

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE
LAS VÍAS PÚBLICAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental



Autoras:

Mariela Lorena Cortez Gonzales

Maria Yeni Marin Pastor

Asesor:

MCs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a las personas que siempre estuvieron apoyándonos a lo largo de la realización de este trabajo. En especial se lo dedicamos a nuestros padres que siempre nos brindaron su apoyo incondicional y siempre confiaron en nosotros.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos día a día, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Gracias al M.C. Juan Carlos Flores Cerna por su incondicional apoyo en este largo proceso, ya que gracias a él se pudo lograr el término de esta investigación.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a nuestras ganas de seguir adelante y triunfar, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del Problema	25
1.3. Objetivos	25
1.4. Hipótesis.....	25
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	27
2.1. Tipo de investigación	27
2.2. Población y muestra	27
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos (Materiales)	31
2.4. Procedimiento.....	35
2.5. Aspectos Éticos	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	49
4.1. Discusión.....	49
4.2. Conclusiones	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de alumbrado según la clasificación vial -----	22
Tabla 2 Tipos de calzada -----	24
Tabla 3 Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento ----	24
Tabla 4 Modelo de ficha de campo para la toma de datos-----	32
Tabla 5 Matriz de técnicas e instrumentos-----	33
Tabla 6 Datos del muestreo de las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca -----	37
Tabla 7 Datos del muestreo de las vías céntricas de la ciudad de Cajamarca -----	38
Tabla 8 Identificación de tipo de vía, tipo de calzada y límites de iluminación por vía ---	39
Tabla 9 Nivel de significancia-----	46
Tabla 10 Medias según el tratamiento y cumplimiento de la normativa propuesta-----	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Extensión del área de estudio. -----	28
Figura 2: Ubicación de puntos de muestreo de vías arteriales. -----	29
Figura 3: Ubicación de puntos de muestreo de jirones. -----	30
Figura 4: Valores de lux por cada punto de la Avenida Independencia. -----	40
Figura 5: Valores de lux por cada punto de la Avenida Atahualpa. -----	40
Figura 6: Valores de lux por cada punto de la Avenida Vía de Evitamiento Norte. -----	41
Figura 7: Valores de lux por cada punto de la Avenida Hoyos Rubio. -----	42
Figura 8: Valores de lux por cada punto de la Avenida Vía de Evitamiento Sur. -----	42
Figura 9: Valores de lux por cada punto del Jirón José Sabogal. -----	43
Figura 10: Valores de lux por cada punto del Jirón Amazonas. -----	44
Figura 11: Valores de lux por cada punto del Jirón Del Batán. -----	44
Figura 12: Valores de lux por cada punto del Jirón Dos de Mayo. -----	45
Figura 13: Valores de lux por tratamiento. -----	47

RESUMEN

La excesiva luminosidad impide que se aprecie una noche estrellada, además provoca grandes daños a la biodiversidad nocturna y a la salud de las personas. Por ello, esta investigación tiene por objetivo evaluar los niveles de iluminancia de vías arteriales y céntricas de la ciudad de Cajamarca. Con la ayuda de un luxómetro se ejecutó una medición de 5 vías arteriales (Avenida Independencia (T1), Avenida Atahualpa (T2), Vía de Evitamiento Norte (T3), Avenida Hoyos Rubios (T4), Vía de Evitamiento Sur (T5)), tomando 10 puntos de cada vía; y 4 vías céntricas (Jirón José Sabogal (T6), Jirón Amazonas (T7), Jirón Del Batán (T8) y Jirón Dos de Mayo (T9)), tomando 4 puntos por vía. Las mediciones se compararon con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”, para evidenciar si existen niveles elevados de iluminación. Los resultados indican que la mayor cantidad de vías sobrepasan los valores limitantes de lux; siendo tan solo las vías T1, T2, T3 y T5, que cumplen con los límites de lux emitidos en la normativa mencionada. Por lo que es necesario que las autoridades implementen medidas para disminuir el exceso de iluminación en las vías de Cajamarca.

Palabras clave: Iluminación, lux, niveles, vías públicas, ciudad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde tiempos pasados y hasta la actualidad, se han presentado diversos problemas para el ambiente y las poblaciones, pues existen diversos tipos de contaminación, entre ellos tenemos la contaminación lumínica, esta afecta e impide que se realice una apreciación de una noche estrellada, además provoca grandes daños al ambiente y sobre todo a la salud; dado que, el uso de energía eléctrica es muy indispensable para la sociedad, y al ser utilizada desmedidamente, y sobre todo un inadecuado uso de energía para las distintas actividades, provocan serios daños al ambiente y a la salud. Se sabe que desde la década de los años 80, se comenzó a tomar importancia a la contaminación lumínica como un problema de riesgo. (Moreno y Martín, 2016).

Esta contaminación está asociada a las zonas urbanas, la cual causa un alumbrado nocturno defectuoso, pues esta contaminación no solo afecta a la visión del cielo, sino que además, provoca efectos severos y perjudiciales en el medio ambiente urbano. Lo que genera la contaminación lumínica, está referido al uso inadecuado energético y al exceso de los subproductos de la generación de energía; como el CO₂, los residuos nucleares o el reciclaje de los metales pesados, tóxicos y peligrosos que contienen las lámparas y bombillas; como el mercurio, cadmio, entre otros; estos elementos afectan considerablemente la calidad de vida de especies nocturnas, los ciclos día-noche y la calidad de vida de cada uno de los ciudadanos. (Moreno y Martín, 2016).

La contaminación lumínica se manifiesta por la difusión de luz hacia el cielo. Se produce, porque la luz interactúa con las partículas del aire y se desvía en distintas direcciones. Este proceso se intensifica si hay partículas contaminantes en la atmósfera

como: partículas sólidas o aerosoles y humos. La intrusión lumínica, es originada cuando la luz artificial del alumbrado de las calles entra por las ventanas e invaden el interior de las viviendas. El deslumbramiento hace referencia a la forma de contaminación lumínica, causada por la emisión de rayos luminosos que obstaculizan o imposibilitan la visión. Esta forma de contaminación está directamente relacionado con el tema de seguridad vial, que puede producirse por un exceso de luz, también por una mala orientación de las luminarias, que se proyectan directamente a los ojos. El sobreconsumo se refiere al gasto energético desperdiciado o innecesario que se deriva de la emisión de rayos luminosos con un exceso de intensidad o de distribución espectral. (Moreno y Martín, 2016).

Según Sánchez et al, (2015), este tipo de contaminación, no es percibida en gran cantidad de los seres humanos, definiéndose como la emisión directa o indirecta de flujo luminoso que proceden de las diferentes fuentes artificiales hacia la atmósfera, en variedad de intensidades y/o rangos espectrales. Por otro lado, la Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica citado en Moreno y Martín (2016), refiere que la contaminación lumínica es una forma de alterar a la oscuridad natural, que es producida por emitir gran cantidad de luz artificial. (p.136). La Asociación CelFosc (1996) de Cataluña (España) citado en Florencia (2019), define a la contaminación por exceso de luz, cuando se emite flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, horarios o rangos espectrales excesivos utilizados para el cumplimiento de las actividades previstas en las zonas en donde se instalan las luces. Es muy frecuente detectar el brillo del cielo nocturno, producido por una deficiente calidad del alumbrado exterior, ya sea público como privado.

La Contaminación Lumínica es generada por la alteración de la oscuridad, que se presenta en forma natural en el cielo nocturno, tanto en medio urbano y rural, dado que esta alteración se da por la emisión de luz artificial de manera intensa y en horarios innecesarios donde no existe mucho tránsito, tanto de peatones y vehículos, además en zonas donde se realizan actividades por los ciudadanos, podemos evidenciarlo principalmente en las distintas actividades de instalaciones de alumbrado público en las ciudades, asimismo en el alumbrado de los locales comerciales o también en zonas donde se requiere publicidad con la utilización de la luz eléctrica. (Chiluisa, 2014).

Como en otras principales ciudades a nivel mundial y a nivel nacional existe el problema de la excesiva iluminación; la ciudad de Cajamarca no es ajena a este caso, es por ello que es de interés determinar los niveles de iluminación en las vías públicas de la ciudad de Cajamarca para saber si se tiene el mismo problema. Así mismo, este estudio se realiza con la finalidad de saber si en nuestra ciudad se cumplen con los niveles de iluminación establecidos por la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”, ya que no existen investigaciones similares en las que se refieran al estudio de la iluminación en Cajamarca, por lo que esto podría representar una posible contaminación ambiental.

1.1.1. Antecedentes

En el ámbito internacional Quaranta y Cionco (2007) en su estudio mencionan que, la iluminación en zonas exteriores produce diversos efectos al cielo nocturno, y en la actualidad se le denomina como contaminación lumínica. La demostración más evidente de la luz como agente contaminante, es el incremento del brillo del cielo nocturno, pues no solo es una simple molestia,

sino que produce efectos y generan consecuencias desconocidas y pueden ser clasificadas en tres grupos importantes: económicas, culturales y medioambientales. Por un lado, Baño (2011) menciona que la contaminación provoca impactos sobre la biodiversidad, sobre todo altera las observaciones astronómicas, además el alumbrado consume una gran cantidad de energía, llevando a un gran gasto económico, también va a tener una serie de efectos fisiológicos en el ser humano y posibles consecuencias fisiopatológicas que pueden dañar el estado de salud de las personas. Asimismo Ponce (2014) menciona que los impactos asociados a la contaminación lumínica, son los efectos biológicos y fisiológicos en la flora y fauna; los animales y plantas viven en un ritmo igual al de los seres humanos de acuerdo al sistema planetario de 24 horas. El apareamiento, la migración, el sueño y búsqueda de comida se determinan por la duración de la noche, debido a esto, la emisión de luz artificial está vinculada a la alteración de los ciclos naturales de gran cantidad de seres vivos. Además, tiene diversos efectos socioeconómicos relacionados con el gasto de energía eléctrica y el consumo de recursos naturales agotables asociados a su producción. (Lazzeroni, 2019).

Por otra parte, en un estudio realizado en Argentina, menciona que los niveles de iluminación recomendados varían de acuerdo con el uso al que va destinado la zona, donde determinó valores mínimos de iluminancia de 0.2 lux que permitirían la orientación y visibilizarían obstáculos del camino; también valores máximos hasta los 20 lux que facilitan un ambiente atractivo para las zonas de gran actividad nocturna. Pero, en la mayoría de los casos, un nivel de 5 lux es suficiente para ofrecer buenas condiciones de alumbrado que permitirán la

orientación y ofrezcan seguridad a los transeúntes. Esto quiere decir que se podrían reducir los niveles de iluminancia durante la noche. (Florencia, 2019).

En otro estudio realizado en el Parque Natural del Delta del Ebro, se determinó las condiciones lumínicas que existen y como afectan en el Parque. Esta investigación consistió; primero, en la medición y cuantificación de las condiciones lumínicas del Parque; segundo, estudió sobre las influencias que determinan las variaciones lumínicas; y, tercero, la relación que existe con los posibles efectos a la población de la zona. Se determinó que los factores lumínicos que define las condiciones nocturnas fueron: la luminancia del fondo de cielo, la iluminancia en el terreno, y la existencia de luminancias puntuales o sectoriales muy elevadas en el horizonte. Así también, después de analizar los datos obtenidos, se determinó que las condiciones lumínicas dependían de las condiciones de iluminación en el entorno, características e índice de emisión lumínica de los focos contaminantes, distancia desde el foco al área de estudio y la extinción atmosférica al momento de la medición. (Solano et al., 2009).

En Bogotá, Urrego (2016) realizó su estudio midiendo la contaminación lumínica en las instalaciones del Jardín Botánico, siendo de vital importancia conocer los daños que produce, conociendo la afectación en los ecosistemas nocturnos; además, para la implementación de acciones que mejoren la especialización de la contaminación lumínica en dicho lugar. Otros estudios en Europa muestran que algunos parques tienen una menor contaminación lumínica que la encontrada en el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Pues, este proyecto muestra los resultados de un estudio sobre el análisis y medición

de los niveles de contaminación lumínica, temperatura y humedad dentro del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

En el presente estudio realizado en Ecuador, se determinó que existe una contaminación lumínica muy fuerte, donde se determinó los niveles de iluminación promedio de varias calles y avenidas en un polígono del norte de la ciudad de Quito, eligiendo 9 vías, donde algunas vías eran simples y otras dobles, se contabilizaron las luminarias y se identificó el tipo de vía a la que pertenecen; para la determinación de la iluminación media en lux de calles y avenidas, se tomó mediciones puntuales, obteniendo un promedio mínimo de la Calle Gabriel Araujo 16.71, Calle de los Pinos 28.76, Calle Luis Banderas 22.05, Calle Diógenes Paredes 24.85, Calle De los Algarrobos 25.53, Calle Carlos Andrade Marín 23.64, Calle Crisóstomo Castelli 24.84, Calle Aparicio Rivadeneira 28.56 y un máximo de 32.74 de la Calle Ramón Borja; donde solo 4 de las 9 vías cumplen con normativa CONELEC 005/14, que hace referencia al servicio de alumbrado público. (Silva, 2017). Por otro lado García y Silva (2019) en su estudio realizado en Managua-Nicaragua, determinaron los niveles de iluminación, para realizar el trabajo se seleccionó las principales avenidas en la zona occidental de la capital Managua, se contabilizó los focos para después realizar la medición de los niveles de iluminación, a fin de concretar si las lámparas instaladas proveen en cada vía el nivel mínimo exigido por la normativa; se determinó los promedios de iluminación de 8 vías seleccionadas, con valores el más bajo de 22.9 lux y el máximo de 66 lux, los niveles recomendados para alumbrado público es de 5 a 20 lux, según la Ley de la Industria Eléctrica, N° 272.

Como antecedentes nacionales se destaca el estudio realizado en Arequipa por Quispe (2016) pues realizó una investigación teniendo en cuenta las condiciones metodológicas de una investigación aplicada; puesto que, se utilizaron conocimientos de la Contaminación Lumínica (Polución Lumínica), con el fin de aplicarlas en la Universidad Andina del Cusco 188 proceso de estudio y análisis del impacto del fenómeno en el centro histórico de la ciudad del Cusco, año 2015. Además, se determinó efectos de los elementos de calidad de alumbrado exterior, que influyen en la repercusión, como magnitud de foco contaminante.

En el estudio realizado en la ciudad de Puno, se evaluó la contaminación visual y lumínica de anuncios publicitarios, se realizaron las mediciones con un luxómetro en horas de la noche; se obtuvo para el Jr. Lima un valor mínimo de 40 lux y un máximo de 190 lux, mientras que la media fue de 142.07 lux, en el caso del Jr. Arequipa las mediciones indican un valor mínimo de 40 lux, mientras que el máximo fue de 160 lux, la media fue de 102.07 lux, en la Av. La Torre tiene un valor mínimo de 40 y máximo de 180 lux, con media de 132.69, en la Av. Laykakota mínimo de 40 y máximo de 180 lux, en la Av. Simón Bolívar se determinó un mínimo de 40 y máximo de 180 lux, con una media de 128; Considerando que los valores obtenidos en las mediciones están por encima de los recomendados por la norma técnica para lugares de circulación exterior (50 lux). De los resultados se señala que la contaminación lumínica es mayor en el Jr. Lima como efecto de la presencia de anuncios luminosos. (Sandoval, 2020). Por otro lado el autor Laurie (2018) en su estudio menciona que uno de los mayores problemas es la utilización de paneles digitales que están presentes en

distintas formas por toda la ciudad. Los paneles como los de las avenidas Grau en Barranco, Primavera, La Marina y Javier Prado también son una fuente de contaminación que invade de alguna manera viviendas y oficinas de sus alrededores. Pero, sobre todo, son peligrosos, puesto que los choferes se distraen mirando los paneles digitales por más tiempo y más frecuentemente que otro tipo de paneles. De esta forma, al distraer a los choferes, los paneles dinámicos e iluminados están cumpliendo su función para lo que fueron diseñados. Pero una gran interrogante es la probabilidad de aumento de accidentes y muchas municipalidades creen que sí.

No se han encontrado antecedentes de este tipo de estudio a nivel local.

1.1.2. Bases teóricas

Contaminación lumínica

Son aquellas emisiones de flujo luminoso de fuentes artificiales de luz nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas, asimismo suele ser, cualquier introducción de luz artificial al medio natural que produce una degradación de los ecosistemas.(Contin et al., 2018).

Intrusión lumínica

Según Navas (2015) define a la intrusión lumínica como la emisión de luz hacia destinos no deseados. La forma más destacada de este tipo de contaminación es la iluminación de zonas domésticas (fachadas, ventanas, propiedades privadas). Esta iluminación no deseada no sólo resulta innecesaria, sino que en muchas ocasiones resulta perjudicial y con efectos negativos sobre personas y entorno.

Luxómetro

Un luxómetro (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes. (Mayorga y Castillo, 2018).

Lux

Es la unidad de medida de la iluminancia o nivel de iluminación. Definido como una superficie de un metro cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen. (Meléndez, 2015).

La Luz

Una de las definiciones que se denomina luz a la manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de ser percibidas por el órgano visual y afectar su sentido, las longitudes de onda de estas radiaciones electromagnéticas están comprendidas en el rango de 380 y 770nm, conocido como espectro invisible. (Instituto Tecnológico de la Laguna, 2003) citado en (Cevallos, 2018).

Iluminancia

La iluminancia es la cantidad de flujo luminoso incidente por unidad de superficie del objeto iluminado, siendo su unidad de medida el lux (lx). (Ponce, 2014).

Luminarias

Son aparatos o artefactos que distribuyen, filtrando o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. (Moreno et al., 2012).

Panel publicitario

Un panel publicitario es una estructura de publicidad exterior consistente en un soporte plano, donde se fijan infinidad de anuncios digitales; de las cuales existen varios tipos de soportes para publicidad exterior, siendo las más utilizadas los paneles, prismas, vallas, paletas y paraderos; siendo de estas, los paneles el solicitado por excelencia, ubicado en propiedades privadas y torres unipolares distribuidos estratégicamente. (Sandoval & Torres, 2018)

Vías

Son espacios que están destinados al tránsito de vehículos, además este puede ser en uno o más sentidos y a su vez está conformado por calzadas, separadores y aceras. (López, 2015)

Calzada

Se define como la parte de la vía destinada al tránsito de vehículos; está comprendida entre las aceras o entre el separador y las aceras y esta puede estar conformada por varios carriles. (López, 2015)

Efectos de la contaminación lumínica

Las repercusiones de un alumbrado excesivo e inadecuado sobre la biodiversidad han sido puestas de manifiesto en diversos estudios. La flora y la fauna nocturnas ven peligrar su subsistencia por la alteración de sus procesos biológicos naturales; acarreando, su propia desaparición, consecuencias en la cadena alimentaria global. No sólo las aves migratorias resultan deslumbradas

y desorientadas (circunstancia que les conduce a su muerte) sino que los hábitats naturales de mamíferos, reptiles, insectos e anfibios resultan perturbados, del mismo modo que la desaparición de algunos insectos interrumpe la polinización imprescindible para la reproducción de las plantas. (Rodríguez, 2006).

Impacto de la contaminación lumínica en la fauna

Según el autor Ponce, 2014; la contaminación lumínica causa los siguientes impactos:

Impacto sobre los mamíferos

El impacto de la luz artificial sobre los mamíferos provoca:

- La alteración del equilibrio entre depredadores y presas, por la imposibilidad de cazar sin ser vistos o por la posibilidad de ser cazados por estar visibles.
- Dificultad de la búsqueda de alimento debido al exceso de luz.
- El aumento de la mortalidad debido al impedimento de la visión nocturna.

El Impacto sobre los anfibios

El velo ocasionado por el brillo artificial como sabemos no es un fenómeno local, extendiéndose más allá de las ciudades, incluso a los pantanos, el hábitat natural de los anfibios.

Esto provoca la desorientación y confusión que conlleva:

- Una disminución de su reproducción.
- Disminución del peso corporal por la dificultad de encontrar alimento al variar las condiciones lumínicas de su hábitat.

- Pérdida de facultades de protección ante depredadores y elementos naturales.

El Impacto sobre los insectos

El impacto de la luz artificial sobre los insectos ocasiona:

- Afecciones en el ciclo reproductivo de los insectos, los cuales se ven incapaces de atravesar las barreras de luz formadas por el alumbrado exterior. En el caso de la luciérnaga, el velo de luz artificial dificulta su comunicación (emite señales luminosas de muy baja intensidad) y por tanto su reproducción.
- Aumento de insectos voladores entorno a aquellas lámparas que emiten radiación ultravioleta. Estos son especialmente sensibles a las radiaciones azules y ultravioletas. Esta concentración provoca la aparición de especies predatoras, en detrimento de otros insectívoros incapaces de cazar en esas condiciones.
- Disminución de la población de insectos, fuente de proteínas y principal fuente de alimento tanto de vertebrados como de invertebrados. Esto provoca un desequilibrio en la base de la cadena trófica.
- Un Impacto sobre la flora debido a la disminución de los insectos que realizan la polinización de plantas con flores que se abren durante la noche.

El Impacto sobre los reptiles

La contaminación lumínica afecta de manera especial a las tortugas marinas hembras. Estas hacen sus nidos en playas oscuras y las luces costeras les dificulta la búsqueda de un lugar seguro donde anidar sus huevos. Por otra

parte, el haz de luz artificial hace que sus crías que de manera instintivas se arrastran hacia el mar, guiadas por el reflejo de la luna y las estrellas se desplacen hacia el interior. Esta desorientación puede traer trágicas consecuencias debidas al agotamiento y la deshidratación. Además, la contaminación lumínica tiene un impacto directo sobre la flora ya que produce una alteración en la fotosíntesis, proceso dependiente de la luz, ocasionando el envejecimiento prematuro de algunas especies o el adelanto de la floración. El cambio en la vegetación provoca la modificación del hábitat de los animales. (Ponce, 2014)

El impacto en la salud

Según Rodríguez (2006), la sobre iluminación de calles y vías, así como la mala iluminación de aparatos de luz, carteles o lámparas, puede producir efectos negativos sobre la seguridad de las personas, principalmente de los conductores y los peatones.

El deslumbramiento provoca fatiga visual y la pérdida de agudeza visual, pérdida de la visión son algunas de las consecuencias directas sobre el hombre, pero no las únicas. La intrusión lumínica en el entorno doméstico puede acarrear igualmente trastornos y molestias en la salud y calidad de vida de los ciudadanos. Alteraciones del sueño, nerviosismo, enfermedades oculares e incluso cuadros de agresividad han sido probadas por estudios científicos. Así también, ocasiona una baja producción de la melatonina que es la que influye en el ciclo del sueño y desempeña un papel importante en el sistema inmune. (Silva, 2017).

Impacto en el ambiente

La contaminación lumínica provoca, de forma directa o indirectamente, la contaminación atmosférica causante del calentamiento global, por lo que constituye una problemática a controlar. Asimismo destacaremos que la contaminación lumínica produce un efecto medioambiental sobre el firmamento, puesto que el brillo artificial, tanto público como privado, nos hace perder su visión. La oscuridad natural de la noche se sustituye por un brillo artificial, gráficamente representado como un halo naranja sobre las ciudades. El enfoque e intensidad inadecuados del alumbrado exterior provoca la progresiva desaparición de los astros y causa, según los astrónomos, una auténtica destrucción del paisaje celeste. El trasfondo romántico de esta protección radica en evitar la desaparición de las noches estrelladas y del placer de disfrutar de su observación, ya sea por motivos científicos o puramente estéticos. (Rodríguez, 2006).

Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”. La presente Norma tiene como objetivo establecer las exigencias lumínicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de alumbrado de vías públicas desde su etapa de diseño; los estándares de calidad mínimos exigidos dentro del marco del cumplimiento de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, así como fijar las obligaciones de los suministradores de alumbrado de vías públicas y las facultades de la autoridad para su correcta operación y oportuna reparación y mantenimiento. La Norma también establece el tipo de alumbrado que le corresponde a cada clase de vía, fija los niveles mínimos de alumbrado por tipo,

establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones de alumbrado y señala los procedimientos de supervisión del servicio. (Ministerio de energía y Minas, 2002)

Tabla 1

Tipos de alumbrado según la clasificación vial.

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez - Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Flujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta

			<p>categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica.</p> <p>-Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares.</p> <p>-Circulan vehículos de transporte público.</p>
Colectora 2	III	Permite acceso a vías locales	<p>-Vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos.</p> <p>-Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares.</p> <p>-Circulan vehículos de transporte público.</p>
Local Comercial	III	Permite el acceso al comercio local	<p>-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h.</p> <p>-Se permite estacionamiento.</p> <p>-No se permite vehículos de transporte público.</p> <p>- Flujo peatonal importante.</p>
Local Residencial 1	IV	Permite acceso a las viviendas	<p>-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido.</p> <p>-Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.</p>
Local Residencial 2	V	Permite acceso a las viviendas	<p>-Vías con calzadas sin asfaltar.</p> <p>-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.</p>
Vías peatonales	V	Permite el acceso a las viviendas y propiedades	<p>- Tráfico exclusivamente peatonal.</p>

mediante el tráfico
peatonal

Fuente: Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” (2002).

Tabla 2

Tipos de calzada.

Tipo de superficie	Tipo de calzada
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	Oscura
Superficies de tierra	Clara

Fuente: Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” (2002).

Tabla 3

Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento.

Tipo de alumbrado	Luminancia media	Iluminancia media		Índice de control de deslumbramiento
	revestimiento seco	(lux)		
	(cd/m ²)	Calzada clara	Calzada oscura	(G)
I	1,5 – 2,0	15 – 20	30 – 40	≥ 6
II	1,0 – 2,0	10 – 20	20 – 40	5 - 6
III	0,5 – 1,0	5 – 10	10 – 20	5 - 6
IV		2 – 5	5 – 10	4 - 5
V		1 – 3	2 – 6	4 - 5

Fuente: Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” (2002).

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la evaluación de los niveles de iluminación de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de iluminación de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la iluminancia en las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, como lo son la vía de Evitamiento Norte, vía de Evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubios y Avenida Independencia.
- Cuantificar la iluminancia en las vías del Jirón Amazonas, Jirón Dos de Mayo, Jirón José Sabogal y Jirón Del Batán.
- Comparar los valores de iluminancia obtenidos con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Los niveles de iluminancia en las vías públicas de la ciudad de Cajamarca sobrepasan los límites, indicando que podría existir una contaminación lumínica, ya que los valores son un tanto elevados para la mayoría de vías.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca no se encuentra dentro de los valores permitidos de iluminancia.
- Los jirones Amazonas, Dos de Mayo, José Sabogal y Del Batán, sobrepasan los límites establecidos de 5 a 10 lux de la Norma Técnica DGE.
- La comparación de los valores de iluminancia sobrepasan a los establecidos en la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente trabajo es descriptiva, puesto que da a conocer las situaciones a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Asimismo, es importante mencionar que tiene un enfoque cuantitativo, ya que se realiza la medición de características de fenómenos sociales, se analizan y recogen datos cuantitativos para medir la relación entre las variables cuantificadas. Además, es de diseño no experimental-transversal, porque se realiza sin manipulación de variables y se recolecta información en un momento único.

La unidad de análisis de la investigación está definida como: Niveles de iluminancia de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca.

2.2. Población y muestra

Población

La población lo conforma la totalidad de vías de la Ciudad de Cajamarca.

Muestra

La muestra está referida a las 5 vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, en las que tenemos a la Vía de Evitamiento Norte, Vía de Evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubio y Avenida Independencia; así como también 4 vías céntricas como Jirón Amazonas, Jirón Dos de Mayo, Jirón José Sabogal y Jirón Del Batán.

Cajamarca

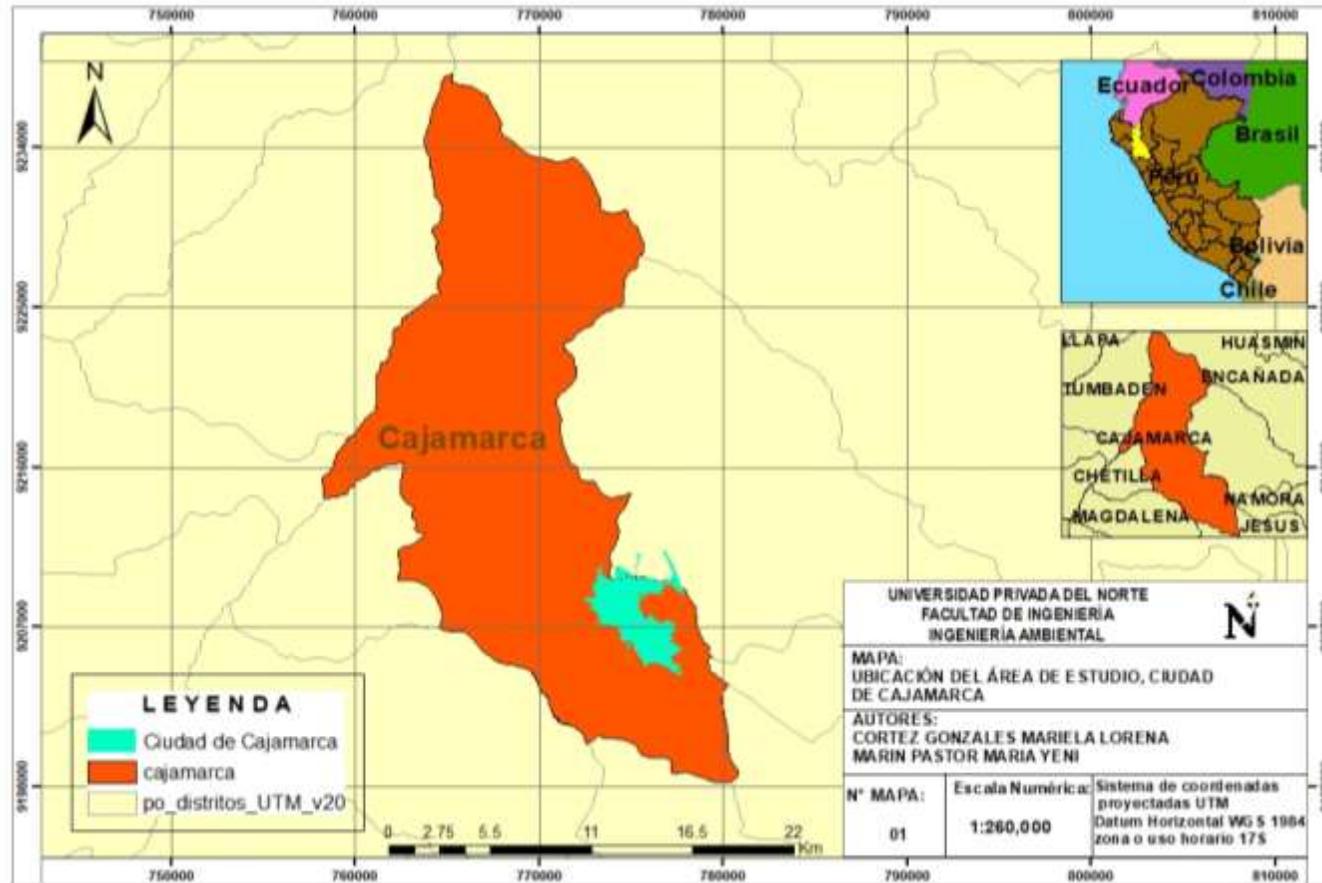


Figura 1: Extensión del área de estudio.

La figura 1, muestra a la totalidad del distrito de Cajamarca, ubicación donde se eligió las vías específicas para la realización de la toma de puntos de monitoreo.

Cajamarca



Figura 2: Ubicación de puntos de muestreo de vías arteriales.

En la figura 2, se muestra la toma de 10 puntos para cada una de las siguientes vías: Vía de evitamiento Norte, Vía de evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubios y Avenida Independencia.

Cajamarca



Figura 3: Ubicación de puntos de muestreo de jirones.

En la figura 3, se muestra la toma de 4 puntos para cada una de las siguientes vías: Jirón Amazonas, Jirón Dos de Mayo, Jirón José Sabogal y Jirón Del Batán.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos (Materiales)

Materiales de campo

- Luxómetro calibrado
- GPS
- Celular
- Cuaderno de apuntes
- Lapicero

Materiales de gabinete

- Laptop portátil
- USB
- Libros virtuales
- Software ArcGIS

Tabla 4

Modelo de ficha de campo para la toma de datos.

Punto	NOMBRE DE LA VÍA		
	Este	Norte	Descripción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Punto	NOMBRE DE LA VÍA		
	Este	Norte	Descripción
1			
2			
3			
4			

Tabla 5

Matriz de técnicas e instrumentos.

Objetivo específico	Indicador	Técnica	Instrumento	Fuente Bibliográfica de la técnica
Cuantificar la iluminancia en las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, como lo son la vía de Evitamiento Norte, vía de Evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubios y Avenida Independencia.	Niveles de iluminancia	Observación experimental	Ficha de registro de datos	Bazán, R. (s. f.). Técnicas de recolección de datos e instrumentos de medición.

<p>Cuantificar la iluminancia en las vías del Jirón Amazonas, Jirón Dos de Mayo, Jirón José Sabogal y Jirón Del Batán.</p>	<p>Niveles de iluminancia</p>	<p>de Observación experimental</p>	<p>Ficha de registro de datos</p>	<p>Bazán, R. (s. f.). Técnicas de recolección de datos e instrumentos de medición.</p>
<p>Comparar los niveles de iluminancia con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.</p>	<p>Normativa de alumbrado público</p>	<p>Análisis documental</p>	<p>Ficha de registro de datos</p>	<p>Ly, L. C. T., & Siesquén, L. I. S. (s. f.). Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</p>

La técnica para analizar los datos del presente estudio es la técnica de estadística descriptiva, en donde se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de medias de Duncan ($p 0.05$), mediante el software SPSS, versión 25.

2.4. Procedimiento

Para la realización del trabajo de campo, se ha tomado en cuenta la elección de las zonas más importantes de la ciudad de Cajamarca, realizando un recorrido por las vías arteriales y vías céntricas; la elección de las zonas de muestreo fue mediante la técnica de observación. Las vías que fueron consideradas para la toma de datos tenemos; vía de evitamiento Norte, vía de evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubios y Avenida Independencia, las cuales se clasificaron como vías arteriales según el Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016-2026 ; con respecto a las vías de los Jirones Amazonas, Dos de Mayo, José Sabogal y Jirón Del Batán fueron consideradas solamente como vías por no tener una respectiva clasificación, pero fueron elegidas por la alta concentración de comercio.

Cabe recalcar que en Perú, al no existir una normativa que indique como realizar un muestreo de luminosidad al exterior, este se realizó de acuerdo a otros muestreos de estudios internacionales.

- Para la realización del muestro se eligió puntos al azar, en primer lugar se debe tener en cuenta el posicionamiento de cada punto a muestrear, utilizando un GPS.
- La hora para realizar las mediciones se hizo después de la puesta del sol entre las 7 a 10 pm, se debe considerar los días de medición teniendo en cuenta las condiciones climáticas.
- Para la toma de puntos, se han considerado 2 días. Se ha determinado 10 puntos de muestreo para vías arteriales (Avenida Independencia, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubio, Vía de Evitamiento Norte y Sur, y 4 puntos para las

vías de los jirones (José Sabogal, Amazonas, del Batán y Dos de Mayo); el instrumento para la realización de la medición es un luxómetro calibrado y el valor de iluminación será medido en lux.

- La toma de puntos se realizó, colocando el luxómetro en los puntos específicos de muestreo, teniendo en cuenta la distancia de las luminarias y anotando los datos obtenidos en una ficha de registro de puntos.

2.5. Aspectos Éticos

El presente trabajo se realizó con una búsqueda de información de fuentes como Scielo, Redalyc, y Google académico, para tener conocimiento sobre la iluminación adecuada para una vía. Esta búsqueda se ejecutó mediante la ecuación, “contaminación lumínica”, para luego registrar los resultados en una base de datos de Excel y almacenarlo en el software Zotero, tomando en cuenta aquellos que hagan referencia a la iluminancia de vías públicas, extrayendo información necesaria para la investigación, colocando las citas en los párrafos extraídos de otros autores, respetando las normas APA y la autoría.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 6

Datos del muestreo de las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca.

Puntos	Avenida Independencia (T1)	Descripción	Avenida Atahualpa (T2)	Descripción	Vía Evitamiento Norte (T3)	Descripción	Avenida Hoyos Rubio (T4)	Descripción	Vía Evitamiento Sur (T5)	Descripción
Punto 1	19,2	alumbrado público	30,1	panel publicitario	24,6	panel de grifo	32,6	panel de grifo	4,2	panel de grifo
Punto 2	30,4	letrero de pollería	32,5	letrero de farmacia	49,1	panel de grifo	34,2	panel publicitario	20,4	letrero de hotel
Punto 3	61,4	letrero de pollería	44,4	alumbrado público	19,6	panel publicitario	79,3	panel publicitario	36,1	letrero de hotel
Punto 4	67,5	letrero caxagas	62,2	panel de grifo	47,6	alumbrado exterior	59,9	panel publicitario	18,5	alumbrado público
Punto 5	26,7	letrero de tienda	36,4	letrero de hotel	10,9	alumbrado público	34,3	alumbrado público	21,2	alumbrado público
Punto 6	18	panel de grifo	24,6	letrero de hotel	35,3	letrero de pollería	63,6	letrero de farmacia	47,3	alumbrado público
Punto 7	35,3	alumbrado público	26,2	alumbrado público	64,6	panel publicitario	23,8	alumbrado público	92,6	alumbrado exterior
Punto 8	30,8	alumbrado público	31,5	panel publicitario	52,6	panel publicitario real plaza	40,1	letrero de farmacia	38,7	panel publicitario

Cajamarca

Punto 9	7,3	alumbrado público	15,6	alumbrado público	32,5	panel publicitario	45,2	letrero de panadería	37,2	alumbrado público
Punto 10	11,4	alumbrado público	24,3	alumbrado público	51,2	alumbrado público	20,2	letrero de farmacia	27	alumbrado público

La tabla 6, indica los puntos de muestreo de las vías arteriales con sus respectivos valores en lux y su descripción. Se observa también, que los lux en algunas calles son más altos que en otras.

Tabla 7

Datos del muestreo de las vías céntricas de la ciudad de Cajamarca.

Puntos	Jirón José Sabogal (T6)	Descripción	Jirón Amazonas (T7)	Descripción	Jirón del Batán (T8)	Descripción	Jirón Dos de Mayo (T9)	Descripción
Punto 1	17,6	alumbrado público	15,9	alumbrado público	86,4	luz exterior de ferretería	34,2	alumbrado público
Punto 2	28,8	alumbrado público	29,6	luz exterior de pollería	23,6	alumbrado público	63,2	alumbrado público
Punto 3	43,8	alumbrado público	48,5	alumbrado público	35,8	luz exterior de tienda	76,5	luz exterior de tienda
Punto 4	23,5	luz exterior de hotel	11,8	alumbrado público	34,8	alumbrado público	48,4	alumbrado público

La tabla 7, indica los puntos muestreados para las vías céntricas con sus respectivos valores en lux y su descripción. Además, se observa que la vía T9 contiene valores altos de lux en comparación a las otras vía.

Tabla 8

Identificación de tipo de vía, tipo de calzada y límites de iluminación por vía.

Tratamiento	Tipo de vía	Tipo de calzada	Límites de iluminación
T1	Arterial	Oscura	20 a 40
T2	Arterial	Oscura	20 a 40
T3	Arterial	Oscura	20 a 40
T4	Arterial	Oscura	20 a 40
T5	Arterial	Oscura	20 a 40
T6	Local comercial	Clara	5 a 10
T7	Local comercial	Clara	5 a 10
T8	Local comercial	Clara	5 a 10
T9	Local comercial	Clara	5 a 10

La tabla 8, muestra la cantidad de tratamientos realizados, la clasificación del tipo de vía, así como el tipo de calzada, tanto oscura como clara para cada vía y los niveles permisibles de iluminación por tipo de vía y calzada, según la norma técnica.

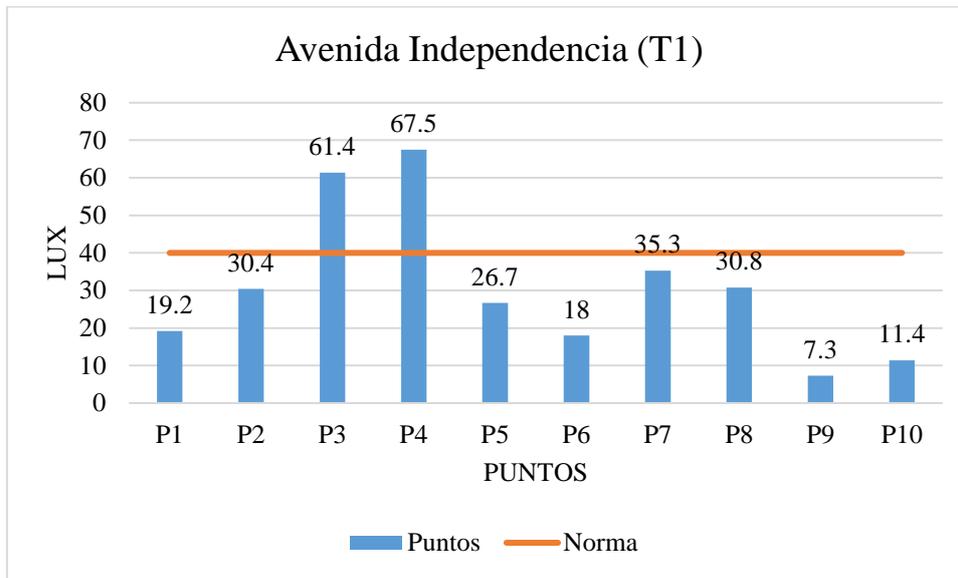


Figura 4: Valores de lux por cada punto de la Avenida Independencia.

Como se puede observar en la figura 4, los puntos 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, están dentro de la iluminancia permitida, la cual es de 20 a 40 lux. Mientras que los puntos 3 y 4 sobrepasan en un 21,4 y 27,5 lux respectivamente.

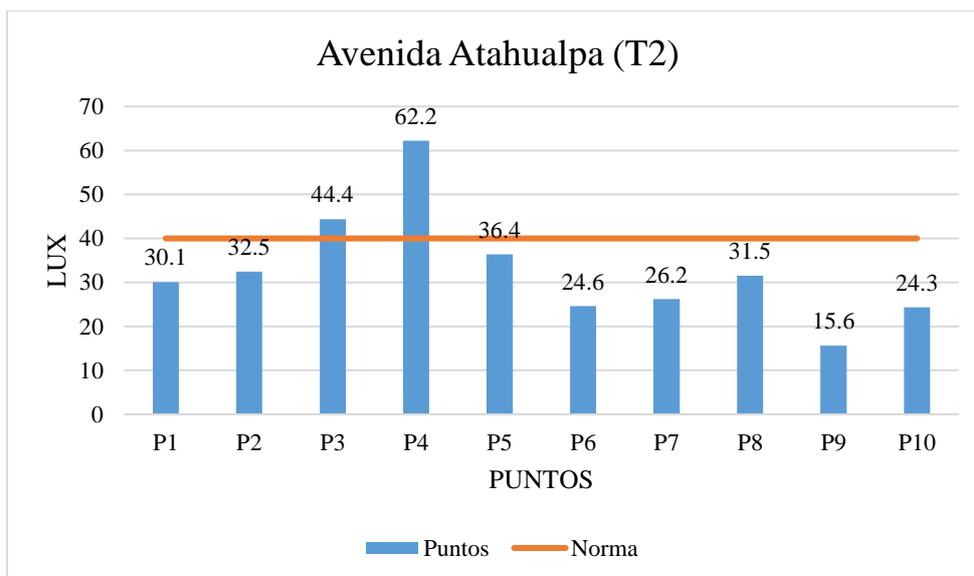


Figura 5: Valores de lux por cada punto de la Avenida Atahualpa.

En la figura 5, los puntos 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 son los que cumplen con la iluminancia permitida por la Norma DGE, que es de 20 a 40 lux. Por otro lado, los puntos 3 y 4 sobrepasan en un 4,4 y 22,2 lux respectivamente. Teniendo el punto 4 el valor más alto de lux.

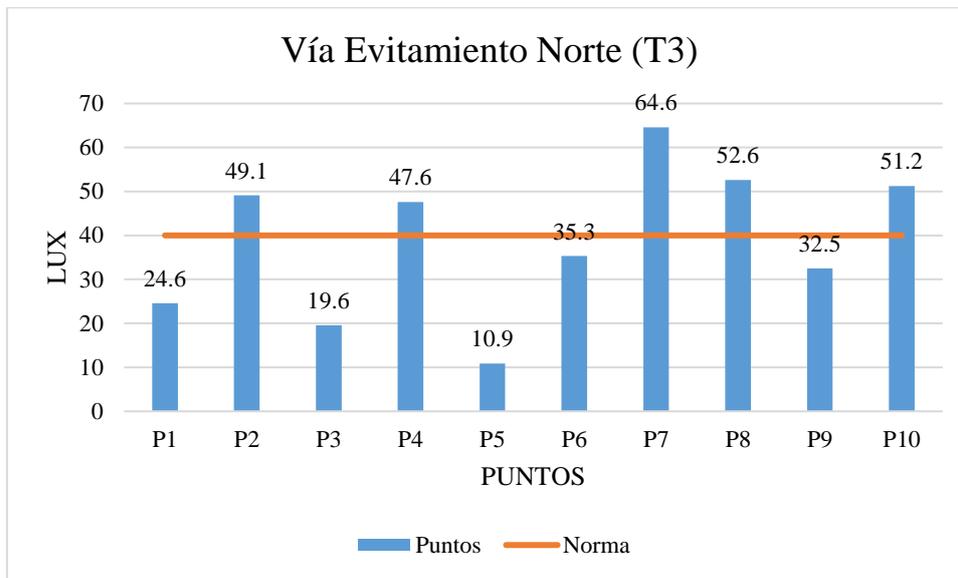


Figura 6: Valores de lux por cada punto de la Avenida Vía de Evitamiento Norte.

Para la figura 6, son los puntos 1, 3, 5, 6 y 9 los que cumplen con la Norma DGE, al estar entre el rango de 20 a 40 lux permitidos. Sin embargo, los puntos 2, 4, 7, 8 y 10, son los que incumplen los valores de iluminancia permitidos, convirtiendo a la Vía de Evitamiento Norte, como la vía que más puntos de contaminación tiene a comparación de los otros puntos.

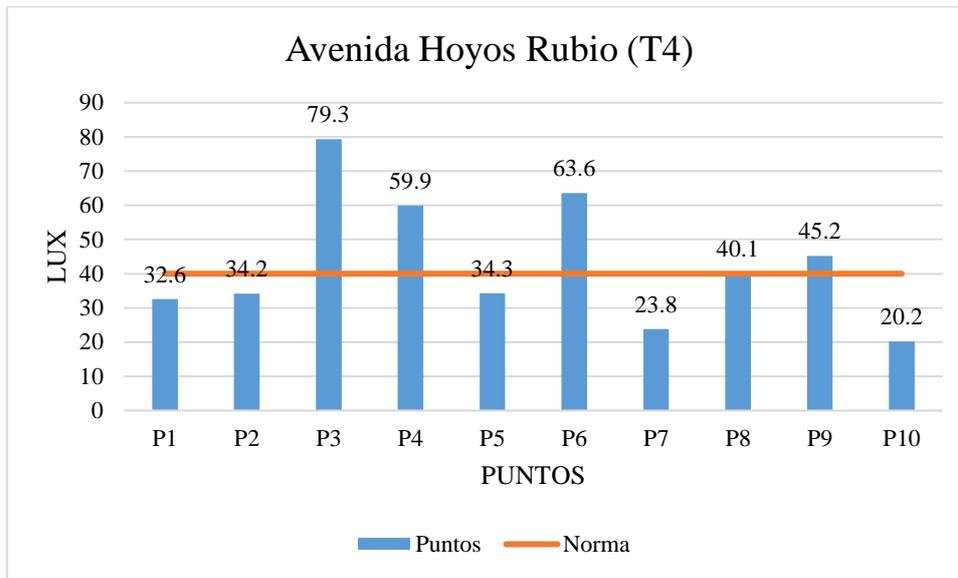


Figura 7: Valores de lux por cada punto de la Avenida Hoyos Rubio.

La figura 7, muestra que los puntos que cumplen con el valor de lux permitido por la Norma DGE (20 a 40 lux), son los puntos 1, 2, 5, 7 y 10. Mientras que los puntos 3, 4, 6, 8 y 9 sobrepasan a los valores de lux de la ya mencionada norma. Siendo la Avenida Hoyos Rubio, la vía que no cumple con la Norma, ya que tiene a los puntos 3, 4 y 6 con valores muy altos de lux.

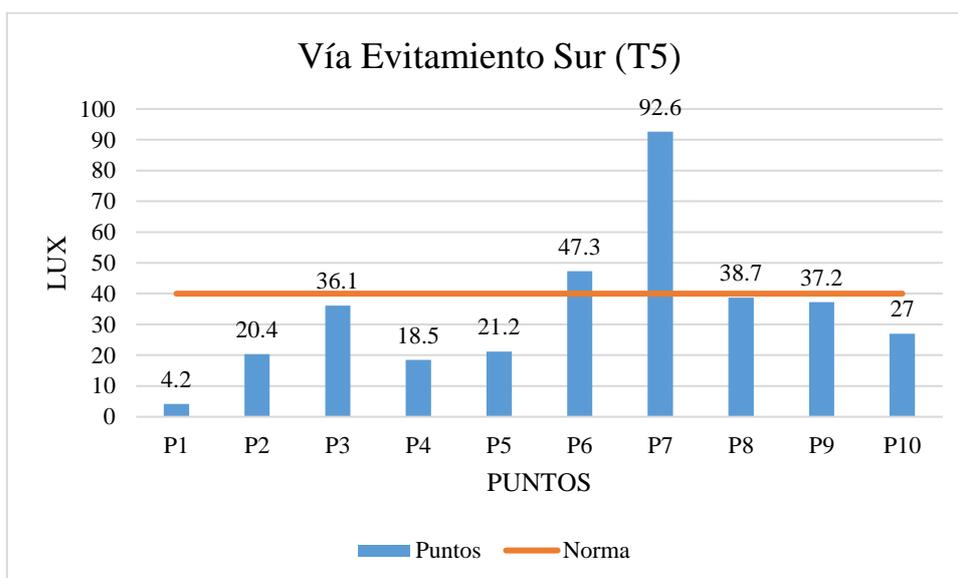


Figura 8: Valores de lux por cada punto de la Avenida Vía de Evitamiento Sur.

La figura 8, tiene como puntos permisibles a los siguientes: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 y 10. Por otro lado, los puntos 6 y 7 sobrepasan en un 7,3 y 52,6 lux respectivamente. Siendo el punto 7 el que sobrepasa el límite de lux, en un valor muy alto comparado a los otros puntos.

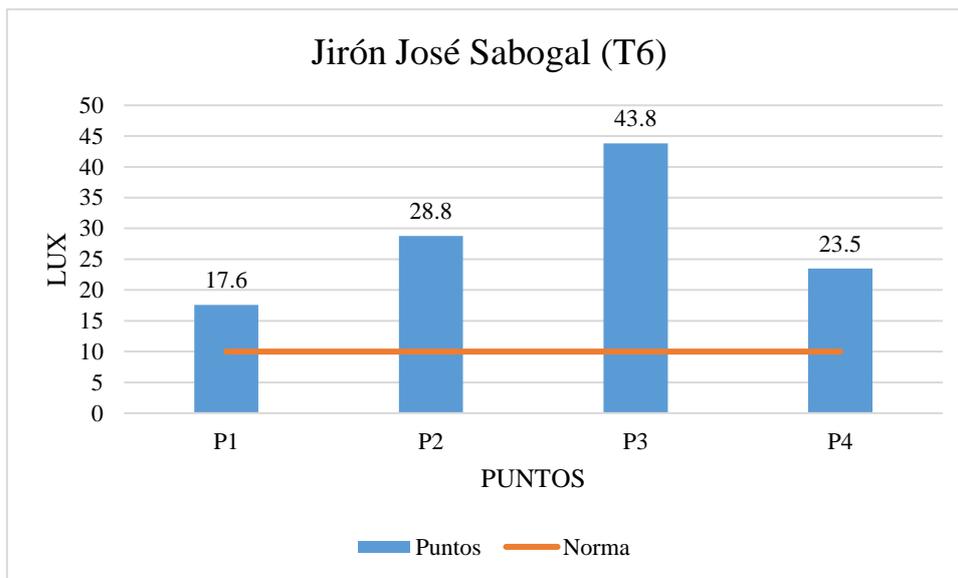


Figura 9: Valores de lux por cada punto del Jirón José Sabogal.

Para la figura 9, ningún punto cumple con los valores permitidos de lux por la Norma DGE (5 a 10 lux). Siendo el punto 3, el que más valor de lux tiene, sobrepasando en un 33,8 lux a la iluminancia permitida.

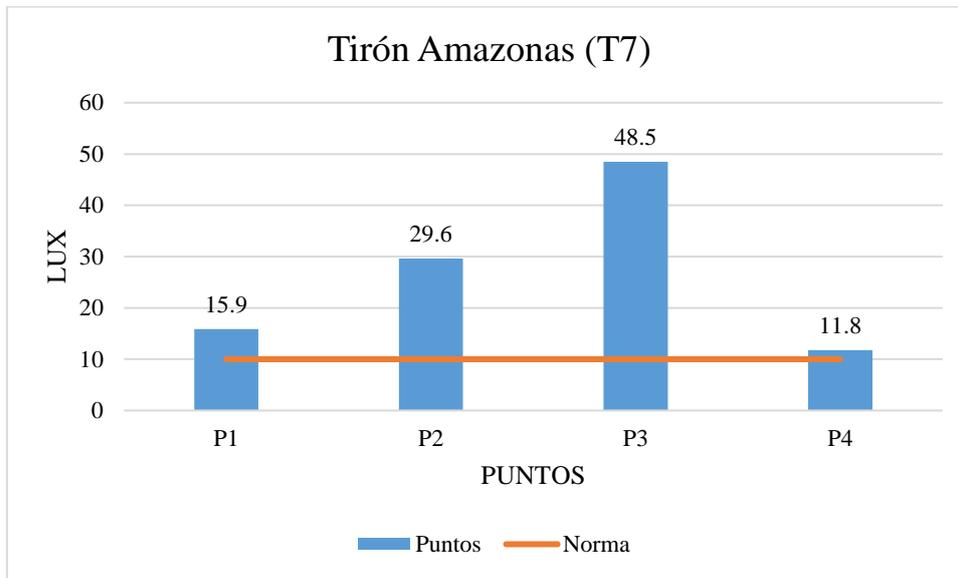


Figura 10: Valores de lux por cada punto del Jirón Amazonas.

La figura 10, muestra que los puntos 1, 2, 3 y 4 sobrepasan los valores de lux establecidos por la Norma DGE (5 a 10 lux). Siendo el punto 3, el que más valor de lux tiene, sobrepasando en un 38,5 lux a la iluminancia permitida. Por otro lado, el punto 4 es el que tiene menor valor de lux.

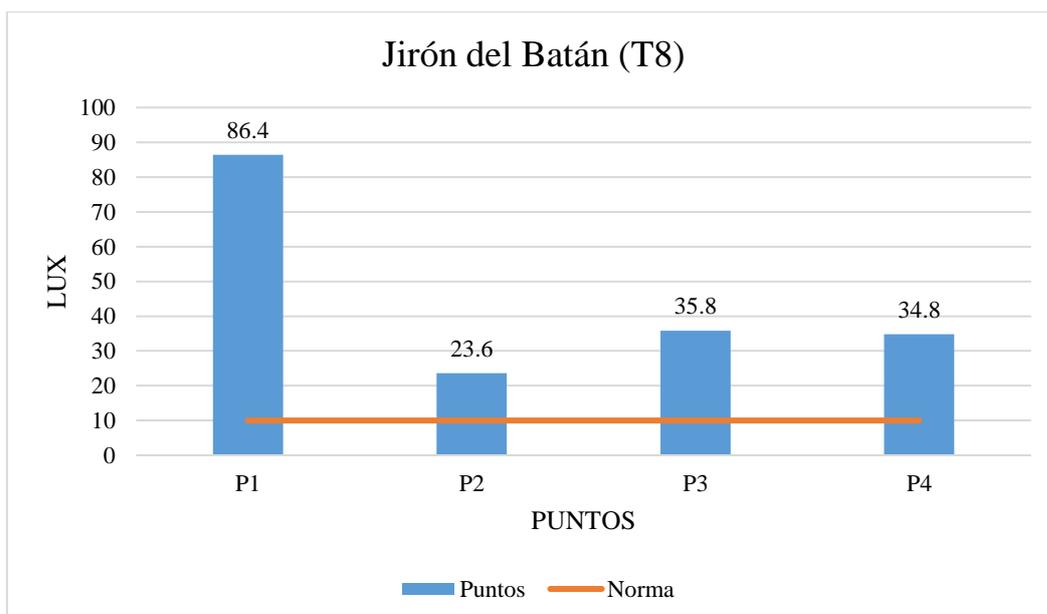


Figura 11: Valores de lux por cada punto del Jirón Del Batán.

La figura 11, muestra que todos los puntos sobrepasan a los valores permitidos de lux por la Norma DGE (5 a 10 lux). Siendo el punto 1, el que más valor de lux tiene, sobrepasando en un 76,4 lux a la iluminancia permitida. Siendo este valor más alto que los valores de los otros puntos.

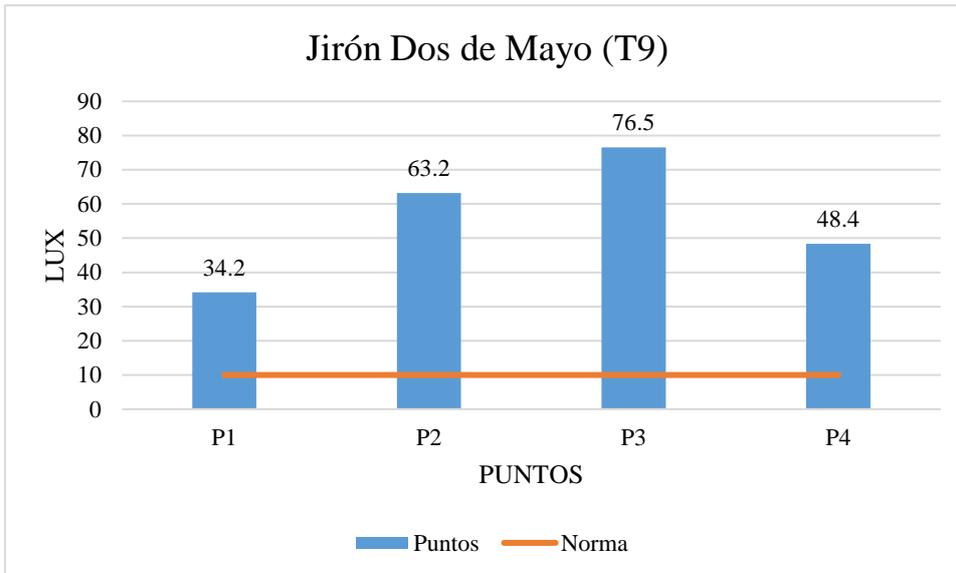


Figura 12: Valores de lux por cada punto del Jirón Dos de Mayo.

Como se puede observar en la figura 12, los puntos 1, 2, 3 y 4 están sobrepasando los valores de iluminancia permitida, la cual es de 5 a 10 lux. Siendo los puntos 2 y 3, los que sobrepasan los valores permisibles en un 53,2 y 66,5 lux respectivamente.

Tabla 9

Nivel de significancia.

Lux	ANOVA				
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3445,575	8	430,697	1,194	,319
Dentro de grupos	20568,523	57	360,851		
Total	24014,098	65			

Sig. Mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula, es decir no existe diferencia estadística significativa en la iluminación de las diferentes vías.

Tabla 10

Medias según el tratamiento y cumplimiento de la normativa propuesta.

Tratamiento	Lux	Cumple
1	30,8 a,b \pm 6,27825	Sí
2	32,78 a,b \pm 4,08226	Sí
3	38,8 a,b \pm 5,36863	Sí
4	43,32 a,b \pm 5,95320	No
5	34,32 a,b \pm 7,58116	Sí
6	28,425 a \pm 5,61224	No
7	26,45 a \pm 8,27672	No
8	45,15 a,b \pm 14,02530	No
9	55,575 b \pm 9,14862	No

La tabla 10, muestra que no existe correlación, no todas las vías tienen niveles bajos de iluminación; pues se indica que las vías 1, 2, 3 y 5 (vías arteriales), correspondientes a la Avenida Independencia, Avenida Atahualpa, Vías de Evitamiento Norte y Vía Evitamiento Sur respectivamente; son las que cumplen con los niveles establecidos, mientras que la vía 4 que corresponde a la Avenida Hoyos Rubio, no cumple con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”. Por otra parte, las medias de las vías 1, 2, 3 y 5 tienen una iluminación estadísticamente similar, habiéndose reportado una medida inferior en las vías 6 y 7; mientras que en las vías 4, 8 y 9, se reportó una medida mayor.

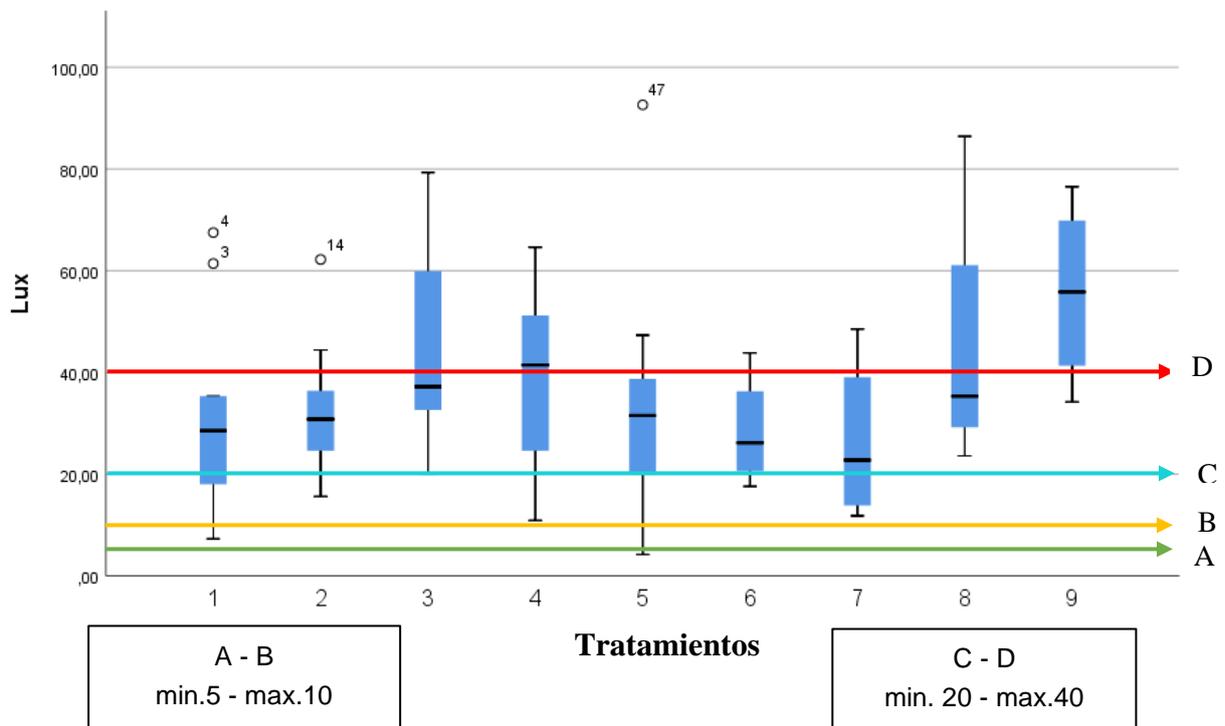


Figura 13: Valores de lux por tratamiento.

En la figura 13, se observa los valores de iluminación por tratamiento, así como los niveles mínimos establecidos por la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas

de Concesión de Distribución”. Se muestra que las vías arteriales corresponden a calzadas oscuras, donde el T1, T2, T3y T5 se encuentran dentro del nivel establecido, mientras que el T4, sobrepasan los valores establecidos, que son de 20 a 40 lux, excediendo en 3,32 lux. Por otro lado, las 4 vías de los jirones corresponden a calzadas claras y sobrepasan los niveles establecidos de 5 a 10 lux, excediendo el T6 en 18,425 lux, el T7 en 16,45 lux, el T8 en 35,15 lux y el T9 en 45,570 lux, presentando el T9 el valor más alto de todos los tratamientos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los niveles de iluminancia en las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, se encuentran en un rango elevado para la vía T4 (Avenida Hoyos Rubio), que sobrepasa en 3,32 lux al nivel de 20 a 40 lux, establecido por la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”. Por otro lado, solo los T1, T2, T3 y T5 (que pertenece a la Avenida Independencia, Avenida Atahualpa, Vía de Evitamiento Norte y Vía de Evitamiento Sur) con valores de 30,8 lux, 32,78 lux, 38,8 lux y 34,32 lux respectivamente, se encuentran en el nivel de 20 a 40 lux, por lo que es aceptable. Si reflexionamos acerca de la sociedad moderna que estamos creando, nos daremos cuenta de que se trata de una sociedad de 24 h que tiende a la constancia ambiental y en la que el ciclo natural de luz-oscuridad se está viendo alterado por el abuso de la luz artificial durante la noche (Baño 2011), esto es a lo que llamamos contaminación lumínica que puede dar lugar a graves problemas medio ambientales como: la alteración de los ciclos vitales de varias especies mamíferas, que perjudican al ecosistema y a la salud humana generando obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares e incluso se menciona un despilfarro económico (Chiluisa 2014). Esta forma de contaminación está directamente relacionada con el tema de seguridad vial, que puede producirse por un exceso de luz, también por una mala orientación de las luminarias, que se proyectan directamente a los ojos (Moreno y Martín 2016). Por ende, las luminarias de la ciudad de Cajamarca deben ser evaluadas por la empresa a cargo.

Para el caso de la iluminancia en vías de los jirones de la ciudad de Cajamarca, las vías T6 – T9, sobrepasan los niveles establecidos por la norma mencionada en el párrafo

anterior, que está en un rango de 5 a 10 lux, en donde la vía T6 sobrepasa el límite en 18,425 lux, la T7 en 16,45, la T8 en 35,15 lux y la T9 en 45,575 lux. Estos valores son más elevados que los lux de las vías arteriales; esto, porque en horas comerciales existe un exceso de iluminancia por parte de avisos publicitarios LED; también, porque se presenta distintos tipos de color de luz para alumbrado público, por lo que esto posiblemente estaría alterando los valores de iluminación. Pero, al parecer estos no son los niveles de lux adecuados, pues en Argentina recomiendan valores máximos de hasta 20 lux, que facilitan un ambiente atractivo para las zonas de gran actividad nocturna. Pero, en la mayoría de los casos un nivel de 5 lux es suficiente para ofrecer buenas condiciones de alumbrado, que permitirán la orientación y ofrezcan seguridad a los transeúntes. (Florencia 2019). Así mismo, la excesiva exposición a luz brillante por la noche perjudica el funcionamiento del organismo humano, afectando, sobre todo, a los ritmos de cortisol y melatonina (García y Moreno 2016), además de afectar nuestra capacidad de dormir y despertar a las horas correspondientes y conducir a una disminución de las habilidades cognitivas y motoras (ocasionando estrés, depresión, aparición de diabetes, entre otros). Pero no solo genera afección a la salud de los humanos, sino que también, trae consigo efectos biológicos y fisiológicos en la flora y la fauna (Ponce, 2014). Además, tiene diversos efectos socioeconómicos relacionados con el gasto de energía eléctrica y el consumo de recursos naturales agotables asociados a su producción (Lazzeroni 2019). Por ello es importante tener en cuenta los niveles de iluminación para no alterar al ambiente y dañar la salud de los seres humanos.

Los niveles de iluminancia de la ciudad de Cajamarca, en su mayoría sobrepasan a los niveles de lux, emitidos por la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”. Solo los puntos muestreados en Avenida

Independencia, Avenida Atahualpa, Vía de Evitamiento Norte y Vía de Evitamiento Sur, son los que cumplen con la normativa mencionada.

Los niveles elevados de iluminación contribuye a una contaminación lumínica, se da también por la utilización de paneles digitales luminosos, siendo estos un peligro, no solo por la contaminación que emite, sino también, por la distracción a conductores, habiéndose reportado un aumento de accidentes (Laurie, 2018). Como lo menciona Silva (2017) en su estudio realizado en la ciudad de Ecuador, donde solo 4 de las 9 vías que se estudiaron cumplen con la normativa CONELEC 005/14, que hace referencia al servicio de alumbrado público. Así mismo, en otro estudio realizado por García y Silva (2019) en la ciudad de Managua-Nicaragua, los valores de iluminación recomendados para alumbrado público es de 5 a 20 lux, según la Ley de la Industria Eléctrica, N° 272. Por lo que de 8 vías seleccionadas, el valor más bajo es de 22,9 lux y el máximo de 66 lux. Por ende, tanto en los estudios de Ecuador, Managua-Nicaragua y la ciudad en estudio (Cajamarca), tienen una relación con respecto al nivel alto que existe de iluminancia y a la normativa que los evalúa.

Las implicaciones de la presente investigación están definidas en los valores mencionados de niveles altos de iluminación que se presencia en la ciudad de Cajamarca, por lo que se podría generar una afección a la salud de las personas que viven en las principales calles de la ciudad (Florencia, 2019), así como, presenta un riesgo para las especies de vida nocturna (Ponce, 2014), también altera la visión de una noche estrellada por la alta luminosidad. (Moreno y Martín, 2016).

Las limitaciones que se presentaron en la realización de este estudio, fue que no se encontraron antecedentes locales para poder realizar una comparación con nuestro estudio; solo encontramos un antecedente con datos y los demás fueron teóricos; en la toma de

muestra, algunas personas no nos permitieron realizar la medición en algunos puntos, así como también las precipitaciones del momento, impedían el muestreo. Otra limitación, fue el tiempo para la medición de los puntos de cada vía, ya que el toque de queda por la Covid 19 era hasta las 11: 00 pm, por lo que el tiempo era corto para realizar el muestreo.

4.2. Conclusiones

Se concluye que las vías de la ciudad de Cajamarca, sobrepasan los niveles de iluminación recomendados en la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”, constituyendo ello una posible contaminación lumínica. Ya que la norma anteriormente mencionada, en el título 3, indica niveles mínimos de iluminancia, para lo cual los niveles obtenidos en nuestro estudio, en su mayoría están por encima de los niveles establecidos.

La cuantificación de iluminación en las 5 vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, indican que la vía T4 (Avenida Hoyos Rubio) la iluminación supera en 3,32 lux, al nivel de la Norma Técnica.

La cuantificación de iluminación en las 4 vías de los jirones de la ciudad de Cajamarca, indican que la iluminación supera en un promedio de 38,9 lux, al nivel de la Norma Técnica.

En la comparación realizada de los niveles de iluminación con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”; se observó que solo las vías T1, T2, T3 y T5 cumplen con la normativa, mientras que las 5 vías restantes sobrepasan los niveles establecidos por la norma ya mencionada.

REFERENCIAS

- Baño Otalora, B. (2011). *Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana*.
Convención: El cambio climático y el medio urbano.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/clima/cambio_climatico/ponencias_convencion/beatriz_bano.pdf
- Cevallos, R. J. (2018). Diseño de un sistema de control de iluminación exterior en zonas rurales lejanas. En repositorio digital de la Universidad Técnica del Norte, 1-177.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8439>
- Chiluisa, T. C. E. (2014). *La Contaminación Lumínica en la zona de la Mariscal Sucre de la ciudad de Quito y su falta de normativa jurídica*. En repositorio Universidad Central del Ecuador, 1-140.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3947/1/T-UCE-0013-Ab-234.pdf>
- Contin, M.; Maldonadocd, A. y Benedetto, M. (2018). Efectos de la luz sobre degeneración retinal. Concepto de contaminación lumínica. En Especial inVisionT 49-5549.
<https://anales.fisica.org.ar/journal/index.php/analesafa/article/view/2190>
- Florencia, L. C. (2019). *Impacto de la contaminación lumínica en la calidad del cielo nocturno en las ciudades. Estudio de caso: El barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina*. En Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 1-104.
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2266/Lazzeroni%20Claudia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, M.H. y Silva S. R. (2019). *Auditoria energética del estado actual de las luminarias que componen el alumbrado público en el área urbana del sector Oeste de la ciudad de Managua*. Periodo de diciembre 2016 a enero 2017. Revista Electrónica de

- Investigación en Ciencias Económicas, 7 (13), 47-59.
<https://camjol.info/index.php/REICE/article/download/8171/8064>
- Laurie A. (2018). *Lima y la contaminación lumínica*. El comercio_p12.pdf. Recuperado 12 de octubre de 2020, de http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2016/12/elcomercio_2016-12-18_%C2%B4p12.pdf
- Lazzeroni, C. (2019). Impacto de la contaminación lumínica en la calidad del cielo nocturno en las ciudades. Estudio de caso: El barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2266/Lazzeroni%20Claudia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, A.S. (2015). *Iluminación y alumbrado público*. En repositorio de la Universidad Nacional de Colombia, 1, 1-213.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54043/1053814558.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mayorga, D. A.; y Castillo, J. A. (2018). *Determinación de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros en un vehículo*. *INNOVA Research Journal*, 3(3), 17-22.
<http://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/index>
- Meléndez, R. L. (2015). *Caracterización de la intensidad luminosa responsable de la contaminación lumínica en entornos urbanos*. En repositorio de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2-338. <http://hdl.handle.net/2117/95810>
- Ministerio de Energía y Minas (2002). *Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”*.
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>

- Moreno G. C y Martín M. A. (2016). *La contaminación lumínica. Aproximación al problema en el barrio de Sants (Barcelona)*. En Observatorio Medioambiental, 19, 133-163.
<http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.54165>
- Moreno M., Quintero A., Pargas T. y Hernandez M. (2012). *Contaminación lumínica en alumbrado público*. En Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, 2 (6), 407-417. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4548779>
- Navas, B.J. (2015). *Medida y evaluación de la contaminación lumínica en entornos urbanos*. En Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga, 1-275.
https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11913/TD_BORRERO_NAVA_S_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ponce L. P. (2014). *Proyecto fin de máster: estudio de la contaminación lumínica y eficiencia energética en alumbrado exterior. En repositorio de Universidad Politécnica de Cartagena*.
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4539/tfm382.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quaranta N. y. Cionco R. G (2007). *Contaminación lumínica como tópico en las carreras de ingeniería. En PROIMCA, 37-38*.
https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/6459/11746_6459.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe, L. M. (2016). *Estudio de los factores de calidad de alumbrado exterior que inciden en la contaminación lumínica en el centro histórico de la ciudad del cusco, 2015*. Yachay-Revista Científico Cultural, 5(1), 183-183.
<https://revistas.uandina.edu.pe/ojs/index.php/YACHAY/article/view/13/13>

- Rodríguez M. F. (2006). *La contaminación lumínica*. En biblioteca de Derecho del Medio Ambiente y Administración Local 643-652.
https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-04-26_12-17-49140707.pdf
- Sánchez C. A. E., Martín A. R. M. y Diaz S. R. (2015). *La contaminación lumínica. Efectos retos y soluciones*. En ResearchGate, 8, 62-68.
https://www.researchgate.net/publication/318338936_La_contaminacion_luminica_Efectos_retos_y_soluciones
- Sandoval C. E. (2020). *Niveles de contaminación visual y lumínica en la ciudad de Puno, 2019*. En repositorio Institucional de la Universidad Privada San Carlos, 1-62.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4565>.
- Sandoval B. J. & Torres G.Y. (2018). *Análisis comparativo de la eficacia en los paneles publicitarios de la Universidad Señor De Sipán periodo 2015 – 2016*. En Repositorio de la Universidad Señor De Sipán, 1-99.
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5945/Sandoval%20Brito%20&%20Torres%20Galvez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva S. W.F. (2017). *Estudio y análisis del grado de contaminación lumínica en un polígono (o área) del sector Norte de la ciudad de Quito de acuerdo a la normativa de polución lumínica mundial-propuesta de solución*. En repositorio de Escuela Politecnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19400/4/CD-8789.pdf>
- Solano L.H.A, Ramón San Martín P.R. y Manu García G. M. (2009). *Estudio Sobre Contaminación Lumínica en el Parque Natural del Delta del Ebro*. En Ciencia y Trabajo, 11 (34), 211-216.
https://www.researchgate.net/profile/Carol_Flores/publication/41126311_Capacida

[d de Manejo de Carga de Trabajadoras/links/55789e1208aeb6d8c01f18c8.pdf#page=53](#)

Urrego G. G. A. (2016). *Análisis de los niveles de luz artificial de 13 puntos, en los límites del jardín botánico para la especialización de la contaminación lumínica en el circuito general.* En Universidad Libre, 2-76.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8897/DOCUMENTO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO n°. 1. Matriz de consistencia.

TÍTULO: Matriz de consistencia					
PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cuál es la evaluación de los niveles de iluminación de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca?	<p>Hipótesis General</p> <p>Los niveles de iluminancia en las vías públicas de la ciudad de Cajamarca sobrepasan los límites, indicando que podría existir una contaminación lumínica, ya que los valores son un tanto elevados para la mayoría de vías.</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar los niveles de iluminación de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Niveles de iluminación.</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Tipo de investigación descriptiva, de enfoque cuantitativo, de tipo transversal.</p>	<p>Todas las vías de ciudad de Cajamarca</p>
	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca no se encuentran dentro de los valores permitidos de iluminancia. Los jirones Amazonas, Dos de Mayo, José Sabogal y Del Batán, sobrepasan los límites de 5 a 10 lux a la Norma Técnica DGE.</p> <p>La comparación de los valores de iluminancia sobrepasa a los establecidos en la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Cuantificar la iluminancia en las vías arteriales de la ciudad de Cajamarca, como lo son la vía de Evitamiento Norte, vía de Evitamiento Sur, Avenida Atahualpa, Avenida Hoyos Rubios y Avenida Independencia.</p> <p>Cuantificar la iluminancia en las vías del Jirón Amazonas, Jirón Dos de Mayo, Jirón José Sabogal y Jirón Del Batán.</p> <p>Comparar los valores de iluminancia obtenidos con la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.</p>	<p>Independiente</p> <p>Vías de la ciudad de Cajamarca.</p>	<p>Unidad de análisis</p> <p>Niveles de iluminancia de las vías públicas de la ciudad de Cajamarca.</p> <p>Diseño: No experimental.</p> <p>Método de análisis de datos: media</p>	<p>Muestra</p> <p>5 vías arteriales y 4 vías céntricas de la ciudad de Cajamarca.</p>

ANEXO n°. 2. Matriz de operacionalización.

TÍTULO: Matriz de operacionalización				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Dependiente Niveles de iluminación	Se refiere al nivel de iluminación, al brillo del cielo nocturno, la luz intrusa, deslumbramiento, la sobre iluminación, por distintas luminarias que alteran al cielo nocturno.	Será estimado a través de la medición de los niveles de iluminación en lux, presentes en las distintas vías.	Exceso de luminarias y pantallas de anuncios.	Paneles publicitarios Luminarias Alumbrado público
Independiente Vías de la ciudad de Cajamarca.	Las zonas transitadas de la ciudad.	Será estimado a través de la observación de las vías arteriales y vías céntricas.	Elección de las vías a muestrear	Vías arteriales Vías céntricas (jirones)

Cajamarca

ANEXO n°. 3. Ficha de campo con datos del muestreo de vías arteriales.

Punto	AVENIDA ATAHUALPA			AVENIDA HOYOS RUBIO			VÍA DE EVITAMIENTO ^{UR}			VÍA DE EVITAMIENTO ^{NORTE}			AVENIDA INDEPENDENCIA		
	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción
1	775927,23	9207178,97	panel publicitario	776084,49	9209275,68	panel de grifo	772599,01	9205760,33	panel de grifo	775666,88	9209482,81	panel de grifo	774864,09	9207374,15	alumbrado público
2	775890,53	9207201,87	letrero de farmacia	775407,93	9209059,15	panel publicitario	772668,43	9205790,98	letrero de hotel	775151,56	9209428,53	panel de grifo	774851,33	9206759,63	letrero de pollería
3	775858,09	9207289,87	alumbrado público	775351,25	9209038,74	panel publicitario	776933,79	9206245,73	letrero de hotel	775188,92	9209398,82	panel publicitario	774801,01	9206635,12	letrero de pollería
4	775744,75	9207199,30	panel de grifo	775102,38	9208934,03	panel publicitario	776956,55	9206248,44	alumbrado público	775189,20	9209391,73	alumbrado exterior	774796,17	9206611,53	letrero publicitario
5	775892,98	9207183,07	letrero de hotel	774872,20	9208785,72	alumbrado público	776856,67	9206326,29	alumbrado público	775408,84	9209746,40	alumbrado público	774674,22	9206298,45	letrero de bodogo
6	775854,82	9207190,89	alumbrado público	774822,81	9209701,28	letrero de farmacia	776838,49	9206326,54	alumbrado público	775429,71	9208613,16	letrero de pollería	774676,58	9206299,18	panel de grifo
7	775903,28	9207190,97	panel publicitario	774791,32	9208739,05	alumbrado público	776717,29	9206429,42	alumbrado público	775427,57	9208613,09	panel publicitario	774802,60	9205905,12	alumbrado público
8	775913,74	9207173,27	alumbrado público	774727,96	9208709,48	letrero de farmacia	776536,76	9206550,84	panel publicitario	775448,13	9208453,70	panel publicitario	774725,36	9205449,56	alumbrado público
9	775116,98	9207235,96	alumbrado público	774685,11	9208687,94	letrero de panadería	776531,91	9206549,33	alumbrado público	775428,11	9208448,76	panel publicitario	774707,23	9204992,24	alumbrado público
10	775009,37	9207328,37	letrero de hotel	774599,44	9208660,84	letrero de farmacia	775873,96	9207932,07	alumbrado público	775382,81	9208190,26	alumbrado público	774725,29	9204774,52	alumbrado público

ANEXO n°. 4. Ficha de campo con datos del muestreo de vías céntricas.

Punto	JIRÓN AMAZONAS			JIRÓN EL BATÁN			JIRÓN DOS DE MAYO			JIRÓN JOSÉ SABOGAL		
	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción	Este	Norte	Descripción
1	774620,35	9207959,72	alumbrado público	774422,74	9208509,71	luz exterior de ferretaría	774203,53	9208074,77	alumbrado público	774453,13	9208255,80	alumbrado público
2	774509,60	9208055,04	luz exterior de pollería	774453,57	9208490,64	alumbrado público	774233,87	9208099,80	alumbrado público	774397,30	9208306,56	alumbrado público
3	774290,63	9208240,89	alumbrado público	774363,51	9208446,10	luz exterior de bodega	774303,81	9208184,09	luz exterior de bodega	774370,91	9208330,43	alumbrado público
4	773990,28	9208493,16	alumbrado público	774274,17	9208337,95	alumbrado público	774363,44	9208252,84	alumbrado público	774292,67	9208346,03	luz exterior de bodega

ANEXO n°. 5. Medición de iluminación en la Av. Atahualpa.



ANEXO n°. 6. Medición de iluminación en la Av. Independencia.



ANEXO n°. 7. Poste de luz, ubicado en Jr. José Sabogal.



ANEXO n°. 8. Panel LED ubicado en Av. Vía de Evitamiento Norte.



ANEXO n°. 9. Poste de luz ubicado en la Av. Hoyos Rubio.



ANEXO n°. 10. Panel publicitario LED, ubicado en Av. Independencia.



ANEXO n°. 11. Iluminación de un grifo de combustible.



ANEXO n°. 12. Luxómetro.



ANEXO n°. 13. *Certificado de calibración de luxómetro.*



AMEDIDA
Área de Metrología
Laboratorio de luminisidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
NÚMERO LX-00005-2018
EXPEDIENTE: N°0155-AM-2018

Página 1 de 2

Fecha de recepción:	11 de octubre de 2018	
Objeto de Calibración:	LUXÓMETRO DIGITAL	<p>Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales; los datos realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados de este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está en la obligación de recibir el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características de trabajo, analizado y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>AMEDIDA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, por un incorrecta interpretación de los resultados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, ni usado con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>Este certificado de calibración no firma y se hace responsable de su validez.</p>
Marca / Fabricante:	PCE	
Modelo:	PCE-170A	
Serie / Código:	150702715 / LUX-02	
Procedencia:	No indica	
Ubicación:	No indica	
Alcance de indicación:	20 000Lux	
División mínima:	0.01 Lux; 0.1 Lux; 1 Lux	

Solicitante:	AY B SSOMA SERVICIOS S.A.C.	
Dirección:	Calle Belisario Suárez N° 443, Urb. Los Ficus, Santa Anita, Lima	

Fecha de calibración:	12 de octubre del 2018	
Lugar de calibración:	Cal. Cerro Negro Nro.463 San Ignacio de Monterrico Santiago de Surco, Lima	
Método de calibración:	La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad internacional trazable al DM INACAL - Según / EC-17025.	
Condiciones ambientales:		
Temperatura inicial:	24.2 °C	Humedad relativa inicial: 65.20%
Temperatura final:	24.4 °C	Humedad relativa final: 64.80%

Sello	Firma/s autorizada/s	Fecha de emisión
	 Ing. Miguel Flores Huamani Jefe de Instrumentación	12 de octubre del 2018



Área de Metrología
Laboratorio de luminisidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
NÚMERO LX-00005-2018
EXPEDIENTE: N°0155-AM-2018
Página 2 de 2

Patrones de referencia

Instrumento	Marca	Modelo	Identificación/Serie	N° De registro
Calibrador Luxómetro	PRASEK	PR-382	H161161433	LFO-028-2018

Resultados de Medición

Distancia referencial 50 cm

Rango	Valor patrón	UNID	Valor medido por el equipo	ERROR	INCERTIDUMBRE	E.M.P.
20,00 LUX	0,00	LUX	0,00	0,00	1,00	0,20
	251,3	LUX	256	15	7,7	16
2000 LUX	502,2	LUX	525	23	18,0	24
	1002,3	LUX	1037	35	27,0	39
20000 LUX	2001	LUX	2140	139	55	144
	4004	LUX	4170	166	105	205

E.M.P.: Error máximo Permisible

Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura K=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

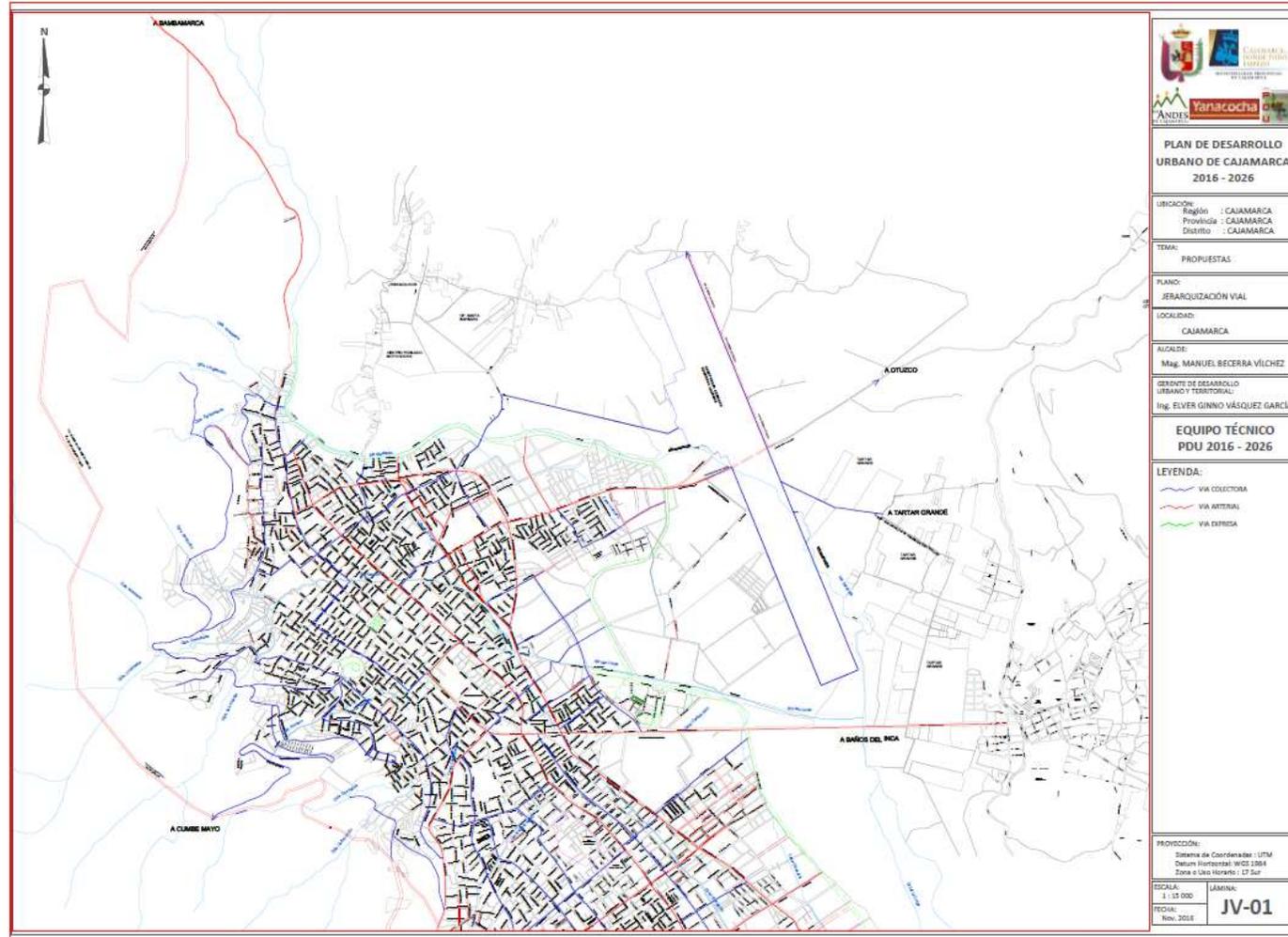
La incertidumbre expandida de la medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La indicada no incluye una estimación de variación a largo plazo.



FIN DEL DOCUMENTO

Cajamarca

ANEXO n°. 14. 09-propuesta-de-jerarquizacion-JV-01, (Plano de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016-2026).



Cajamarca

ANEXO n°. 15. 10-propuesta-de-jerarquizacion-JV-02, (Plano de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016-2026).

