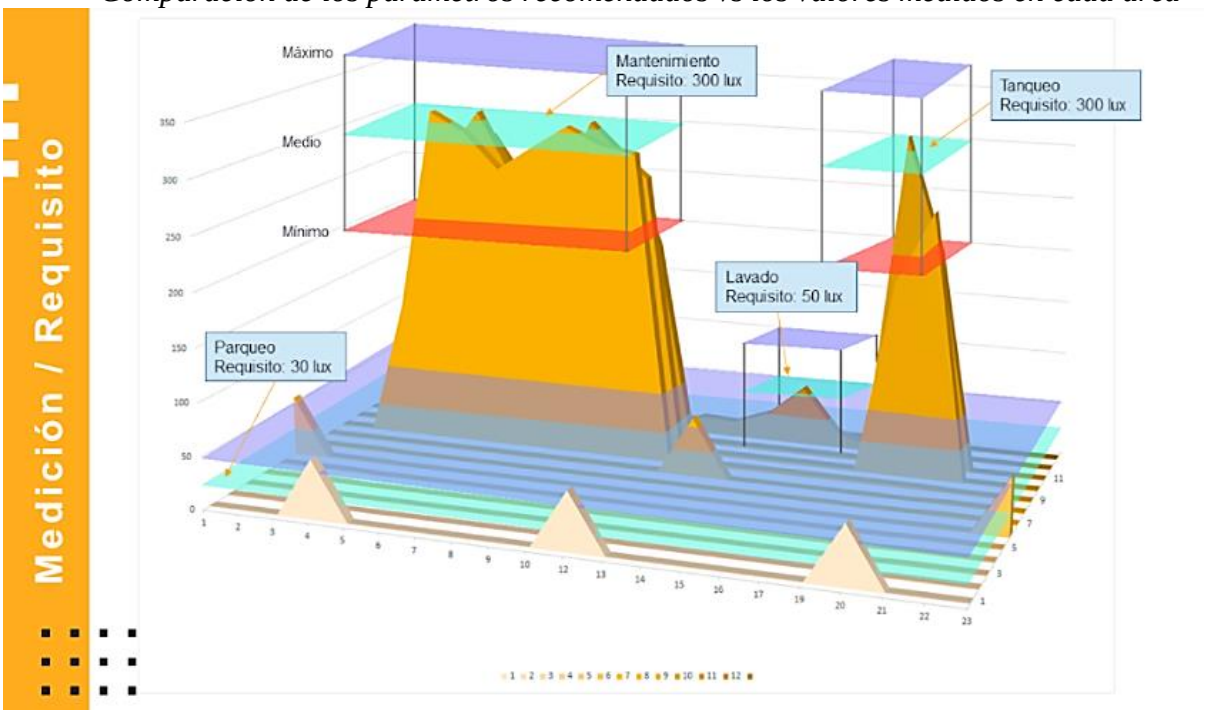
- Contrastar las condiciones evaluadas con los requisitos de iluminación para las áreas o trabajos específicos, plantear observaciones y recomendaciones de los hallazgos a partir de procesos de ingeniería, tecnología disponible y costos.

Para la zona de la estación de combustible EDS y Mantenimiento al tener una cubierta superior, son tenidos en cuenta los criterios establecidos en iluminación interior, mientras que la zona de Lavado y Parqueo se tienen en cuenta los criterios para alumbrado público e iluminación exterior como se menciona en el numeral anterior.

La gráfica siguiente muestra los requisitos de iluminación promedio (en color magenta) para la zona de Mantenimiento con 300 lux, Tanqueo con 300 lux, Lavado con 50 lux y Parqueo con 30 lux, se observan algunos picos por zona encima del valor promedio normal correspondientes al 5% del total de patio, valores cercanos al promedio en el 15% del área, y el 80% del área se encuentra por debajo del requisito establecido, siendo zonas con menos del 50% de iluminación requerido para el desempeño del trabajo.

Ilustración 17.

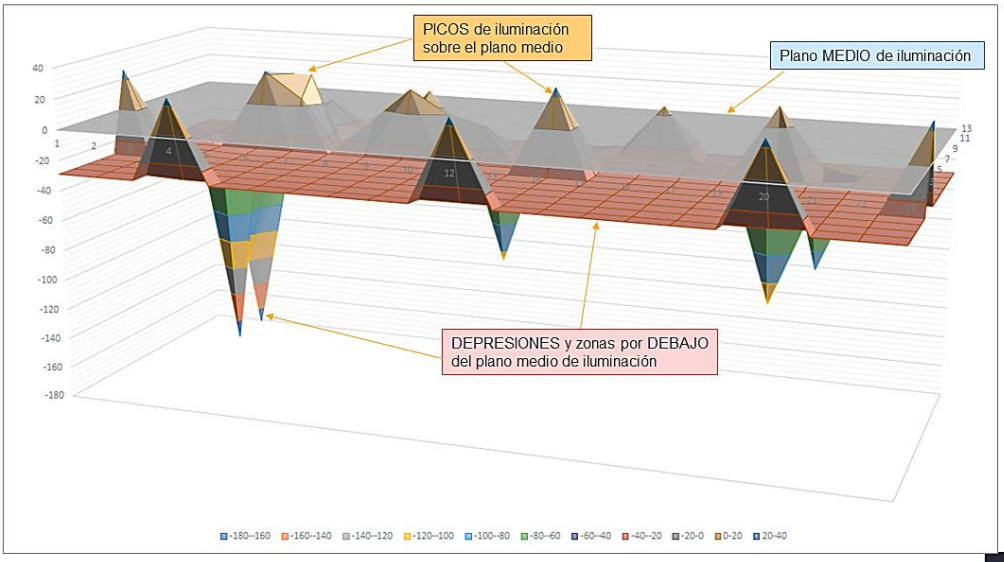
Comparación de los parámetros recomendados vs los valores medidos en cada área



Así mismo, en la gráfica siguiente se muestra el plano de cumplimiento de iluminación, donde los niveles medios se encuentran sobre el plano cero (0), los valores por encima y por debajo muestran picos, depresiones en iluminación e incluye iluminación deficiente, la amplitud de este indica la magnitud en la desviación para las zonas de medición.

Ilustración 18.

Identificacion de areas donde se cumple vs donde no se cumplen los criterios de iluminacion



8 CONCLUSIONES

Se realiza aplicación de las mediciones con el equipo luxómetro de acuerdo con la metodología planeada durante la jornada nocturna para las zonas de tanqueo en 9 puntos, lavado en 5 puntos, manteamiento en 24 puntos y parqueo en 4 puntos, garantizando distribución proporcional de acuerdo con el área evaluada.

Los parámetros de verificación utilizados corresponden a los requisitos normativos contenidos en la Resolución 180540 de 2010 que contiene el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, y requisitos técnicos de la GTC-8 que contiene principios de ergonomía visual, al contrastar los valores de referencia, con las mediciones de iluminación se evidencia que el 10% del patio se encuentra con iluminación por encima del plano medio de los valores de referencia para la zona y no alcanza los valores máximos; el 90% del patio se encuentra por debajo del plano medio y plano mínimo en los requerimientos de iluminación, zonas consideradas como oscuras (por debajo de 2 Lux) que van a impactar la productividad laboral la seguridad del trabajador, y como externalidad al alistamiento, afecta de manera directa a los usuarios del servicio de transporte.

Zona de Mantenimiento: Presenta picos de iluminación por encima del rango medio de 300 Lux en el 15% de la zona, de manera general toda la zona se encuentra por encima del requisito mínimo de 200 Lux.

Zona de EDS: Presenta un pico de iluminación por encima del rango medio de 300 Lux en el 5% de la zona, toda la zona se encuentra por encima del requisito mínimo de 200 Lux.

Zona de Lavado: Presenta un pico de iluminación por encima del requisito mínimo de 50 Lux en el 20% del área, contiguo al pico tiene caída de iluminación hasta 2 Lux.

Zona de Parqueo: Presenta picos de iluminación en el exterior de la zona por encima del requisito mínimo de 30 Lux en el 10% del área, en general la zona presenta iluminación de 2 Lux.

Las zonas se encuentran separadas una de la otra por áreas oscuras con iluminancia de 2 Lux, la iluminación entre las mismas es emitida por los faros de los vehículos en tránsito, condición que aumenta el riesgo de accidente sobre los trabajadores que se encuentren como peatones por el patio en el desempeño de su actividad laboral.

El tránsito nocturno de vehículos, las condiciones de la infraestructura, junto con la iluminación deficiente en gran proporción del patio es un factor de riesgo evaluado como alto, la probabilidad de accidentes de tránsito es inminente, agravada por factores como los evidentes excesos de velocidad, deficiencias en prendas reflectivas y dispositivos de guía para los vehículos.

9 RECOMENDACIONES

De acuerdo con los valores obtenidos en las mediciones de las áreas de mantenimiento, tanqueo, lavado y parqueo se recomienda las siguientes acciones:

- Alcanzar los valores mínimos de iluminación que corresponda a cada área menciana según Resolución 180540 del 2010 en donde de acuerdo con cada actividad indica los valores reglamentarios.

- Implementar un programa de mantenimiento que permita intervenir el sistema de iluminación mínimo cada año el cual garantice el correcto funcionamiento realizando intervenciones ya seas predictivas, preventivas o correctivas.
- Realizar exámenes periódicos (optometría y oftalmología) al personal que permita identificar patologías de manera temprana.

Se debe garantizar que todas las recomendaciones que se implementen estén alineadas con las políticas internas de la compañía y el área de SG-SST, enfocada a la conservación y preservación de la salud de todos los funcionarios de desarrollen sus actividades diarias dentro de las instalaciones de la compañía en la jornada nocturna.

10 PLANTEAMIENTOS DE MEJORA

Las acciones para mejorar el nivel de iluminación en las zonas de alistamiento de vehículos se basan en criterios y parámetros técnicos para promover la seguridad de los trabajadores, su relación con la salud visual y proporcionar bienestar a los mismos.

Los planteamientos para subsanar las condiciones de iluminación comprenden la intervención en la fuente, medio y el trabajador, cada uno incluye componentes y acciones en los parámetros que condicionan el desempeño de la actividad laboral en la jornada nocturna, la estructura de las intervenciones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Parámetros de intervención de acuerdo con su nivel de intervención

PARÁMETRO	INTERVENCIÓN	COMPONENTE	ACCIONES
LUMINARIAS	FUENTE	Características de iluminación	Iluminancia
			Variación de la luminancia
			Mantenimiento
AMBIENTE DE TRABAJO	MEDIO	Espacio de trabajo	Campo visual
			Posturas de la tarea
			Requisitos de seguridad
DESTREZAS VISUALES	TRABAJADOR	Atributos de la tarea	Propiedades superficiales
		Características del operario	Condición visual
			Edad

En el documento anexo se desarrollan las actividades para cada uno de los parámetros, el componente y el entregable asociado, incluye la descripción del hallazgo de iluminación, la fuente de origen de la acción y la corrección inmediata, en la imagen siguiente se muestra la ilustración del formato del plan de acción propuesto.

Ilustración 19.

Plan de acción para la adecuación del sistema de iluminación

PROPUESTA PLANTEAMIENTO DE MEJORA	ALISTAMIENTO DE VEHÍCULOS PLAN DE ACCIÓN SEGURIDAD INDUSTRIAL - ILUMINACIÓN				Versión: 01 Vigente desde: 2022 Hoja 1 de 1	
FECHA	**PROCESO**	**SUBPROCESO**	**ÁREA**	**CARACTERISTICA**	**TIPO DE ACCIÓN**	**CONSECUTIVO PLAN DE ACCION**
2022-06-10	GESTIÓN DE OPERACIONES	ALISTAMIENTO	PATIO GENERAL	ILUMINANCIÓN	DE MEJORA	1

Redactar el hallazgo encontrado	Zona de Mantenimiento: Presenta picos de iluminación por encima del rango medio de 300 Lux en el 15% de la zona, de manera general toda la zona se encuentra por encima del requisito mínimo de 200 Lux. Zona de EDS: Presenta un pico de iluminación por encima del rango medio de 300 Lux en el 5% de la zona, toda la zona se encuentra por encima del requisito mínimo de 200 Lux. Zona de Lavado: Presenta un pico de iluminación por encima del requisito mínimo de 50 Lux en el 20% del área, contiguo al pico tiene caída de iluminación hasta 2 Lux. Zona de Parqueo: Presenta picos de iluminación en el exterior de la zona por encima del requisito mínimo de 30 Lux en el 10% del área, en general la zona presenta iluminación de 2 Lux.
Fuente de origen de la acción	Deficiencia en iluminación para el desarrollo del trabajo — **¿Cuál?**

Corrección Inmediata		**Actividad**	**Intervención**	**Fecha límite**	**Fecha Seguimiento**	**Entregable**	**Estado**
	1	Aplicar mantenimiento	Fuente	Inmediato		Registro de mantenimiento	Pendiente
	2	Eliminar elementos efectos pantalla	Medio	Inmediato		Registro de zona de trabajo	Pendiente
	3	Sensibilización higiene visual	Trabajador	Inmediato		Registro asistencia	Pendiente

Análisis de Causas			
	Método empleado para identificar causa raíz:	Mediciones de iluminación con luxómetro	¿Cuál?
	Causa raíz:	Deficiencia en la iluminación del área de mantenimiento	

PLAN DE ACCIÓN

N°	**Intervención**	**Componente**	**Acciones**	**Actividad**	**Fecha Seguimiento**	**Entregable**	**Estado**
1	Fuente	Características de iluminación	Iluminancia	Diseñar e instalar luminarias en zona de mantenimiento y áreas contiguas		Informe de diseño	Pendiente
2	Fuente	Características de iluminación	Valoración de la luminancia	Aplicar mediciones de iluminación según necesidad de verificación		Informe de medición	Pendiente
3	Fuente	Características de iluminación	Mantenimiento	Realizar mantenimientos preventivos periodicos a las luminarias		Registro de mantenimiento	Pendiente
4	Medio	Espacio de trabajo	Campo visual	Ajustar del espacio de trabajo para evitar efectos cortina en la iluminación		Registro fotográfico	Pendiente
5	Medio	Espacio de trabajo	Posturas de la tarea	Verificar la postura de la tarea y el flujo luminoso		Registro fotográfico	Pendiente
6	Medio	Espacio de trabajo	Requisitos de seguridad	Utilizar elementos de seguidad relacionados con iluminacion y reflectividad		Registro fotográfico	Pendiente
7	Trabajador	Atributos de la tarea	Propiedades superficiales	Verificar reflectividad de las superficies de trabajo, incluyendo señalización y demarcación		Informe de reflectividad	Pendiente
8	Trabajador	Atributos de la tarea	Condición visual	Aplicar examenes periodicos para establecer condición visual del trabajador		Registro de asistencia	Pendiente
9	Trabajador	Atributos de la tarea	Edad del trabajador	Relacionar los requisitos visuales de la tarea con la condición visual del trabajador		Informe condición visual	Pendiente

VERIFICACION DE EFICACIA

RESULTADO DE VERIFICACIÓN (Si existen documentos que soporten dichas acciones se adjuntan o se hace referencia de los mismos como evidencia de la eficacia)

Fecha verificación: dd/mm/aaaa **Descripción de la eficacia:**

CONCLUSIÓN

Eficaz/ No eficaz / Replanteado	Consecutivo nuevo plan	Fecha de cierre	Nombre y cargo del responsable de autorizar el cierre del hallazgo:

10.1 PARÁMETROS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ILUMINACIÓN

10.1.1 Iluminación interna

Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 4 Diseños y cálculos de iluminación interior, sección 430 Cálculos para iluminación interior.

- Distribución uniforme de las luminarias
- Las superficies deben ser difusoras y espectralmente neutras
- El flujo incidente sobre cada superficie debe distribuirse uniformemente
- El local debe estar libre de obstrucciones de tamaño considerable

10.1.2 Iluminación externa

Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 5 Alumbrado público e iluminación exterior, sección 510.5 Localización de luminarias.

- Escoger la luminaria más apropiada.
- Calibrar el reglaje de la luminaria para aumentar su dispersión
- Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0º hasta 20º);
- Utilizar brazos con mayor longitud y por tanto de mayor alcance.
- Aumentar la longitud del brazo para que el avance de la luminaria sobre la calzada sea mayor

10.1.3 Iluminación de emergencia

Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 4 Diseños y cálculos de iluminación interior, sección 470 Alumbrado de emergencia.

La instalación del alumbrado de emergencia debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser fija y estar provista de fuente propia de energía
- Debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse una falla de la alimentación.

- La instalación cumplirá las condiciones de servicio continuo durante 1 (una) hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar la falla. Entre otros requisitos.

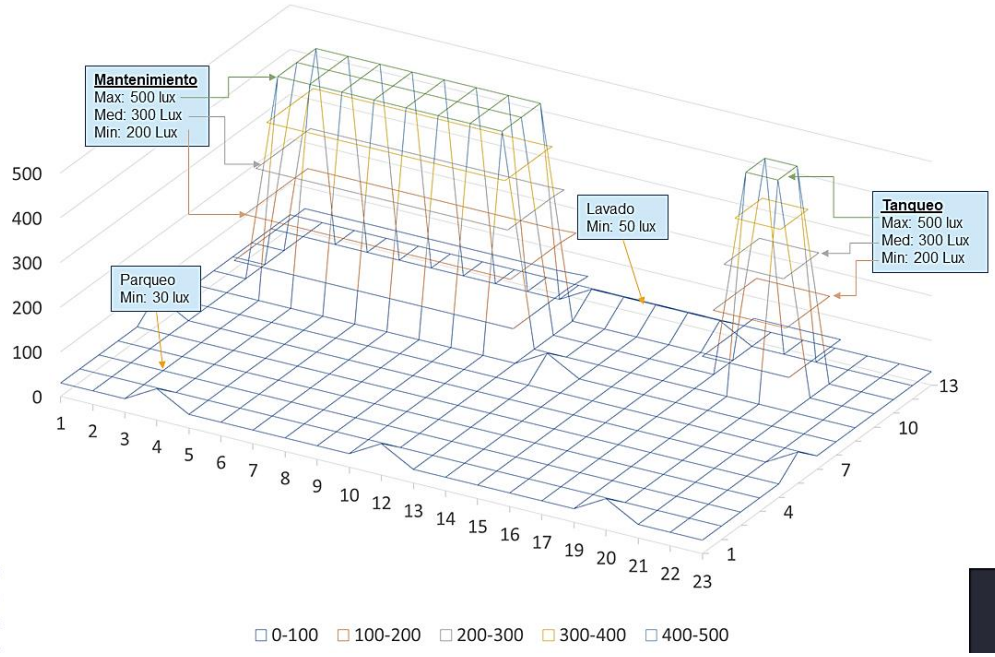
10.1.4 Iluminación con exposición a combustibles

Resolución No. 180540 de 2010, Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, en el Capítulo 3 Requisitos de productos para iluminación y alumbrado público, sección 320.5 Requisitos generales de iluminación.

Los aparatos de alumbrado montados a nivel de la superficie o empotrados deben ser instalados de modo que materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

10.1.5 Diagrama de iluminación ideal

Ilustración 20.
Nivel de iluminación recomendados



REFERENCIAS

Al-Jiffry, A., & Al-Jefri, M. (1996). *EVALUATION OF ILLUMINATION LEVELS IN JEDDAH INDUSTRIAL ESTATE IN SAUDI ARABIA, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH. PART A: ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING AND TOXICOLOGY, 31:10, 2677-2691, DOI: 10.1080/10934529609376518.*

Garrido, A., & Trujillo, Y. (2015). *ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN EN LOS PUESTOS DE TRABAJO ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL VERDE AZUL S.A.S.* 113. Bogotá D.C, Colombia. Recuperado el 01 de 04 de 2021

Guerrero, J., & Peña, Y. (2018). *ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ILUMINACIÓN EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.* Bogotá.

López, A., & Trujillo, Y. (2015). *ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO*. Bogotá.

Omrane, A., & Dimassi, A. (2019). *ERGONOMIC INTERVENTIONAL STUDY OF LIGHTING ATMOSPHERES IN TEXTILE COMPANY.*

Transmilenio. (2019). EL MANUAL DE OPERACIONES EMITIDO POR EL ENTE GESTOR DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS. Bogotá.

Organización Internacional del Trabajo. (2009). E*NCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. Capítulo 46 Iluminación.

Ministerio de minas y energía. (2010). RESOLUCIÓN 180540. *REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETILAP)*. Bogotá.

Ministerio de trabajo. (2015). DECRETO 1072. *DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR TRABAJO*. Capítulo 6. Bogotá.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (1979). DECRETO 2400 DISPOSICIONES SOBRE VIVIENDA, HIGIENE Y SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS. Capítulo 3. Bogotá.

ICONTEC. (1994). *PRINCIPIOS DE ERGONOMÍA VISUAL, ILUMINACIÓN PARA AMBIENTES DE TRABAJO*. Bogotá.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2015). *GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RELATIVOS A LA UTILIZACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO*. Artículo 8. Madrid.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (1997). *EVALUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN EN PUESTOS DE TRABAJO*. Madrid.

Ministerio de Minas y Energía (2016) RESOLUCION 40122 REGLAMENTO TECNICO DE ILUMINACION Y ALUMBRADO PUBLICO Colombia.