

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE: INGENIERO
MECÁNICO AUTOMOTRIZ

PROYECTO TÉCNICO:

“ANÁLISIS DEL NIVEL DE LUMINOSIDAD MEDIANTE TÉCNICAS DE
ADQUISICIÓN DE DATOS Y FOTOMÉTRICAS PARA LA DETERMINACIÓN
DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DIURNA EN LOS
VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”

AUTORES:

EDWIN EDUARDO CAMAS VELASQUEZ
CHRISTIAN FERNANDO SAAVEDRA CARRERA

TUTOR:

ING. FREDY TACURI MOSCOSO MSc.

CUENCA - ECUADOR

2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Edwin Eduardo Camas Velasquez con C.I. 030254270-9 y Christian Fernando Saavedra Carrera con C.I. 010577629-8, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DEL NIVEL DE LUMINOSIDAD MEDIANTE TÉCNICAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y FOTOMÉTRICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DIURNA EN LOS VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Edwin E. Camas V.
CI: 030254270-9



Christian F. Saavedra C.
CI: 010577629-8

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ANÁLISIS DEL NIVEL DE LUMINOSIDAD MEDIANTE TÉCNICAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y FOTOMÉTRICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DIURNA EN LOS VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”, realizado por los autores Edwin Eduardo Camas Velasquez y Christian Fernando Saavedra Carrera, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2018



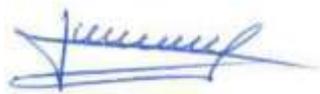
Ing. Fredy Gonzalo Tacuri Moscoso

CI: 010336954-2

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Edwin Eduardo Camas Velasquez con C.I. 030254270-9 y Christian Fernando Saavedra Carrera con C.I. 010577629-8, autores del trabajo de titulación: “ANÁLISIS DEL NIVEL DE LUMINOSIDAD MEDIANTE TÉCNICAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y FOTOMÉTRICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DIURNA EN LOS VEHÍCULOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”, certificamos que el total contenido del Proyecto Técnico es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, julio del 2018



Edwin E. Camas V.
CI: 030254270-9



Christian F. Saavedra C.
CI: 010577629-8

DEDICATORIA

El actual trabajo de titulación está dedicado a mis padres María Rosario Velasquez Tamay y Juan Julio Camas Tenezaca quienes me dieron vida, apoyo, educación, tiempo, oportunidad y confianza para poder lograr ser un profesional.

A mis hermanas Carmen y Jennifer Camas, a toda la familia Velasquez quienes me apoyaron moral y económicamente.

Edwin Eduardo Camas Velasquez

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis padres y familia quienes me han brindado el fundamento y oportunidades en la vida para lograr mi éxito como profesional.

A la Virgen Santísima del Cisne por ser a quien he entregado todo en mi vida.

Christian Fernando Saavedra Carrera

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios por cuidarme durante mi trayectoria por darme valor y fuerzas para superar obstáculos y dificultades que nos da la vida.

A la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de estudiar y obtener un título profesional.

Agradezco a mi mamá, ya que es un ejemplo a seguir, me ha educado y me ha enseñado a no desfallecer, ni tampoco a rendirme ante ningún obstáculo que se presente en la vida, siempre ha sido la persona ideal para motivar a seguir de pie.

A mi papá, por creer en mí apoyarme en mis estudios, moral y económicamente gracias por darme una carrera profesional para mi futuro.

A mis hermanas Carmen y Jennifer Camas, por comprender mi ausencia y valorar el esfuerzo de la familia.

Agradezco a mis tíos y de más familiares quienes supieron apoyarme moral y económicamente, para cumplir una meta más en mis estudios.

A mi compañero y amigo de tesis, Christian Saavedra por la confianza brindada durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

Un profundo agradecimiento de gratitud al Ing. Fredy Tacuri Moscoso, director de tesis, por su valioso tiempo, conocimiento, asesoramiento, paciencia por haberme brindado la oportunidad de realizar el trabajo final de mi carrera.

Todo este trabajo se ha desarrollado gracias a ellos.

Edwin Eduardo Camas Velasquez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado en el lapso de mi vida en todo momento, siendo el que me ha dado la fe y la fuerza para seguir adelante cada día ante cualquier adversidad.

A mis padres les doy gracias por ser el sustento económico y moral en mis estudios para ser un buen profesional en mi carrera que tanto la soné.

A la Universidad Politécnica Salesiana por haberme brindado los conocimientos y aptitudes correctas como pilar fundamental para lograr obtener mi título profesional.

Agradezco a Motricentro Kia y Jefe de taller Ing. Daniel Andrade por habernos apoyado con material de trabajo para el desarrollo de este trabajo de titulación.

Agradezco a nuestro director de tesis al Ing. Fredy Tacuri Moscoso por el tiempo, dedicación y conocimientos brindados para poder culminar este trabajo de titulación de la mejor manera.

Christian Fernando Saavedra Carrera

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se determina, la influencia del sistema de iluminación diurna en los vehículos de la ciudad de Cuenca, por tal motivo se realiza la adquisición de datos de iluminancia en el mes de enero durante 17 días, en intervalos de 5 minutos cada muestra, con el fin de identificar el comportamiento de iluminación mediante análisis de datos estadísticos.

Se inicia recopilando datos de iluminancia en horas diurnas de 6:00 Am a 18:00 Pm mediante un sensor digital BH-1750 y tarjeta Arduino mega 2560, la ubicación geográfica del sensor de luz se coloca a una altura fija de 7.50 metros, en relación a todos los puntos cardinales, en la calle Juan León Mera entre las calles Juan José Flores y General Eloy Alfaro.

En el análisis estadístico descriptivo se determina el flujo luminoso de la ciudad de Cuenca mediante diagramas de columnas y líneas.

Además, se realiza el estudio fotométrico, mediante cámara fotográfica profesional D5100 la cual nos entrega características y datos de la velocidad de obturación y apertura del diafragma, mediante la fórmula de ajuste de exposición se determina la cantidad de iluminancia entregada de cada fotografía.

El estudio fotométrico se realiza con tres modelos de vehículos, de distintos colores negro, blanco y gris, obteniendo fotografías de los vehículos en intervalos de 50 metros hasta una distancia comprendida de 250 metros en carretera abierta y mixta, con la finalidad de obtener la iluminancia y luminancia del vehículo a cierta distancia, con el propósito de determinar el contraste del automotor con el entorno y que tan perceptible es el vehículo con luces de posición encendidas y apagadas a diferentes rangos de distancia.

Mediante el análisis estadístico se establece la correlación de la luminancia e iluminancia de los vehículos en el estudio fotométrico, se determina gráficas de columnas del contraste visual estableciendo que tan visible es un vehículo a cierta distancia, con el objetivo de analizar la influencia que provoca las luces de circulación diurna en la seguridad activa del automotor.

SUMMARY

The present technical project determines the influence of the daytime lighting system on the vehicles in Cuenca city, the acquisition of illuminance data is carried out in the month of January for 17 days, in intervals of 5 minutes each sample, with identification of lighting behavior through statistical data.

It starts collecting illuminance data in daytime hours 6:00 Am to 18:00 Pm whit digital sensor BH-1750 and Arduino mega 2560 card, the geographical location of the sensor on placed height of 7.50 meters, in relation to the cardinal points, in Juan León Mera street between Juan José Flores and General Eloy Alfaro streets.

In the descriptive statistical analysis, the luminous flux of the city of Cuenca is determined by diagrams of columns and lines.

In addition, the photometric study is carried out by professional camera D5100 which gives us characteristics and data of the shutter speed and aperture of the diaphragm, by means of the formula of exposure adjustment the amount of illuminance delivered of each photograph is determined.

The photometric study is carried out with three models of vehicles, of different colors black, white and gray, obtaining photographs of vehicles in intervals of 50 meters up to a distance comprised of 250 meters in open and mixed road, whit the purpose of obtaining the illuminance and luminance of the vehicle at a certain distance, with the purpose of determining the contrast of the vehicle with the environment and how perceptible the vehicle is with daytime lights on and off at different distance.

Through statistical analysis, the correlation of the luminance and illuminance of the vehicles in the photometric study is established, graphs of columns of visual contrast are determined by establishing how visible a vehicle is at a certain distance, in order to analyze the influence caused by the Daytime running lights in the active safety of the automotive.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY	X
ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA DE ESTUDIO	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO I.....	5
ESTADO DEL ARTE.....	5
1.1 REFERENCIA HISTÓRICA DE LAS LUCES DE CIRCULACIÓN DIURNA.....	5
1.2 NORMATIVA Y REGLAMENTOS SOBRE LUCES DE CIRCULACIÓN DIURNA	7
1.2.1 Normativa Europea.....	7
1.2.2 Normativa ecuatoriana	8
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS LUCES DE CIRCULACIÓN DIURNA	9
1.4 MODELOS DE LUCES DE CIRCULACIÓN DIURNA	11
1.4.1 LEDayFlex	11
1.4.2 LEDayFlex II.....	11
1.4.3 LEDayLine 15° y 30° con una estructura muy compacta	12
1.4.4 LEDayLine	12
1.4.5 Luces diurnas de forma redonda.....	13
1.4.6 Luz diurna con luz de posición LED	13
1.4.7 Luces diurnas FF 40	14
1.4.8 Luces diurnas con diseño transparente	14

1.4.9 Módulo 90 mm H15 faro de largo alcance y antiniebla con luz de conducción diurna 15

CAPITULO II	16
MEDICIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACION DIURNA DE LA CIUDAD DE CUENCA.....	16
2.1 MEDIDAS PARA EL CÁLCULO DE LA MUESTRA	16
2.1.1 Tamaño de la muestra.....	16
2.1.2 Tamaño de la población	16
2.1.3 Margen de error	16
2.1.4 Nivel de confianza.....	17
2.1.5 Desviación estándar.....	17
2.2 MATERIALES PARA LA ADQUISICIÓN DE ILUMINANCIA	17
2.2.1 Sensor de Luz BH-1750	17
2.2.2 Arduino MEGA 2560.....	18
2.2.3 Computadora	19
2.2.1 Cúpula transparente.....	20
2.3 MÉTODOS.....	20
2.3.1 Esquema de adquisición de datos (DAQ).....	20
2.3.2 Programación en Arduino	21
2.3.3 Conexiones sensor y Arduino.....	22
2.4 PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS	22
2.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra.....	24
2.4.2 Ubicación del sensor	25
2.4.3 Obtención de datos de iluminancia.....	25
CAPITULO III.....	30
ANÁLISIS ESTADISTICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE ILUMINANCIA	30
3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE ILUMINANCIA	30
3.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	33
3.2.1 Análisis de los promedios de iluminancia según los días de muestreo.....	33
3.2.2 Análisis estadístico de la moda de iluminancia	33
3.3 MEDIDAS DE DISPERSIÓN	34
3.3.1 Análisis del rango de las muestras de iluminancia	34
3.3.2 Análisis de la desviación estándar de las muestras de iluminancia	34
3.4 MEDIDAS DE POSICIÓN	35
3.4.1 Análisis de la mediana de las muestras de iluminancia	35
3.4.2 Análisis de los percentiles de las muestras de iluminancia	36
3.5 FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN.....	37

3.6	ILUMINANCIA SEGÚN LA HORA	39
CAPITULO IV		41
ESTUDIO FOTOMÉTRICO		41
4.1	MAGNITUDES LUMÍNICAS.....	41
4.1.1	Flujo luminoso.....	41
4.1.2	Intensidad luminosa.....	42
4.1.3	Angulo Sólido	43
4.1.4	Nivel de iluminación	44
4.2	MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS	44
4.2.1	Luminancia.....	44
4.2.2	Velocidad de obturación.....	46
4.2.3	Apertura del diafragma.....	46
4.2.4	Ecuación de ajuste exposición.....	47
4.2.5	Contraste luminoso de Weber	48
4.3	MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO FOTOMÉTRICO	48
4.3.1	Cámara Nikon D5100.....	48
4.3.2	Cinta de agrimensura.....	49
4.3.3	Cono reflectivo	50
4.3.4	Vehículos.....	50
4.4	PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO FOTOMÉTRICO	51
4.5	CALCULO DE LUMINANCIA E ILUMINACIÓN	52
4.5.1	Vehículos de prueba para medida de luminancias.....	53
4.5.2	Descripción del comportamiento de luminancia según la distancia	53
4.6	MEDIDAS DE LUMINANCIA E ILUMINACIÓN EN CARRETERA MIXTA	54
4.6.1	Vehículo negro	54
4.6.2	Vehículo blanco.....	56
4.6.3	Vehículo gris	57
4.7	MEDIDAS DE LUMINANCIA E ILUMINACIÓN EN CARRETERA ABIERTA	59
4.7.1	Vehículo negro	59
4.7.2	Vehículo blanco.....	60
4.7.3	Vehículo Gris	62
4.8	CÁLCULO DEL CONTRASTE LUMINOSO	63
4.8.1	Luminancia de los vehículos con luces apagadas.....	64
4.8.2	Luminancia de los vehículos con luces de posición encendidas.....	65
CAPITULO V.....		67
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO FOTOMÉTRICO		67

5.1	ILUMINANCIA Y LUMINANCIA DEL VEHÍCULO EN CARRETERA MIXTA Y ABIERTA	67
5.1.1	Luminancia del vehículo en carretera mixta.....	67
5.1.2	Iluminancia del vehículo en carretera mixta.....	68
5.1.3	Luminancia del vehículo en carretera abierta.....	69
5.1.1	Iluminancia del vehículo en carretera abierta.....	69
5.2	CONTRASTE LUMINOSO	70
5.2.1	Vehículo con luces apagadas.....	70
5.2.2	Correlación de contraste con máxima iluminancia.....	71
5.2.3	Correlación de contraste con el promedio de iluminancia.....	71
5.2.4	Correlación de contraste con mínima iluminancia	72
5.2.5	Vehículo con luces de posición encendidas	73
5.2.6	Correlación de contraste con máxima iluminancia.....	73
5.2.7	Correlación de contraste con el promedio de iluminancia.....	74
5.2.8	Correlación de contraste con mínima iluminancia	74
	CONCLUSIONES.....	76
	RECOMENDACIONES.....	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo y marcas sobre homologación	8
Figura 1.2 Dimensiones para instalaciones de LCD	11
Figura 1.3 LEDayFlex.....	11
Figura 1.4 LEDayFlex II.....	12
Figura 1.5 LEDayLine 15° y 30°	12
Figura 1.6 LEDayLine	13
Figura 1.7 Luces de circulación diurna redondas	13
Figura 1.8 Luz diurna con luz de posición.....	14
Figura 1.9 Luces diurnas FF 40	14
Figura 1.10 luces diurnas con diseño transparente	15
Figura 1.11 Faro de largo alcance con luz diurna y antiniebla	15
Figura 2.1 Sensor digital BH1750	18
Figura 2.2 Arduino Mega 2560.....	18
Figura 2.3 Computadora MacBook.....	19
Figura 2.4 Cristal para protección del sensor.....	20
Figura 2.5 Partes de un sistema DAQ.....	21
Figura 2.6 Circuito de adquisición de iluminancia	22
Figura 2.7 Flujograma del proceso para la adquisición de muestras de iluminancia	23
Figura 2.8 Superficie de la ciudad de Cuenca.....	24
Figura 2.9 Ubicación del sensor de luz en la ciudad de Cuenca.....	25
Figura 3.1 Estadística Descriptiva	30
Figura 3.2 Grafica de columnas del Promedio del iluminancia.....	33
Figura 3.3 Grafica de columnas y líneas de valores mínimos y máximos de iluminancia.....	34
Figura 3.4 Proyección De La Desviación Estándar.	35
Figura 3.5 Grafica de barras del análisis estadístico de la mediana.....	36
Figura 3.6 grafica de barras del percentil.....	37
Figura 3.7 Resultado de la distribución normal de iluminancia	38
Figura 3.8 Resultado de la distribución normal de iluminancia según la hora	39
Figura 3.9 Grafica de iluminancia según la hora	40
Figura 4.1 Flujo luminoso.....	42
Figura 4.2 Angulo sólido	43
Figura 4.3 Nivel de iluminación	44

Figura 4.4 Luminancia	45
Figura 4.5 Cámara fotográfica profesional Nikon D5100	49
Figura 4.6 Cinta de agrimensura	49
Figura 4.7 Cono reflectivo	50
Figura 4.8 Vehículos utilizados en el estudio fotométrico.....	50
Figura 4.9 Flujograma del procedimiento de estudio fotométrico.....	52
Figura 4.10 vehículo Kia Sportage	52
Figura 4.11 Gráfica de ilustración de objeto de análisis según la distancia	53
Figura 4.12 Características fotográficas del kia Sportage.....	54
Figura 4.13 Relación que existe entre L – E, del vehículo negro	55
Figura 4.14 Características fotográficas del Subaru Legacy.....	56
Figura 4.15 Relación que existe entre L – E, del vehículo blanco.....	57
Figura 4.16 Características fotográficas del Optra Hatchback	57
Figura 4.17 Relación que existe entre L – E, del vehículo gris	58
Figura 4.18 Características fotográficas del vehículo Kia Sportage.....	59
Figura 4.19 Relación que existe entre L – E, del vehículo negro	60
Figura 4.20 Características fotográficas del vehículo Subaru Legacy.....	60
Figura 4.21 Relación que existe entre L – E, del vehículo blanco.....	61
Figura 4.22 Características fotográficas del vehículo Optra Hatchback.....	62
Figura 4.23 Relación que existe entre L – E, del vehículo gris	63
Figura 5.1 Grafica de líneas de luminancia según la distancia del vehículo en carretera mixta.....	68
Figura 5.2 Grafica de líneas de iluminancia según la distancia del vehículo en carretera mixta.....	68
Figura 5.3 Grafica de líneas de luminancia según la distancia del vehículo en carretera abierta.....	69
Figura 5.4 Grafica de líneas de iluminancia según la distancia del vehículo en carretera abierta.....	70
Figura 5.5 Comportamiento del vehiculo según iluminancia	70
Figura 5.6 Contraste del vehiculo en carretera abierta y mixta con maxima iluminancia.....	71
Figura 5.7 Contraste del vehiculo en carretera abierta y mixta con el promedio de iluminancia.....	72

Figura 5.8 Contraste del vehiculo en carretera abierta y mixta con la minima iluminancia.....	72
Figura 5.9 Contraste del vehiculo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con la maxima iluminancia	73
Figura 5.10 Contraste del vehiculo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con el promedio de iluminancia	74
Figura 5.11 Contraste del vehiculo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con minima iluminancia.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Desviación estándar	17
Tabla 2-2 Especificaciones técnicas del sensor.....	18
Tabla 2-3 Características técnicas del Arduino 2560.....	19
Tabla 2-4 Características técnicas de la MacBook.....	19
Tabla 2-5 Características de la protección del sensor	20
Tabla 2-6 Especificaciones de la conexión del circuito	22
Tabla 2-7 Resultado de datos de iluminancia en horas diurnas durante 17 días.....	27
Tabla 3-1 Resultados Estadísticos De Datos De Iluminancia	32
Tabla 3-2 Análisis estadístico según la hora de iluminancia	38
Tabla 4-1 Intensidad luminosa	42
Tabla 4-2 Características de la cámara fotográfica	49
Tabla 4-3 Vehículos utilizados para la prueba de medición de luminancia.....	53
Tabla 4-4 Resultados de iluminación y luminancia	55
Tabla 4-5 Resultados de iluminación y luminancia	56
Tabla 4-6 Resultados de iluminación y luminancia	58
Tabla 4-7 Resultados de iluminación y luminancia	59
Tabla 4-8 Resultados de iluminación y luminancia	61
Tabla 4-9 Resultados de iluminación y luminancia	62
Tabla 4-10 valor de luminancia según el vehículo.....	64
Tabla 4-11 Correlación de contraste de máxima iluminación.....	64
Tabla 4-12 Correlación de contraste con media iluminación.....	65
Tabla 4-13 Correlación de contraste con mínima iluminación	65
Tabla 4-14 valor de luminancia según el vehículo.....	65
Tabla 4-15 Correlación de contraste con máxima iluminación.....	66
Tabla 4-16 Correlación de contraste con media iluminación.....	66
Tabla 4-17 Correlación de contraste con mínima iluminación	66

INTRODUCCIÓN

Las luces de circulación diurna es un sistema fundamental de iluminación en los vehículos que utilizan de forma continua durante el día, con el objetivo de mejorar la visibilidad y percepción del automotor, las mismas se encienden de forma automática mientras el vehículo se encuentra encendido o en movimiento, algunas de estas luces son de tipo LED o halógenas sin diferencia alguna ya que poseen el mismo principio de funcionamiento, según estudios realizados este tipo de luces han contribuido a la reducción del número de accidentes y hacer más visible al vehículo por el contraste visual generado con el entorno, alcanzando un mayor nivel de seguridad para los peatones y conductores en la vía.

Se pretende realizar el levantamiento de iluminación de la ciudad de Cuenca mediante el sensor de luz digital BH-1750 y tarjeta Arduino MEGA para la adquisición de datos de iluminación que permite procesar datos cuantitativos, los cuales incluyen la medición sistemática empleando el análisis estadístico, además se realizara un estudio fotométrico e individual del vehículo, mediante la velocidad de obturación y la apertura del diafragma del fotómetro, indicando la cantidad de iluminancia a diferentes distancias mediante la fórmula de ajuste de exposición, con los resultados obtenidos de la adquisición de datos precisos y sistemáticos se observará las causas y efectos mediante software estadístico, que permitan determinar el nivel de iluminación natural y el contraste vehicular con el entorno en horas diurnas.

1. PROBLEMA DE ESTUDIO

Debido a las condiciones variables de iluminación natural bajo diferentes aspectos climáticos como lluvia, neblina y ángulo de oblicuidad de la elíptica con respecto a la tierra que se produce en las primeras y últimas horas del día, se reduce el campo de visión y la distancia de percepción, tanto en conductores como en peatones, esto a su vez asciende el número de accidentes de tránsito y pérdidas humanas, ocasionadas por la falta de visibilidad vehicular en horas diurnas. Según la agencia nacional de tránsito (ANT) se estima que “al menos 23 accidentes ocurrieron por fallas en la iluminación vehicular”¹, durante el año 2016 información publicada por diario El Mercurio.

En las primeras horas del día entre las 6:00 a 10:00 AM según la publicación por diario El Mercurio, se suscitaron una serie de accidentes donde estuvieron implicados vehículos motocicletas y peatones, afirmaron con detalle “que al menos 7 accidentes se produjeron el mismo día”², además el Personal de Tránsito recomienda a los conductores de vehículos y motocicletas reducir la velocidad en la calzada mojada por cambios climáticos “el vehículo podría resbalar en la calzada ante maniobras, además la visibilidad es reducida”³

¹ Noticia Diario El Mercurio
[//www.elcomercio.com/actualidad/consejos-evitar-accidentes-transito-lluvia.html](http://www.elcomercio.com/actualidad/consejos-evitar-accidentes-transito-lluvia.html)

² Noticia Diario El Mercurio
[//www.elmercurio.com.ec/529553-accidentes-simultaneos-en-calzada-mojada-por-lluvia/](http://www.elmercurio.com.ec/529553-accidentes-simultaneos-en-calzada-mojada-por-lluvia/)

³ Noticia Diario El Mercurio
[//www.elmercurio.com.ec/529553-accidentes-simultaneos-en-calzada-mojada-por-lluvia/](http://www.elmercurio.com.ec/529553-accidentes-simultaneos-en-calzada-mojada-por-lluvia/)

2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es importante debido que se desea realizar el estudio del levantamiento lumínico de la ciudad de Cuenca en diferentes aspectos climáticos, mediante técnicas fotométricas con el propósito de conocer el nivel de iluminación natural y percibir la luminancia que tiene el vehículo con el entorno, contribuyendo a determinar la influencia del sistema de iluminación diurna en la seguridad activa de los vehículos de la ciudad, con la posibilidad de minimizar riesgos de accidentes en la vía pública. El efecto positivo de las luces de circulación diurna incrementa el contraste visual entre los vehículos dado por el color que el mismo posea con su entorno aumentando su visibilidad, también provocan la estimación del aumento de la distancia que recorre y la detección de la velocidad, permitiendo a los conductores ver y ser vistos, teniendo mayores márgenes de seguridad en adelantamientos o cambios de carril y giros en la vía pública.

Con el análisis comparativo de las variables de estudio servirá para determinar la influencia de las luces de circulación diurna como medio de seguridad activa vehicular, como por ejemplo se ha dado “en países de la Unión Europea el uso de las luces de circulación diurna hoy en día han logrado reducir un 5% de accidentes en circulación de carretera y un 8% en circulación en la ciudad lo que aseguran que son útiles para la seguridad vial.”⁴

⁴ FITSA Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil
[//espacioseguro.com/fundacionfitsa0/admin/_fitsa/archivos/publicaciones/0000022/08-Lucesdiurna.pdf](http://espacioseguro.com/fundacionfitsa0/admin/_fitsa/archivos/publicaciones/0000022/08-Lucesdiurna.pdf)

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Analizar el nivel de luminosidad mediante técnicas de adquisición de datos y fotométricas para la determinación de la influencia del sistema de iluminación diurna en los vehículos de la ciudad de Cuenca.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento lumínico de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de adquisición de datos para la medición del nivel de iluminación diurno.
- Desarrollar el estudio de luminancia vehicular mediante técnicas fotométricas en diferentes condiciones de distancia e iluminación diurna para la determinación de la visibilidad del vehículo con el entorno.
- Evaluar los resultados del estudio fotométrico mediante estadística descriptiva para la validación de la información obtenida.
- Interpretar los datos obtenidos mediante análisis comparativo de las variables de estudio para la determinación de la influencia de las luces de circulación diurna como medio de seguridad activa vehicular.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se da a conocer sobre las luces de circulación diurna en los vehículos, sus referencias históricas que ha tenido a lo largo del tiempo en países de la Unión Europea y Norteamérica, sus respectivas normativas por las que se rigen en cuanto a su diseño, homologación e instalación, además se describe modelos y su importancia permitiendo mejorar la visibilidad, con la finalidad de determinar la influencia del sistema en los diferentes tipos de vehículos.

1.1 Referencia histórica de las luces de circulación diurna

La historia de las luces de circulación diurna se origina en los países del norte de Europa debido a su condición geográfica y de lugares con falta de luminosidad durante el día por aspectos climáticos en gran parte del año.

En el año de 1972 en países de Europa se exigió a los conductores de los vehículos a encender las luces de los vehículos durante el día, exclusivamente fuera de las ciudades y en meses de invierno, en el año de 1988 Suecia y Noruega a la par deciden implementar el encendido de las luces diurnas y Dinamarca en el año de 1990, finalmente en el año de 1997 en Finlandia se exige a permanecer encendidas las luces durante todo el año y en todas las vías, donde se encuentre en marcha el vehículo. Esto a la vez permite a los fabricantes de vehículos siendo las marcas Volvo y Saab en construir e implementar sin descargas en la batería luces automáticas de circulación diurna sincronizadas con el arranque del motor del vehículo.

En lo que se refiere a Norteamérica se resume a continuación:

- En el año de 1987, el instituto de seguros para la seguridad en las carreteras (IIHS), planteo a la administración nacional de seguridad del tráfico en las carreteras (NHTSA), establecer un estatuto sobre el uso de los sistemas de iluminación diurna, pero esta fue negada. (FITSA, 2018).

- En el año de 1990, se solicita un nuevo estatuto a (NHTA), sobre las instalaciones opcionales de las luces de conducción diurna en los automotores, General Motor consigue esta aprobación después de dos años. (FITSA, 2018).
- En el año de 1993, da inicio los acoplamientos de las luces de conducción diurna en todos los vehículos de General Motor, además este sistema ya viene incorporado en todos los modelos de los vehículos desde el año de 1997. (FITSA, 2018)
- En el año de 1998, la administración nacional de seguridad del tráfico en las carreteras (NHTSA), decide disminuir la intensidad de las luces de conducción diurna, por motivos de deslumbramientos durante el día por varias quejas de los conductores. (FITSA, 2018).
- En el año 2001, nuevamente se solicita una ley a (NHTSA), obligar a todos los vehículos nuevos incluir las luces de conducción diurna, General Motor aun no consigue que esta ley sea aprobada. (FITSA, 2018).

En la Unión Europea con la obligación de las luces de conducción diurna, durante un accidente de tránsito en horas del día, se podría evitar un 24,6% de muertos como también un 20% de personas heridas y una disminución en pérdidas de materiales, se podría decir que en el año de 1997, hubiese podido evitar 5500 muertos y 155000 heridos anualmente en diferentes vías de la Unión Europea. (Andrés Aparicio Salazar, 2007).

Según resultados y el análisis estadístico de los efectos de las luces de conducción diurna tiene una estimación estadística, sobre las victimas en los accidentes de tránsito, con un 95% de probabilidad, se da a conocer que el 20,1% de víctimas fueron evitas de las colisiones vehiculares, en la Unión Europea con la obligación de utilizar las luces de circulación diurna será superior al 12,7% y menor que el 28%, esto significa que se podría evitar más de 100.000 y menor a 215.000 accidentes de tránsito anuales. A demás se podría evitar el 12,4% de accidentes múltiples en las

horas diurnas, dando como un resultado de 740.000 accidentes evitadas. (Andrés Aparicio Salazar, 2007).

1.2 Normativa y reglamentos sobre luces de circulación diurna

En la Unión Europea a nivel de normativas y reglamentos se encuentran vigentes la ECE R48 y ECE R87, acerca de las luces de circulación diurna, mientras que en el Ecuador está vigente, la Normativa Técnica Ecuatoriana 1155:2009 y el Reglamento A La Ley De Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, aplica a los dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad del vehículo.

1.2.1 Normativa Europea

Con la intención de incrementar la seguridad y disminuir accidentes de tránsito en las vías, la Comisión Europea ha integrado normativas sobre las luces de circulación diurna, dictando que todo tipo de vehículo nuevo a partir del año 2011 debe tener instalado dichas luces, su ubicación correcta en la parte delantera del vehículo, cumpliendo normas y reglamentos, Comisión Económica para Europa (ECE R87 y ECE R48). (R48, 2016).

Reglamento ECE R48

El siguiente reglamento dicta sobre las “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa” (R48, 2016).

Esta normativa define a la luz del día dedicada a gestionar las luces que se requieren para todos los nuevos vehículos, desde el mes de febrero del año 2011 esta en marcha la obligación de la homologación de las luces diurnas en los diferentes vehículos de la siguiente categoría: (R48, 2016).

- Categoría M1: Vehículos de ocho asientos además del asiento del conductor, dedicados al transporte de personas.
- Categoría N1: vehículos con un peso máximo que no exceda de 3.5 toneladas, y destinadas al transporte de carga.

Para vehículos de fabricación inferior a esta fecha y de otras categorías, la instalación de las luces de circulación diurna se ha tomado de manera opcional dependiendo de la decisión del propietario del automotor. (R48, 2016).

Reglamento ECE R87

El reglamento N° 87 da a conocer sobre las “Prescripciones uniformes sobre la homologación de las luces de circulación diurna de los vehículos de motor” (R87, 2009).

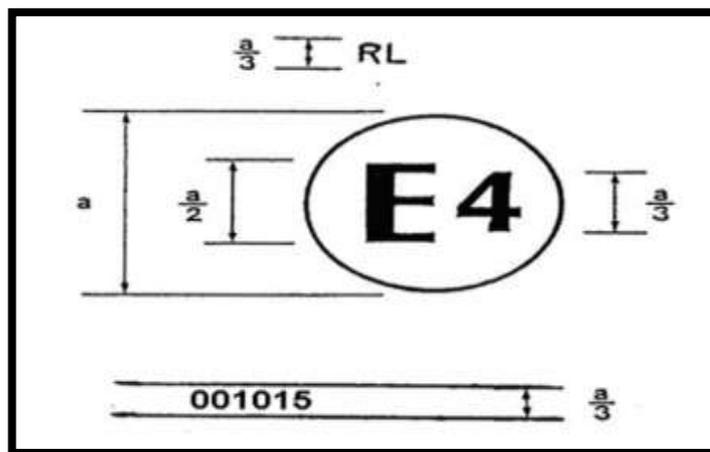


Figura 1.1 Modelo y marcas sobre homologación
Fuente: (R87, 2009)

Todas las luces de conducción diurna que lleven marcado (E4) acompañado con la serie de 001015, han sido homologados en los países bajos, garantizando que se ha cumplido con los requisitos necesario según el reglamento en su forma original. (R87, 2009).

1.2.2 Normativa ecuatoriana

NTE INEN 1155:2009

La Norma Técnica Ecuatoriana 1155:2009, los vehículos deben tener incorporados todos los dispositivos mínimos de alumbrado y señalización luminosa, para que los conductores y peatones puedan visualizar la presencia del vehículo que circulan en el área. (NTE1155, 2009).

Reglamento a ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial (RTTTSV)

En el capítulo V del reglamento a la ley de transporte terrestre y seguridad vial, dicta de los dispositivos para mantener y mejorar la visibilidad.

Todos los sistemas de iluminación de los diferente modelos y tipos de vehículos deben cumplir con todas las especificaciones establecidas en la norma técnica ecuatoriana tales como tamaño, ubicación y cantidad luminosa. (RTTTSV, 2012).

En el (RTTTSV) del capítulo V, nos indica lo siguiente “**Art. 185.**- Todo vehículo deberá llevar sus luces encendidas, entre las 18h00 y las 06h00 del día siguiente y, obligatoriamente, entre las 06h00 y las 18h00 si las condiciones atmosféricas (neblina, lluvia,) lo exigen” (RTTTSV, 2012).

1.3 Características de las luces de circulación diurna

Los sistemas de iluminación diurna son representados por las letras LCD (luces de conducción diurna) esta luz no tiene el propósito de alumbrar la calzada ni la vía por donde circula el vehículo, su objetivo es hacer más visible al vehículo para que los demás, ciclistas, conductores y peatones puedan percibir la presencia del mismo, esta luz resulta importante porque permite ver y ser visto evitando una colisión vehicular.

La luz diurna es visible a una distancia de 240 metros, si el alumbrado público es intenso o a su vez la luz natural es mayor puede reducirse a la mitad esto puede depender mucho del color y tipo de vehículo.

ECE R87 se especifica las características que debe tener en cuenta para la instalación de las luces de circulación diurna en un vehículo, entre las que se puede destacar que se describe a continuación.

Presencia

- Son obligados en los vehículos de motor, menos en los remolques.
- Los vehículos deben de tener dos luces de circulación diurna.

Color

- El color de esta luz es de color blanco.

Ubicación

- Ancho: Entre la luz de circulación diurna derecha e izquierda de borde a borde inferior debe de tener como mínimo 600 mm, si la máxima anchura del vehículo es de 1.30 metros o menos, esta distancia se reduce a 400 mm
- Altura: Esta luz se puede instalar a una altura máxima tomada desde el suelo es de 1500 mm y mínimo como 250 mm.

Visibilidad geométrica

- Horizontal: Está regulada a un ángulo de 20 grados hacia el exterior y 20 grados hacia el interior.
- Vertical: Hacia arriba se debe colocar a un ángulo de 10 grados y hacia abajo 10 grados.

Orientación

- Esta colocado en la parte frontal del vehículo.

En la figura 1.2 se indica las dimensiones para ubicación e instalación de las luces de circulación diurna según el reglamento indicado.

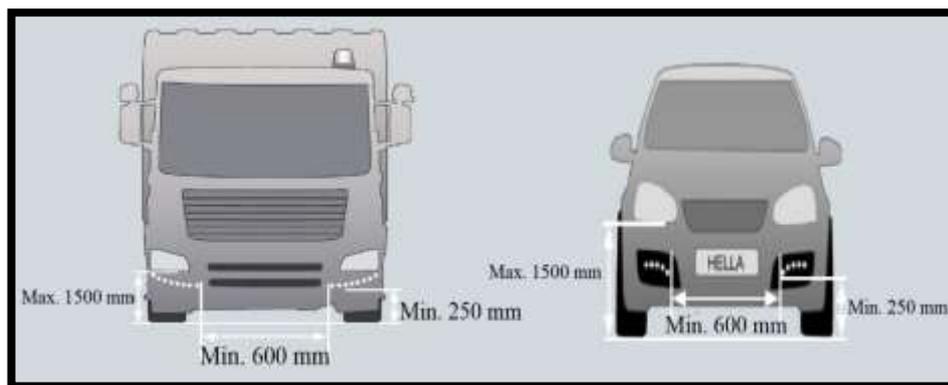


Figura 1.2 Dimensiones para instalaciones de LCD

Fuente: (Hella, 2018)

1.4 Modelos de luces de circulación diurna

1.4.1 LEDayFlex

Estas luces de circulación diurna están compuestas de dos cadenas modulares precableadas de 5 a 8 módulos lumínicos de forma redonda con dos cajas electrónicas para el mando de las luces, además este sistema está compactado a una red mediante un conector AMP de 3 polos. (Hella, 2018).



Figura 1.3 LEDayFlex

Fuente: (Hella, 2018)

1.4.2 LEDayFlex II

Es un sistema de cadena modulares flexible que están unidos entre sí, de forma rectangular con 5 y 6 módulos lumínicos que tiene una variedad de configuración según sea necesario. (Hella, 2018).



Figura 1.4 LEDayFlex II
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.3 LEDayLine 15° y 30° con una estructura muy compacta

Con estas luces de circulación diurna el vehículo es visto con mayor facilidad mientras esté en marcha, aumentando la seguridad tanto en peatones y usuarios, porque tiene una inclinación de instalación de 15 a 30 grados, las ventajas de estas luces son conocidas por el mínimo consumo de energía y por su sencillo montaje. (Hella, 2018).



Figura 1.5 LEDayLine 15° y 30°

1.4.4 LEDayLine

Consiste las luces de circulación diurna con un relé integrado con una carcasa de color negro y la facilidad de colocar en el faldón delantero a demás son de alta potencia para conseguir un extra en seguridad y estilo, son de 5 LED cada uno con

conector AMP, su consumo de potencia es de 8 W, con un peso de 260 gramos. (Hella, 2018).



Figura 1.6 LEDayLine
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.5 Luces diurnas de forma redonda

Las luces diurnas redondas poseen un relé integrado que facilitan el montaje ya sea de forma vertical o suspendido en el faldón delantero, su consumo de potencia es de 5.5 W cuenta con un conector AMP y un peso de 390 gramos. (Hella, 2018).



Figura 1.7 Luces de circulación diurna redondas
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.6 Luz diurna con luz de posición LED

La luz diurna y luz de posición son lámparas incandescentes de larga vida y de tarjeta LED, la colocación de estas luces es de manera sencilla que incorpora una lámpara incandescente P21W 12V de larga vida. (Hella, 2018).



Figura 1.8 Luz diurna con luz de posición
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.7 Luces diurnas FF 40

Estas luces son precisamente para zonas estrechas de montaje, son de lámpara P21W con soporte para el anclaje con un peso de 280 gramos.



Figura 1.9 Luces diurnas FF 40
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.8 Luces diurnas con diseño transparente

Luces diurnas para montaje en la parte delantera puede estar suspendido o alojado cuentan con una lámpara de 12V/16W, con peso de 105 gramos



Figura 1.10 luces diurnas con diseño transparente
Fuente: (Hella, 2018)

1.4.9 Módulo 90 mm H15 faro de largo alcance y antiniebla con luz de conducción diurna

Este tipo de modulo son utilizados para empotrar en el faldón delantero del vehículo, además este módulo incorpora un reflector de alta precisión de luz diurna, con el objetivo de conseguir una iluminación optima y un efecto de percepción excelente. (Hella, 2018).



Figura 1.11 Faro de largo alcance con luz diurna y antiniebla
Fuente: (Hella, 2018)

CAPITULO II

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACION DIURNA DE LA CIUDAD DE CUENCA

En el presente capítulo se realiza el levantamiento de iluminación de la ciudad de Cuenca en horas diurnas de 6:00 Am a 18:00 Pm, se determina la cantidad de días necesarios según el tamaño de la muestra, con la finalidad de obtener datos de iluminancia (Lx) en intervalos de tiempo y el lugar de la ubicación de la toma de muestras, mediante el método de adquisición de datos (DAQ), con su respectiva programación y materiales utilizados.

2.1 Medidas para el cálculo de la muestra

2.1.1 Tamaño de la muestra

Se conoce como la conjunto de respuestas completas que una encuesta recibe en función a el tamaño de la muestra, es conocido como muestra a lo todo lo que representa una parte de un grupo o población, para el cálculo del tamaño de la muestra se debe tomar en cuenta los siguientes términos: (Arrondo, 2013).

2.1.2 Tamaño de la población

Es interpretado como la cantidad total de elementos de un grupo o fenómeno de interés de estudio donde se ve involucrado para el inicio de la encuesta donde se intenta llegar. (Arrondo, 2013).

2.1.3 Margen de error

Es un porcentaje el cual demuestra que tanto se acerca la respuesta que se obtiene de cada muestra de la realidad en la población de estudio.

Al utilizar un sensor de luz digital con un conversor ADC la señal captada se vuelve más pura con un error en la medición mínimo, para el cálculo el margen de error es del 2%. (Arrondo, 2013).

2.1.4 Nivel de confianza

En esta investigación se utiliza un nivel de confianza de un 95% por lo que nos encontramos en una investigación de campo. (Arrondo, 2013).

2.1.5 Desviación estándar

Es un índice numérico de la dispersión del conjunto de datos, mientras mayor es la desviación estándar incrementa la cantidad de la dispersión de la población. Se conoce a la desviación estándar con la letra Z siendo la cantidad de desviaciones que se aleja de la media y a la vez va en función al porcentaje del nivel de confianza. (Survey, 2018).

Tabla 2-1 Desviación estándar

Nivel de confianza	Desviación estándar Z
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Fuente. (Survey, 2018)

2.2 Materiales para la adquisición de iluminancia

2.2.1 Sensor de Luz BH-1750

El sensor BH-1750 tiene un conversor analógico digital de 16 bit, la cual nos entrega datos de iluminancia en unidades de lux lumen /m², son muy utilizados por la sensibilidad aparentando a la luz del ojo humano además tiene una intensidad de luz ambiente. (Ventura, 2016).

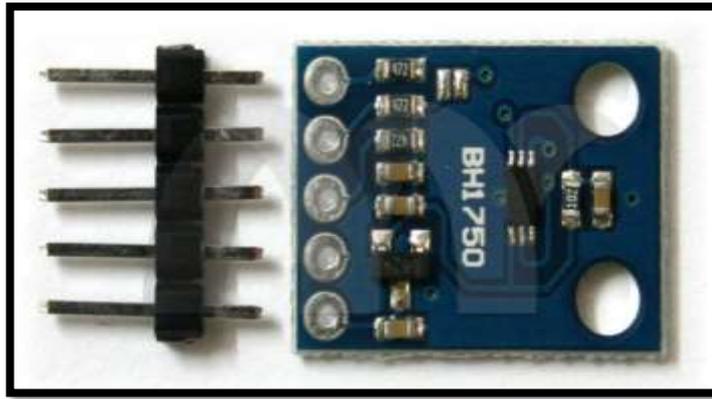


Figura 2.1 Sensor digital BH1750

Tabla 2-2 Especificaciones técnicas del sensor

Denominación	Valor
Voltaje de operación	3V – 5V
Interfaz digital	I2C
Mediciones de iluminancia	Convierte de resultado a digital.
Rango de medición	1 - 65535 lux.
Rechazo de ruido	50/60 Hz.

2.2.2 Arduino MEGA 2560

Para el proyecto de investigación es utilizado una placa Arduino Mega 2560 que permite la comunicación autónoma entre la computadora y el sensor a través del puerto serial conversión a USB, mediante un lenguaje de programación. (Arduino, 2018).

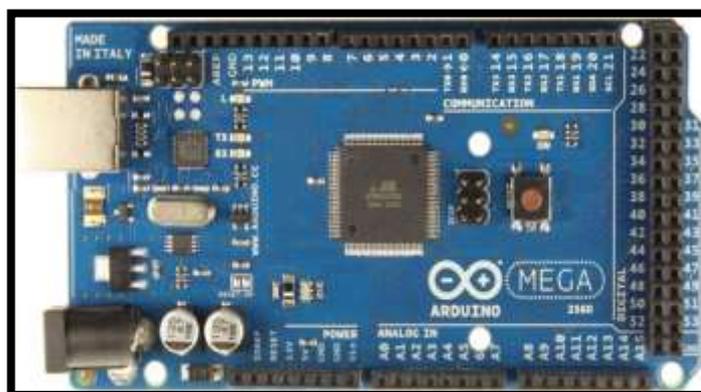


Figura 2.2 Arduino Mega 2560

Tabla 2-3 Características técnicas del Arduino 2560

Denominación	valor
Microcontrolador	AT mega 2560
Voltaje de entrada	7 – 12 V
Pines Entrada/Salida	54 pines digitales.
Entradas análogas	16
Memoria flash	256 kB
Velocidad	16Mhz.

2.2.3 Computadora

La computadora con software programable es la encargada de controlar el procesamiento, visualización y almacenamiento de los datos medidos, mediante la operación que realice el dispositivo DAQ según sea su aplicación.



Figura 2.3 Computadora MacBook

Tabla 2-4 Características técnicas de la MacBook

Denominación	valor
CPU	Intel Core i7 a 2.5Ghz
RAM	16 GB a 1600 Mhz
Almacenamiento	512 GB
Grafica	AMD Radeon R9
Conexiones	2 x USB 3.0 2 x Thunderbolt 2
Conectividad	Wifi ac. BT 4.0

2.2.1 Cúpula transparente

Es un cristal fino de forma redonda es utilizada para la protección del sensor en condiciones de lluvia.



Figura 2.4 Cristal para protección del sensor

Tabla 2-5 Características de la protección del sensor

Denominación	valor
Dimensiones	3 x 3 cm
Espesor	0.5 mm
Material	Vidrio transparente

2.3 Métodos

2.3.1 Esquema de adquisición de datos (DAQ)

La técnica de adquisición de datos data acquisition (DAQ), se encuentra presente para la medición de varios fenómenos físicos o eléctricos en tiempo real, este tipo de sistema tiene muchos beneficios para el investigador al obtener datos por un captador, los mismos son procesados de forma rápida y confiable, generando conectividad entre el fenómeno de estudio y procesador permitiendo tener visualización en pantalla, creando bases de datos para el análisis respectivo del investigador se encuentra conformado por tres elementos principales para el funcionamiento del mismo que se detallan a continuación en la figura 2.5. (Instruments, 2018).



Figura 2.5 Partes de un sistema DAQ

Fuente: (Instruments, 2018)

2.3.2 Programación en Arduino

El software Arduino es utilizado para programar, con el objetivo de obtener datos de iluminancia de la ciudad de Cuenca, a continuación, se indica el código aplicado para la adquisición de muestras de Lux.

```
*1 minuto = 60000ms
*x minutos = x*60000ms
include <Wire.h>
include <BH1750.h>
BH1750 Luxometro;
//int minutos = 0.5;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Inicializando sensor...");
  Luxometro.begin(BH1750_CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE); //inicializamos el sensor
}
void loop()
{
  uint16_t lux = Luxometro.readLightLevel();//Realizamos una lectura del sensor
  Serial.print("Luz(iluminancia): ");
  Serial.println(lux);
  Serial.println(" lx");
  delay(x*60000)
}
```

2.3.3 Conexiones sensor y Arduino

Las conexiones entre el sensor y el Arduino es muy sencillo, simplemente alimentamos el modulo desde el Arduino mediante 5 voltios y masa GND y el pin del sensor SDA al Arduino SDA 20, por ultimo SCL al Arduino SCL 21.

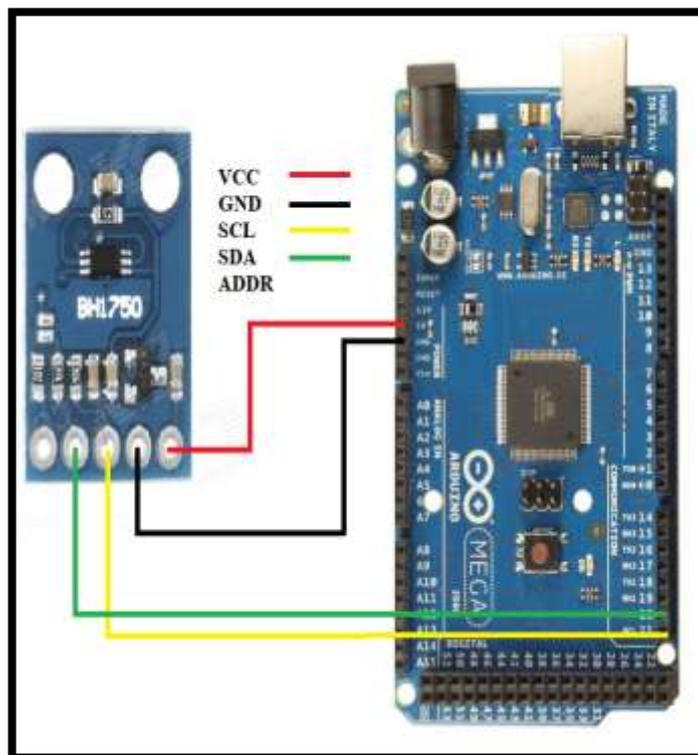


Figura 2.6 Circuito de adquisición de iluminancia

Tabla 2-6 Especificaciones de la conexión del circuito

Denominación	Valor
VCC = Alimentación voltaje	5 V
GND = Masa	Negativo (-)
SCL = Contador	Reloj del sistema
SDA = Transmisor	Señal

2.4 Procedimiento para la adquisición de datos

En la figura 2.7 se muestra el flujograma del procedimiento para la adquisición de datos de iluminancia de la ciudad de Cuenca.

1. Realizar las conexiones del sensor, Arduino y pc, para la adquisición de datos de iluminancia, aproximadamente a las 5:30 Am.
2. Encendido de los equipos para toma de muestra de iluminancia.
3. En caso de ser a las 6:00 Am inicia con la toma de muestras, en el caso de ser antes sigue con el proceso de espera hasta la hora de inicio de adquisición de datos.
4. Si son más de las 18:00 finaliza con la toma de muestras, en caso contrario sigue receptando datos.
5. A partir de las 18:00 genera una hoja de datos, la cual indica muestras de iluminancia en intervalos de 5 minutos cada muestra.
6. Una vez guardada la información de iluminancia, se repite el ciclo durante 17 días consecutivos, fin del proceso

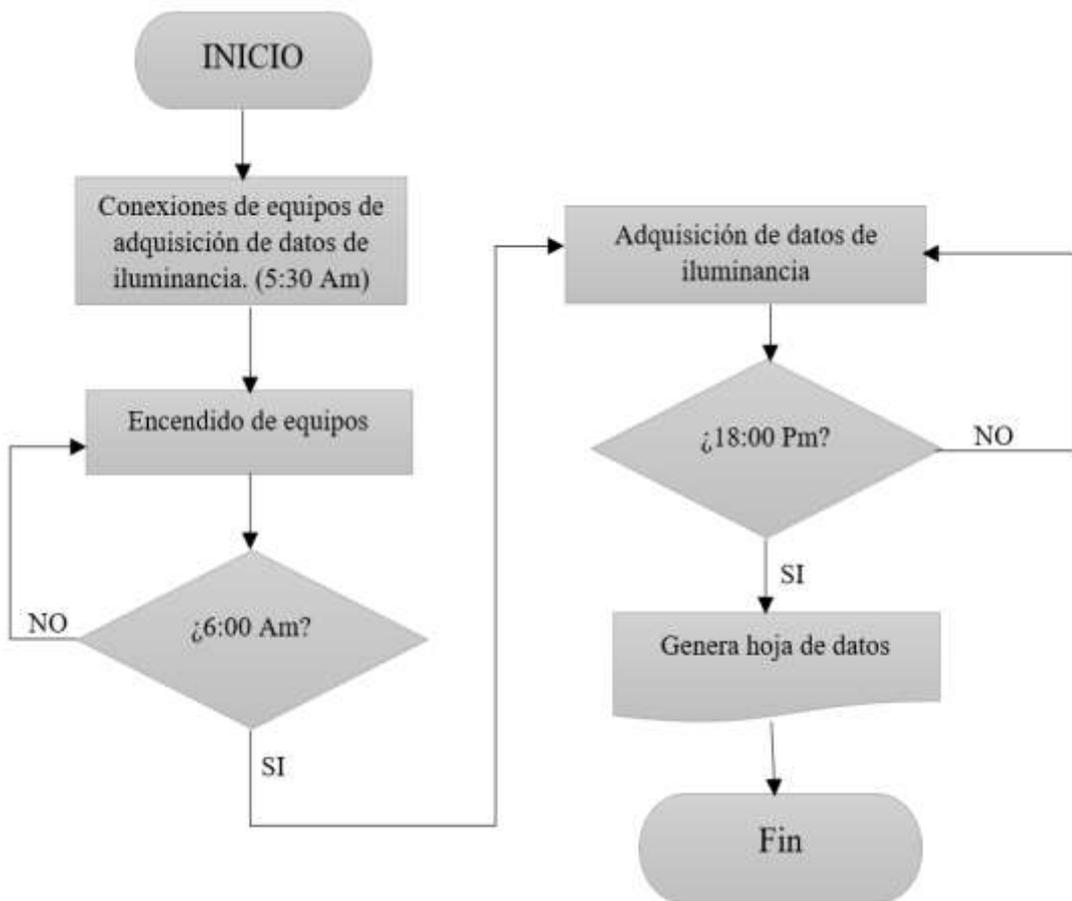


Figura 2.7 Flujograma del proceso para la adquisición de muestras de iluminancia

2.4.1 Cálculo del tamaño de la muestra

Al ser el levantamiento lumínico de la ciudad de Cuenca se toma como el tamaño de la población a la superficie de la ciudad de 70.59 km² o 70590000 m².



Figura 2.8 Superficie de la ciudad de Cuenca

Fuente: (Map, 2018)

El tamaño de la muestra se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

[1]

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población con valor constante de 0,5.

Z = 95% (0.95) es igual a 1,96.

e = Error muestral 2% (0.02).

Aplicando la ecuación 1 y reemplazando los valores se obtiene el tamaño de la muestra como dicta a continuación.

$$n = \frac{(70590000)(0.5)^2(1.96)^2}{[(70590000 - 1)(0.02^2)] + [(0.5^2)(1.96^2)]}$$

$$n = 2400.9183$$

$$n \approx 2401$$

El resultado del tamaño de la muestra da un resultado de 2401 datos esto equivalente a 17 días teniendo un total 2465 muestras tomadas de en horas diurnas de 6:00 am, a 18:00 pm, divididas en intervalos de 5 minutos en la toma de cada muestra.

2.4.2 Ubicación del sensor

En cuanto al lugar geográfica del sensor de luz para lograr obtener lecturas buenas se procede a la instalación del mismo de forma fija a una altura de 7.50 metros en horas diurnas, con relación a todos los puntos cardenales, en la calle Juan León Mera entre las calles Juan José Flores y General Eloy Alfaro.

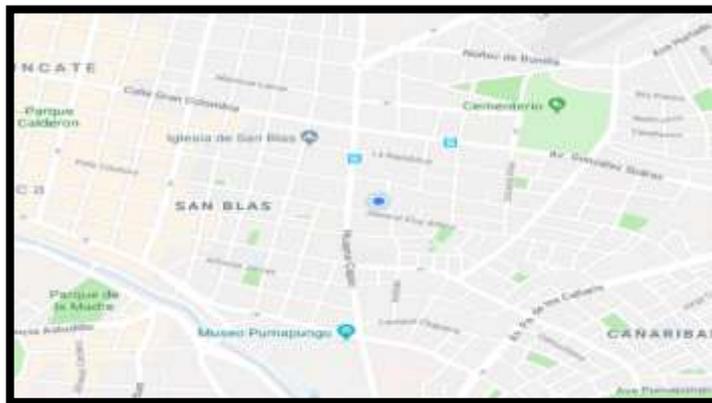


Figura 2.9 Ubicación del sensor de luz en la ciudad de Cuenca

Fuente: (Map, 2018)

2.4.3 Obtención de datos de iluminancia

Después de haber calculado el tamaño de la muestra se pone en marcha el sensor BH-1750 durante 17 días seguidos en intervalos de 5 minutos durante horas diurnas de 6:00 a 18:00 horas, la toma de muestras de iluminancia se realizó el día lunes 8 de enero hasta el 24 de enero del 2018.

Se obtiene las siguientes muestras indicadas a continuación en la tabla 2-7.

Tabla 2-7 Resultado de datos de iluminancia en horas diurnas durante 17 días

HORA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17
6:00	3	4	3	5	12	9	7	14	11	19	22	10	13	9	7	18	15
6:05	10	17	11	8	22	33	29	60	45	67	75	15	18	35	19	76	69
6:10	40	65	24	29	75	93	85	194	128	175	150	34	28	97	25	185	126
6:15	54	160	49	90	207	261	112	403	279	367	293	79	47	115	78	305	238
6:20	87	325	97	195	440	529	351	653	453	601	598	157	58	376	94	415	405
6:25	123	464	146	360	769	817	520	1046	843	1108	1250	298	187	523	116	652	630
6:30	168	1025	236	716	1236	1353	985	1457	1243	1352	1487	350	247	976	197	956	820
6:35	581	1825	590	1309	1785	2137	1120	2240	1501	2920	1863	673	571	1160	295	1170	1433
6:40	567	2133	595	2095	2221	2960	2320	3433	1800	3834	2900	1365	707	2339	452	1562	2520
6:45	1310	2603	998	2668	2603	5364	4560	3702	2260	3659	3784	2456	964	4579	597	2217	3336
6:50	2498	3050	879	3446	3174	9171	5682	4531	2370	3589	3897	2978	1079	5797	1355	3558	3512
6:55	2781	4089	954	3749	3458	8455	7821	5101	2946	3805	4182	5464	1378	7988	2477	3014	3911
7:00	3770	4468	1539	4448	3704	6183	9854	6906	3875	4245	4682	7955	1580	9994	3966	3695	5015
7:05	3634	4559	1778	5999	4190	4313	10269	6484	5200	6241	5796	8144	1782	10344	5069	4530	6129
7:10	5526	3932	2906	7746	7961	13836	12585	7345	8106	16373	6842	9055	2876	12765	7851	3980	5183
7:15	4830	5276	3625	8260	13630	18885	13152	7896	15022	11879	1086	1022	3587	13338	8567	7219	4932
7:20	6056	6344	3848	9970	17439	20087	15407	8480	18657	25852	11567	13730	4672	14998	9533	8684	8829
7:25	4682	5780	2822	10765	19506	24226	15551	9335	18676	14574	10789	17477	5040	15644	9922	8028	11512
7:30	5001	7031	2588	12190	21415	25818	16128	12372	16995	33330	12215	18722	6987	16794	10245	6217	10469
7:35	4663	6943	3141	13774	22135	19953	16359	12350	20037	18400	13843	19878	8976	16933	10344	9770	8774
7:40	5105	7081	3733	14510	25507	21627	17123	14333	14951	17753	14621	21467	10598	17244	10743	10544	9616
7:45	6829	9155	4760	14388	26168	25599	17580	13333	22780	42987	14789	21687	12644	17699	11011	10127	8317
7:50	11048	6803	5433	29608	27087	25156	18321	16319	26700	45605	29653	21890	14877	17901	11577	9910	8506
7:55	10041	7366	6940	23236	31228	30462	18537	17320	31565	45459	23356	25599	15479	18576	12355	10988	9930
8:00	8960	8114	11438	22455	32516	31540	19254	17100	38835	27506	22544	27799	15983	18825	13598	15069	13269
8:05	10964	10696	11268	32481	34270	9092	19578	19723	40975	49563	32425	31338	16847	22582	14284	12799	13600
8:10	13609	12909	9437	26128	37457	11715	20159	21413	40765	51241	26185	30243	30134	21988	18805	12200	15094
8:15	15290	15022	5996	43860	40758	18575	20235	24959	42220	37384	43781	9876	21462	22905	20349	12859	23125
8:20	15452	18183	4934	38592	42272	51659	21698	31694	47775	30738	38492	12675	22977	22288	18882	15501	24485
8:25	15554	21417	6408	40844	43725	27969	21897	54612	19320	54612	40855	19465	21653	19935	27263	16464	32659
8:30	15604	53619	5624	40811	42874	23156	22256	35437	30220	54612	40872	24911	20707	36235	18703	16375	21333
8:35	15640	26886	5420	43263	45003	19780	23563	38623	30373	54612	43363	27655	27585	27513	14489	15289	16998
8:40	15873	20813	6533	52266	49814	23565	23891	49494	28239	54612	52465	25655	23517	39105	13843	14390	16369
8:45	16043	30371	5971	32188	52214	19024	24198	53304	25991	31349	32377	25988	33240	29454	12903	16185	21200
8:50	16200	28067	8050	26328	53494	23465	24594	54612	23956	54612	26487	23565	35323	26694	11744	14509	20376
8:55	16240	35838	7827	29128	54612	31214	24783	54612	18284	43425	29346	24977	35501	25809	15262	16184	21465
9:00	16315	36829	10460	30946	54612	27227	25351	54612	16821	24630	23490	27227	32300	27599	17844	17885	22253
9:05	16387	37482	13444	54612	54612	30848	25894	54612	19403	38345	20008	28993	30849	32142	22646	17818	25706
9:10	16480	37330	15409	41535	54612	24204	26349	54612	18220	41386	54612	29165	29559	34500	20900	18309	33972
9:15	16580	38390	12136	32423	54612	16713	26987	54612	22441	54612	31737	30185	29609	46247	16745	19740	27444
9:20	16670	33454	12783	28095	54612	21979	27198	54612	14423	54612	19552	30441	35609	39174	16307	21572	28437
9:25	16704	23756	14739	31728	54612	23018	27687	54612	21645	54612	19659	31267	42525	37214	19055	24268	27996
9:30	16882	28737	13474	26325	54612	27102	27985	54612	21037	54612	25246	31872	49379	28418	18480	26509	23491
9:35	17090	27044	14984	24211	54612	25621	28168	54612	23411	54612	25599	33576	51972	54612	17793	34625	15953
9:40	17350	26664	13761	21565	54612	29245	28956	54612	24087	54612	23400	33877	38225	24149	23555	33940	24315
9:45	17383	21152	13807	21740	54612	28369	29321	54612	27236	54612	18533	34766	30067	20762	23787	37148	17837
9:50	17599	38885	11340	21192	54612	25354	29892	54612	31089	54612	18026	35488	29239	17655	23131	40762	34212
9:55	17896	46559	9378	21638	54612	26215	30416	54612	31406	44258	18547	35781	37080	18912	20355	45174	54612
10:00	18090	49132	10652	19197	54612	31109	31150	54612	32292	54612	18021	35832	32987	26943	17571	36580	25894

10:05	18393	43445	11690	22365	54612	38760	31910	54612	28138	54612	15934	36233	27566	41946	16625	36903	21594
10:10	18689	54010	14769	24849	54612	41281	32960	54612	34555	54612	17420	36662	34719	44772	15579	30534	13946
10:15	19456	54612	12794	28538	54612	37702	35516	54612	38050	54612	21898	38977	28639	31248	17582	38771	9502
10:20	19605	33177	12274	34565	54612	51084	25462	54612	43340	54612	22756	39622	25180	28671	15644	47400	13258
10:25	20871	54612	14561	35199	54612	54612	32762	54612	39394	54612	18615	41581	33740	41769	12999	46295	25866
10:30	20998	34751	22077	30998	54612	35795	50659	54612	46100	54612	33821	42674	44374	31181	10113	29799	54612
10:35	21347	24829	20249	30491	54612	38235	43863	54612	53291	54612	27479	42988	28924	26298	10969	22532	29498
10:40	21740	39875	20010	27292	54612	46987	25277	54612	49969	54612	32119	43466	35881	17884	15811	14233	15504
10:45	22456	30523	25372	34803	54612	43303	39493	54612	54612	54612	32970	43773	46535	17593	22973	12056	10888
10:50	22607	19456	24771	36332	54612	54612	36869	54612	54612	47946	19600	43981	54612	18989	16752	8340	24527
10:55	22893	29515	39947	43265	54612	54612	37180	54612	54612	54612	16824	45366	32910	20275	14733	9144	31018
11:00	23013	23923	45960	39733	54612	46001	38206	54612	54612	49535	17745	47655	24586	20520	13231	13031	23250
11:05	44640	44832	37341	41640	54612	50533	35890	54612	54612	54612	39435	46476	26136	24826	13693	10087	16247
11:10	51600	44133	29769	35735	54612	54612	34525	54612	49050	54612	22605	45760	47547	26659	13823	10668	18636
11:15	34469	54612	22219	29653	54612	44668	35495	54612	54612	31886	12729	45532	51994	16845	24340	11711	24589
11:20	49108	53654	18521	36989	54612	37145	33536	54612	54612	30754	11509	44641	54612	13706	33943	9746	20742
11:25	45130	54612	13659	48548	54612	37849	42800	54612	54612	33915	14819	44576	53839	21284	46610	21497	13692
11:30	42035	54612	11522	42370	54612	54612	39732	48160	54612	23115	23081	44451	54131	47447	54612	21340	10517
11:35	40205	42107	13030	30919	54612	54612	33728	25074	40525	23865	17220	42788	47005	13141	54612	16749	20483
11:40	25454	32615	12695	34405	30105	54612	28711	54612	39491	27196	13053	40762	42905	7769	39036	14710	27052
11:45	29154	25585	10810	39111	54612	46144	25889	54612	30478	35975	32010	40211	28878	9075	28784	22662	37788
11:50	36600	29292	9576	43197	36093	49015	34276	54612	29915	33978	31910	38746	36025	7075	19539	36105	32554
11:55	54612	21455	9595	50764	36464	39921	36980	16314	53239	54612	18453	38622	29548	8698	25732	23706	36548
12:00	54612	13482	11043	37537	36330	34795	43830	54612	54612	32083	15512	38494	43329	15368	32611	33787	54612
12:05	54612	20547	12749	44186	38853	36090	29030	54612	54105	21107	11875	36583	54612	35832	47155	53289	46526
12:10	31434	22000	27161	27428	40234	32517	31075	54612	51144	19081	13692	35864	46187	40560	48695	54612	54612
12:15	35760	21789	54612	23005	37505	31192	32768	54612	54612	54612	39860	35479	38956	48633	54612	54612	54612
12:20	41423	19761	54612	20621	32649	35847	29439	54612	54612	41950	27409	32070	26421	36047	24103	45662	24943
12:25	52944	23825	54612	31669	36985	41321	25879	54612	49567	21088	33885	31872	19882	54612	23622	33723	27946
12:30	43893	24377	41920	39226	45810	28232	22678	54612	54612	27540	32047	28670	30351	54612	18206	23303	21713
12:35	15559	24623	26926	54612	54612	22863	27125	54612	54612	39545	54612	26965	19516	53781	17149	17904	31146
12:40	19196	26809	19458	37740	45102	19895	24744	54612	54612	46834	54612	25629	17870	52018	33730	16103	31536
12:45	36615	26218	22120	34490	41032	19941	22225	54612	54612	28678	54612	22974	26986	38169	48308	13252	29361
12:50	30046	22244	25467	54612	35572	28172	18476	54612	34655	45884	39591	19946	35250	41820	29332	23500	29473
12:55	49228	29079	24338	54612	35840	26827	18907	54612	44246	54612	54612	19431	37351	43515	29452	35016	41714
13:00	49855	31254	21002	54612	31784	50712	24168	54612	38508	52542	54612	16963	54612	29700	29671	51264	25887
13:05	54612	27101	17995	30460	32926	54612	31937	54612	33205	54612	35322	14871	45256	54612	31265	37272	15359
13:10	30419	20181	23338	31689	32699	51129	41135	54612	54612	22622	15655	37430	36350	32543	24516	14241	
13:15	38818	19539	39972	28108	31862	54612	37970	54612	49827	47945	30252	15201	32405	45415	35177	23478	9493
13:20	30817	18172	30536	28242	38960	44335	38075	54612	45441	36835	54612	13498	27998	33222	35692	29264	9055
13:25	18207	25104	35080	14565	52686	39722	47694	54612	30263	16640	49705	12524	28337	40475	37654	29237	8664
13:30	13777	25231	35171	12415	48555	54612	54612	54612	33725	22009	20732	13191	42043	32912	39471	28157	5191
13:35	15270	21491	40583	8674	42665	54612	54612	54612	51835	31195	14654	36570	54612	41266	34003	4949	
13:40	15510	21750	35449	24609	42931	28335	54612	54612	54612	42280	36453	15678	25866	24050	43587	39028	8635
13:45	20354	19515	23545	22321	46600	54612	54612	54612	29680	49363	54612	19099	18884	49653	45644	40543	11095
13:50	11042	19470	21569	15856	45555	39251	54261	54612	23080	43658	54612	19745	17366	20896	48063	27828	13837
13:55	6793	17732	23669	11870	46465	54612	42602	54612	16415	37291	54612	20910	44799	39210	51155	47935	12910
14:00	9092	17928	23928	54612	35550	23783	54612	54612	24188	27802	43715	20524	43455	34186	52376	54612	13019
14:05	13660	22736	18425	19450	41015	54612	20305	54612	44213	54612	29964	20393	30918	24138	52479	54612	10724
14:10	26844	17049	20731	54612	42792	45546	10567	54612	25969	54612	54612	21788	24692	28041	52479	39612	23580
14:15	30748	25361	16760	26258	38313	22636	17424	54612	25412	54612	54612	21498	26449	26594	52479	21943	17300
14:20	30652	16469	25599	54612	41583	21075	54612	54612	23690	54612	32571	23650	30348	31148	52479	16614	19483
14:25	17824	10403	39561	23321	31474	19082	31418	54612	54612	54612	28627	23853	54612	31165	52479	14041	11871
14:30	14729	8611	37209	54612	36850	17129	23397	54612	40512	47340	36070	20517	54612	33134	50455	17251	14454
14:35	13955	7974	36783	54612	27429	18673	50598	54612	20847	27968	23962	16565	45305	21173	48964	20720	11928

14:40	10560	6602	19285	16709	54612	23362	23414	54612	18274	14599	54612	17273	35260	11689	45688	20940	8666
14:45	12738	7494	31277	54612	47049	37462	22287	54612	12707	22280	26723	18475	54612	27084	42875	28645	18856
14:50	11470	9059	28372	27021	38907	23575	23183	54612	12598	54612	41809	22856	46540	24782	32766	31069	21540
14:55	15855	13162	28614	21271	29488	27650	18900	54612	23944	34770	23785	26526	39731	27129	32188	23815	25774
15:00	8946	10780	22582	54612	24986	15990	19704	54612	31176	18045	54612	31108	54612	23536	30155	17522	15839
15:05	11375	11635	24499	54612	13388	19548	22770	54612	21570	19350	54612	35369	54612	18334	31988	11975	13709
15:10	11494	12695	14276	19028	28784	12047	31478	22882	24591	37375	54612	35770	49011	16075	27955	12909	13106
15:15	11636	15072	16538	17330	49135	12510	25243	38055	25757	54612	35597	33910	34081	13998	27955	27158	13020
15:20	10625	19767	31963	53814	39315	25310	20093	44719	24250	17817	19956	26643	41672	10497	27955	16693	17616
15:25	13931	17893	20053	53596	20356	27873	17460	27662	32547	8641	19217	23000	29739	15239	27955	25204	14559
15:30	17280	15175	19934	41606	18641	21897	12215	40907	23833	11567	18875	22062	54612	20356	23443	23461	12994
15:35	52154	12676	19030	32680	23939	9274	16910	24719	14497	52295	37760	20315	54612	28652	23555	18930	11975
15:40	24310	6161	13172	44181	17284	15465	15705	25331	17469	19683	38856	24016	28568	16651	21944	11142	9745
15:45	53270	7387	16243	42872	47147	21671	8960	29538	8211	33333	37363	24139	23020	12005	20554	9075	9548
15:50	24484	8303	17373	49103	20857	20746	8415	20649	5247	20683	39180	23855	26406	10890	20133	9240	10824
15:55	13975	9406	22621	13505	19010	19458	8435	28662	4930	21895	36541	23472	25331	11335	18744	30694	18545
16:00	15427	12353	27210	33325	21422	9228	22181	7331	4963	33781	18585	21151	11848	17455	10930	22816	
16:05	14935	9045	23487	32538	22867	13553	8044	21386	8730	3096	31851	19528	17652	11869	18563	10328	14516
16:10	17750	10413	22510	32498	14171	14608	6462	23050	12843	5510	26347	20346	13820	12309	18432	14279	13582
16:15	15753	15479	25040	13143	19871	14489	7144	36581	11995	7693	12802	16188	14586	13274	15992	11971	21884
16:20	34363	14028	20965	7370	10985	15326	7643	17865	8335	7339	31066	13849	17326	14458	14348	7697	16317
16:25	35426	13530	19268	25701	8695	10527	5637	18385	8944	21567	28781	10574	17387	11266	12374	7272	14673
16:30	47011	15309	19692	23525	7064	10655	4896	19123	10083	20237	13543	10200	17200	8410	8542	8998	10360
16:35	12289	12969	17932	21482	6909	14603	8641	16099	16154	18247	14902	11554	15719	7836	6334	8575	10572
16:40	6699	11801	13528	16735	7482	13595	10145	15781	12198	16726	19249	11258	13914	6350	6258	2658	7254
16:45	8428	12232	11197	5155	16809	10650	10158	15627	9555	18925	10333	11572	12266	8018	8100	2459	5164
16:50	5151	9212	13733	4765	7254	7311	11680	14759	20855	13813	12952	10236	11972	7368	7977	3321	5570
16:55	6457	9073	9444	13178	12470	6329	10715	15297	18704	9950	9814	7744	9283	6369	5498	3460	6623
17:00	7244	7169	6449	11055	5815	5616	8442	14074	8691	8236	8531	5485	7584	5140	5299	3482	6359
17:05	4822	6323	4145	6085	4600	7065	6675	9600	8004	4906	6492	3630	7194	5637	5003	4143	4742
17:10	4073	5516	5275	6050	3185	7408	5395	10222	7483	3649	6740	3213	7315	5254	4967	7299	2595
17:15	5308	4133	6339	5557	3028	4672	4383	9999	6739	3766	4200	2583	7359	4275	4588	10907	1611
17:20	3559	3267	6789	5421	3194	4435	3718	7129	5010	4150	5544	2516	7092	3594	3785	8850	1553
17:25	3982	2971	5171	5357	3073	3766	3719	7717	4202	3575	4837	2482	6003	4100	4241	2571	1559
17:30	4186	2592	4094	4676	2731	4184	3216	4623	4079	3899	5412	2109	4744	2970	2844	3212	1619
17:35	2762	2494	4035	4280	2494	5352	2618	3724	4445	4376	4625	1827	4119	1931	1877	3659	1744
17:40	2397	3937	3524	2940	2389	5024	2528	2933	3554	3445	4418	1391	3485	1811	1633	2516	1291
17:45	3098	2896	3404	2339	2327	3111	1973	2611	1799	2470	3001	956	2260	1802	1500	2405	675
17:50	3376	2701	3290	1995	2106	2549	1590	2148	769	2460	3149	600	1735	1598	1372	2734	296
17:55	2188	1877	2019	1589	1816	1544	1125	1824	388	1804	2448	373	1534	1095	994	1873	205
18:00	1679	1712	1250	1253	1491	915	742	1518	200	908	1974	187	1023	675	653	868	263

CAPITULO III

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE ILUMINANCIA

3.1 Análisis descriptivo de iluminancia

para obtener una medición sistemática empleando el análisis estadístico como característica resaltante, obtenido por la prueba experimental para lograr determinar la influencia del sistema de iluminación diurna.

Para el análisis de iluminancia, se utiliza la estadística descriptiva para la validación de la información obtenida de la tabla 2-7, el objetivo es analizar los datos obtenidos mediante el sensor BH-1750, con estas muestras se puede determinar el comportamiento del nivel de iluminación natural y vehicular en horas diurnas.

Para este estudio se considera los datos experimentales obtenidos del mes de enero (8/01/2018 al 24/01/2018), durante 17 días según la muestra de población calcula dictada en el capítulo 2, el mismos que presentan cambios significativos en sus valores de iluminación que requieren de un análisis descriptiva que muestra a continuación en la siguiente figura 3.1.

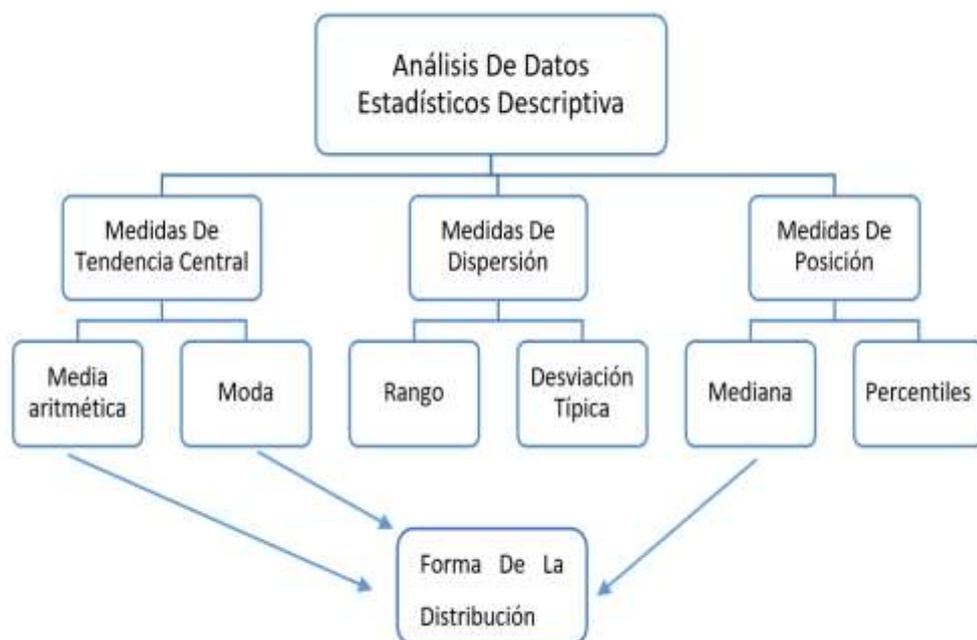


Figura 3.1 Estadística Descriptiva

En la tabla 3-1, se obtiene resultados experimentales mediante software estadístico, paquetes estadísticos para ciencias sociales (SPSS), este programa permite trabajar con grandes bases de datos, una gran capacidad de desarrollo y una sencilla interfaz para el cálculo y el análisis de resultados de iluminancia.

Tabla 3-1 Resultados Estadísticos De Datos De Iluminancia

		ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVA								
		DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6	DIA7	DIA8	DIA9
N	Válido	145	145	145	145	145	145	145	145	145
Media		18497,26	19049,71	16025,68	25963,37	31904,85	25220,50	22170,52	35829,45	26317,69
Mediana		15753,00	17049,00	13659,00	26325,00	36093,00	23465,00	22287,00	54612,00	23956,00
Moda		54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612
Desv. Desviación		14669,605	14504,159	12297,069	16602,791	19588,071	16393,447	14430,057	21372,274	17992,103
Asimetría		,993	,843	,941	,122	-,329	,334	,381	-,452	,240
Error estándar de asimetría		,201	,201	,201	,201	,201	,201	,201	,201	,201
Curtosis		,215	,046	,738	-,991	-1,342	-,879	-,438	-1,548	-1,170
Error estándar de curtosis		,400	,400	,400	,400	,400	,400	,400	,400	,400
Rango		54609	54608	54609	54607	54600	54603	54605	54598	54601
Mínimo		3	4	3	5	12	9	7	14	11
Máximo		54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612	54612
Percentiles	25	6746,00	7125,00	5797,50	12030,00	13509,00	12278,50	9541,00	15028,00	9819,00
	75	23661,50	26847,50	22979,50	38166,00	54053,00	37582,00	31448,00	54612,00	40870,00

		DIA10	DIA11	DIA12	DIA13	DIA14	DIA15	DIA 16	DIA17
N	Válido	145	145	145	145	145	144	145	145
Media		30984,70	24593,53	22008,23	26026,34	21508,39	21109,26	18549,14	16335,59
Mediana		31886,00	22756,00	21788,00	27566,00	18989,00	18025,00	15289,00	13837,00
Moda		54612	54612	31872	54612	54612	52479	54612	54612
Desv. Desviación		19918,287	16165,027	13631,458	16840,009	14683,075	15482,431	14176,095	12333,131
Asimetría		-,151	,372	-,003	,052	,508	,651	,833	1,106
Error estándar de asimetría		,201	,201	,201	,201	,201	,202	,201	,201
Curtosis		-1,491	-,761	-,968	-1,039	-,511	-,489	-,035	1,482
Error estándar de curtosis		,400	,400	,400	,400	,400	,401	,400	,400
Rango		54593	54590	47645	54599	54603	54605	54594	54597
Mínimo		19	22	10	13	9	7	18	15
Máximo		54612	54612	47655	54612	54612	54612	54612	54612
Percentiles	25	12846,00	12472,00	11563,00	12119,00	10169,00	9969,75	8457,50	8411,50
	75	54612,00	35459,50	32823,00	37390,50	31173,00	30034,00	27493,00	23370,50

Fuente: Autores.

3.2 Medidas de tendencia central

3.2.1 Análisis de los promedios de iluminancia según los días de muestreo

A continuación, se visualiza la figura 3.2, con cada uno de los valores de la media según de los diferentes días de muestreo, este resultado se considera dentro del total de muestras de iluminancia obtenías de la ciudad de Cuenca durante 17 días, obteniendo una media del total de muestras, que es de 23652.60 Lx, dando como resultado un 60 % del porcentaje acumulado.

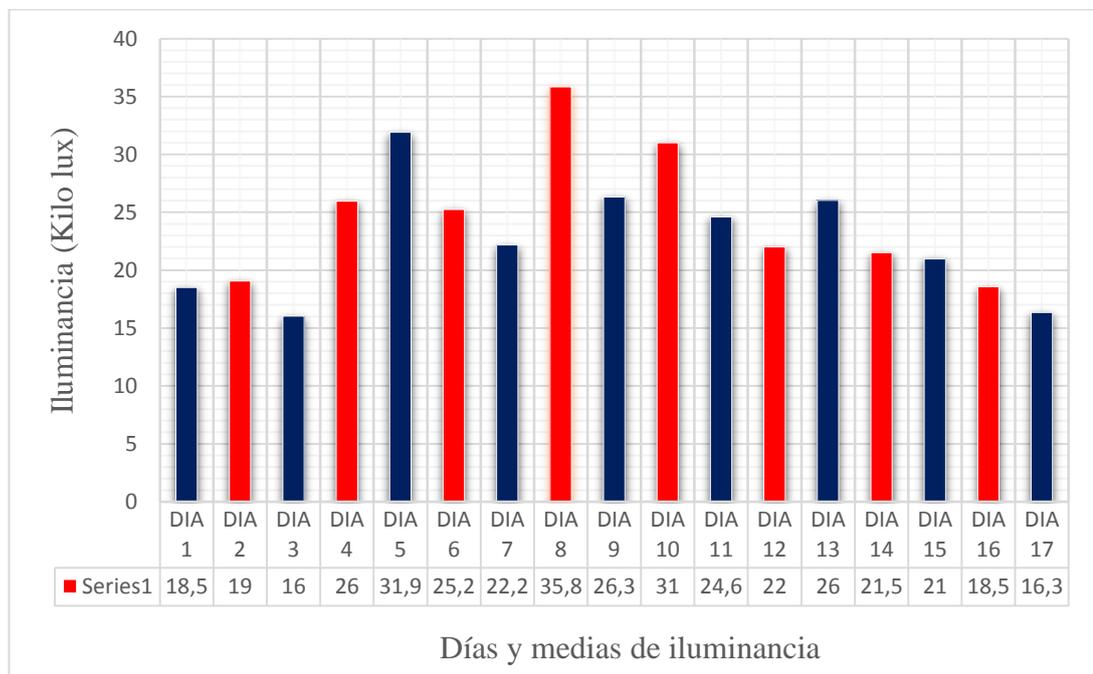


Figura 3.2 Grafica de columnas del Promedio del iluminancia

En la figura 3.2 mediante graficas de columnas se aprecia las medias que se encuentran con una mayor y menor iluminancia según los días de muestreo, para mayor detalle en la tabla 3-1, se muestran valores de cada uno de los días.

3.2.2 Análisis estadístico de la moda de iluminancia

Según los resultados la medida de tendencia central permite identificar los valores más representativos de las muestras obtenidas, en el caso del estudio las muestra que más veces se repite es el valor de 54612 lx en los días de muestro excepto el día 12

con un valor de 31872 lx obteniendo valores máximos de iluminancia durante los 17 días de recopilación de información, esto se puede apreciar en la tabla 3-1.

3.3 Medidas de dispersión

3.3.1 Análisis del rango de las muestras de iluminancia

La muestra fue de 145 datos de iluminancia durante el día, divididas entre 5 minutos cada muestra iniciando a las 6:00 hasta las 18:00 horas, en este muestreo da como resultado un rango con una diferencia de 19 Lx de los restos de días.

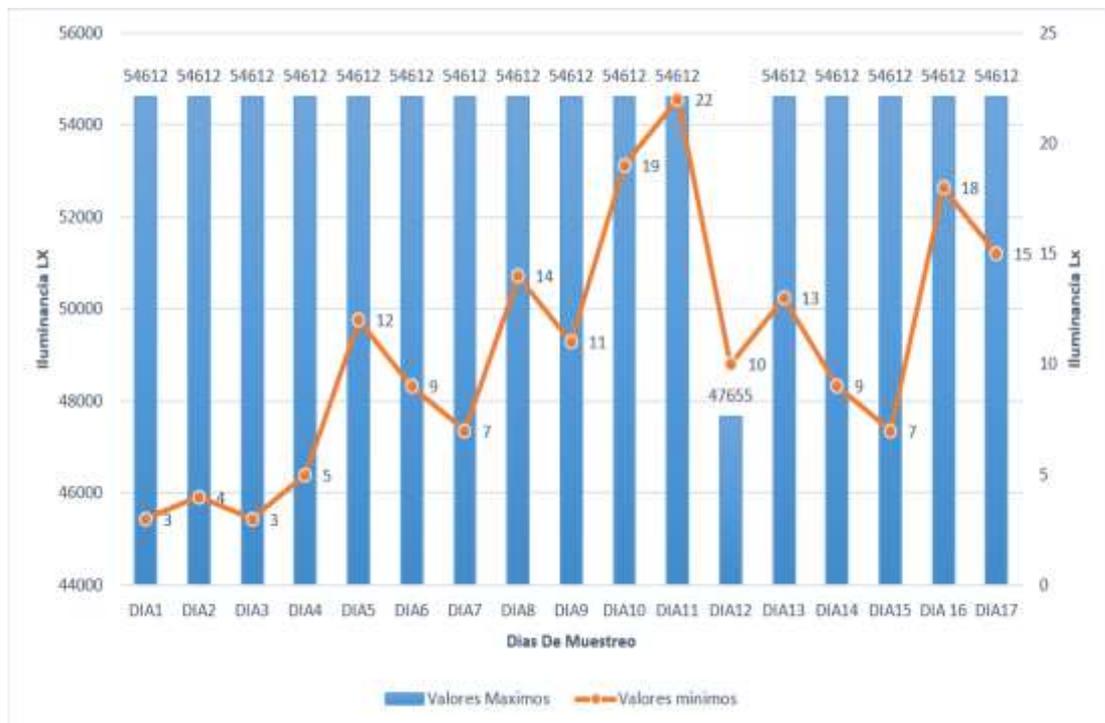


Figura 3.3 Grafica de columnas y líneas de valores mínimos y máximos de iluminancia

3.3.2 Análisis de la desviación estándar de las muestras de iluminancia

En la figura 3.4 se muestra el diagrama de columnas de la desviación estándar esta indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media calculada, mientras mayor sea la desviación estándar mayor será la dispersión de las muestras o viceversa, los ejes de la abscisas y ordenadas están distribuidas según la figura indicada.

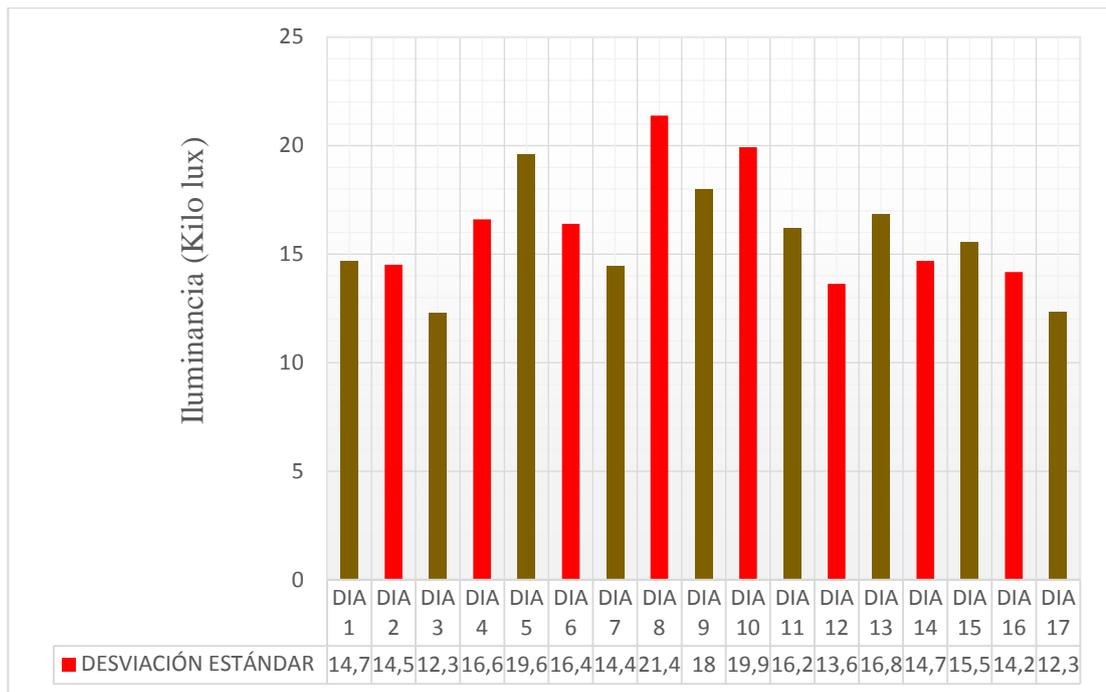


Figura 3.4 Proyección De La Desviación Estándar.

3.4 Medidas de posición

3.4.1 Análisis de la mediana de las muestras de iluminancia

En la figura 3.5 se aprecia cada uno de los valores de la mediana estos valores son las muestras centrales de los 145 datos obtenidos durante un día por ser datos impares la mediana con esta medida podemos identificar el valor que se encuentra en el centro de los datos, es decir, nos permite conocer el valor que se encuentra en la mitad de los datos después que las observaciones se han ubicado en serie ordenada esta medida nos indica que la mitad de los datos se encuentran por debajo de este valor y la otra mitad por encima del mismo.



Figura 3.5 Grafica de barras del análisis estadístico de la mediana

3.4.2 Análisis de los percentiles de las muestras de iluminancia

El percentil del 50% también conocido como segundo cuartil, esta coincide con la mediana, el percentil del 25% es conocido como primer cuartil o cuartil inferior, en cambio el percentil del 75% es denominado como tercer cuartil o cuartil superior, la mediana y los cuartiles dividen a la muestra en cuatro partes iguales es decir el 25% de los datos o muestras obtenidas.

Según los resultados de la tabla 3-1 el percentil de 25% y 75% da como resultado una gráfica de barras indicada en la figura 3.6 esta indica que el 50% de los datos obtenidos de la muestra de la iluminancia está comprendida entre los resultados de cada día.

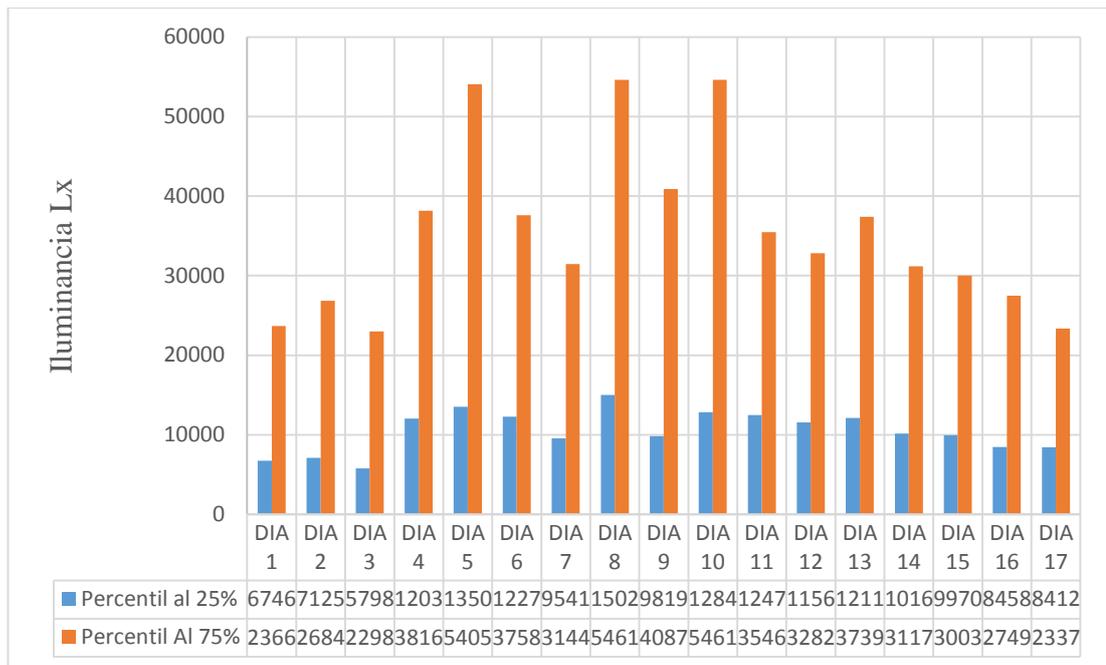


Figura 3.6 grafica de barras del percentil

3.5 Forma de la distribución

En la figura 3.7 se indica la gráfica de los datos obtenidos de la iluminancia desde las 6:00 hasta las 18:00 horas en intervalos de cinco minutos cada muestra se ha trazado la curva de la distribución normal teórica de esos datos en base a la media total de los diecisiete días de muestreo y la desviación estándar de la distribución, esto indica que los datos pueden ser ajustados a una distribución probabilística, además podemos observar que la mayor frecuencia está en los intervalos de iluminancia entre 10000 Lx – 37307,63 Lx, esto abarca un 57,9% de los datos de iluminancia lo que corresponde aproximadamente con la media de los datos es de 23653,63 lx con un ligero desfase, también si analizamos los parámetros del análisis estadísticos observamos que la mediana y la media toman valores muy cercanos, lo cual estima a una distribución normal.

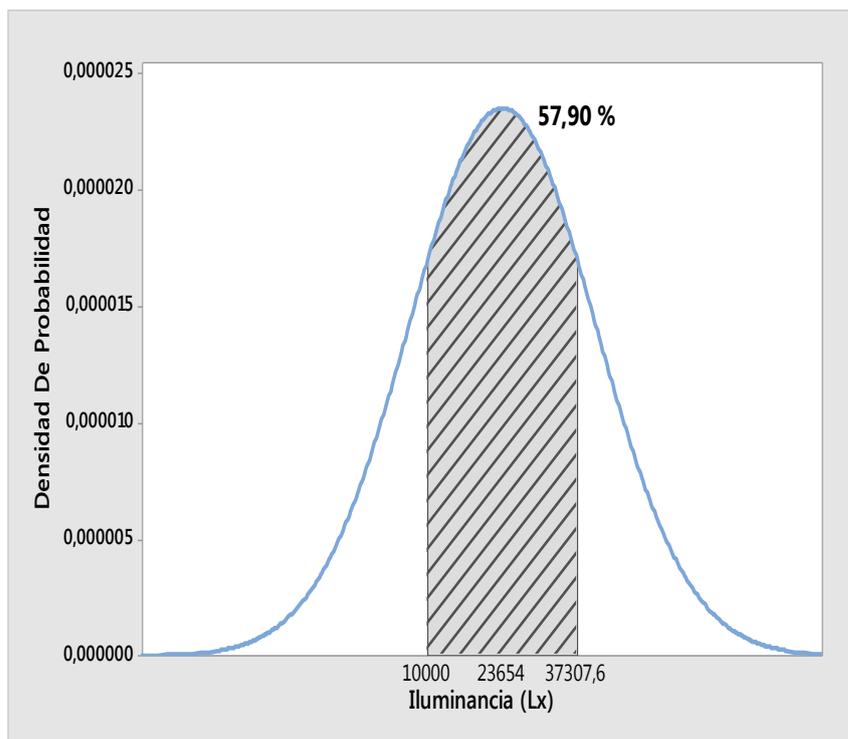


Figura 3.7 Resultado de la distribución normal de iluminancia

En la tabla 3-2 se muestra datos estadísticos de iluminancia tales como la media, desviación estándar y los percentiles del 25% y el 75% de los 17 días de muestreo, correspondientes a la mañana al medio día y al atardecer.

Tabla 3-2 Análisis estadístico según la hora de iluminancia

Hora		6:00	12:15	18:00
N	Válido	17	17	17
	Perdidos	0	0	0
Media		10,65	42778,29	1026,88
Desv. Desviación		5,678	11816,265	529,490
Percentiles	25 %	6,00	34123,50	664,00
	75 %	14,50	54612,00	1504,50

En la figura 3.8 se indica la graficas de la distribución normal a las 6:00 Am tiene una distribución normal de 5,67 Lx, esto indica que tan dispersos está el valor de la media, esta abarca a un total de 68,29% de muestras de iluminancia, a las 12:15 Pm la dispersión de los valores es de 11816,26 Lx, de la misma manera la dispersión de iluminancia a las 18:00 horas es de 529,49 Lx.

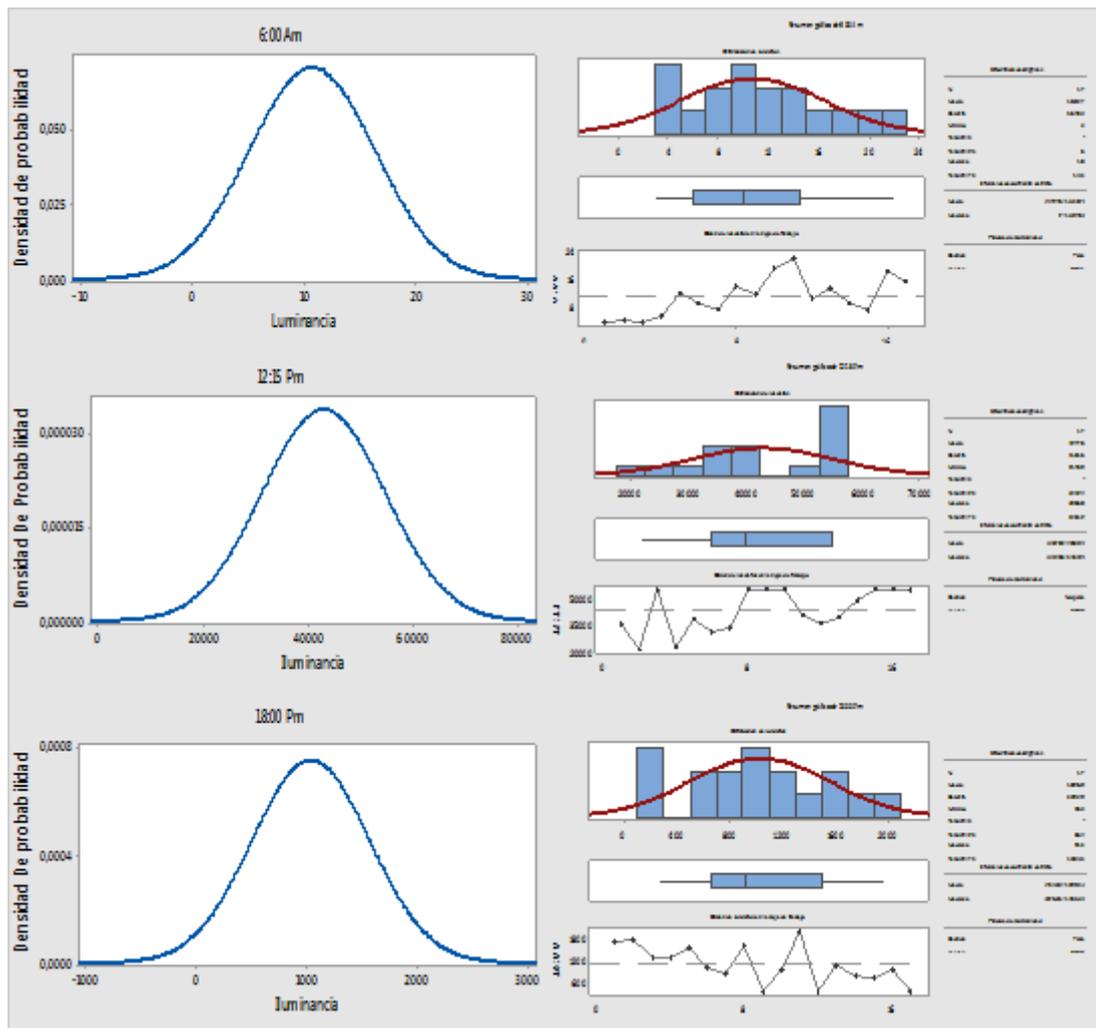


Figura 3.8 Resultado de la distribución normal de iluminancia según la hora

3.6 Iluminancia según la hora

En la figura 3.9 se indica el muestreo de la iluminancia según la hora, podemos apreciar que a partir de las 11:00 Am la iluminancia tiende a incrementar y a variar según pasa el tiempo a partir de las 16:00 horas la iluminancia viene a disminuir progresivamente, lo que sucede al contrario desde las 6:00 Am hasta las 11:00 am incrementa la iluminancia progresivamente.

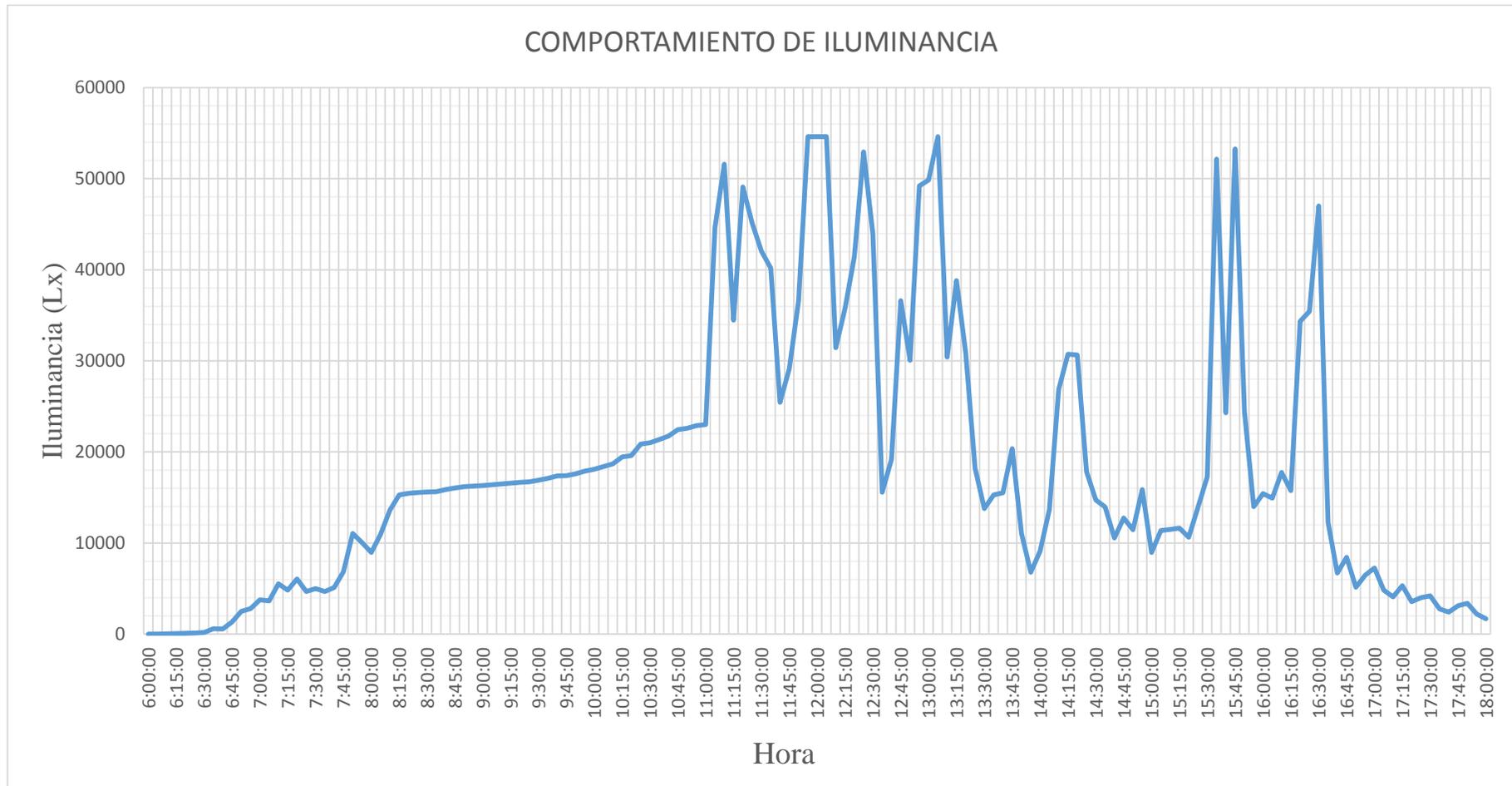


Figura 3.9 Grafica de iluminancia según la hora

CAPITULO IV

ESTUDIO FOTOMÉTRICO

En el presente capítulo se realiza el estudio fotométrico del vehículo, indicando la cantidad de luminancia que posee el mismo a diferentes rangos de distancia, comprendidos entre 50, 100, 150, 200 y 250 metros, permitiendo analizar el impacto de las luces de circulación diurna, por toma de adquisición de fotografías mediante el uso de cámara fotográfica profesional, estas imágenes son captadas mediante un lente de 50 mm, que interpreta a un ojo humano, obteniendo datos de apertura de diafragma y velocidad de obturación del nivel de luminosidad, logrando simular un fotómetro por medio de la fórmula de ajuste de exposición adquiriendo la cantidad de luxes de cada fotografía para el respectivo análisis del campo visual y el contraste con el entorno, en tres modelos de vehículos de diferentes colores tales como negro blanco y gris, que definen las principales magnitudes fotométricas utilizadas como referencia en el estudio del sistema de iluminación diurna.

4.1 Magnitudes lumínicas

4.1.1 Flujo luminoso

En la ecuación 2 se refiere al flujo luminoso, esta es la cantidad de energía, en forma luminosa, emitida por una fuente, la unidad del flujo luminoso es (Lm) Lumen y su símbolo es F. ((INSHT), 2015).

$$F = \frac{Q}{t} \quad \left(Lm = \frac{Lm \times seg}{seg} \right)$$

Donde:

[2]

F: Flujo luminoso.

Q: Cantidad de luz emitida en Lúmenes / segundo.

t: Tiempo en segundos.

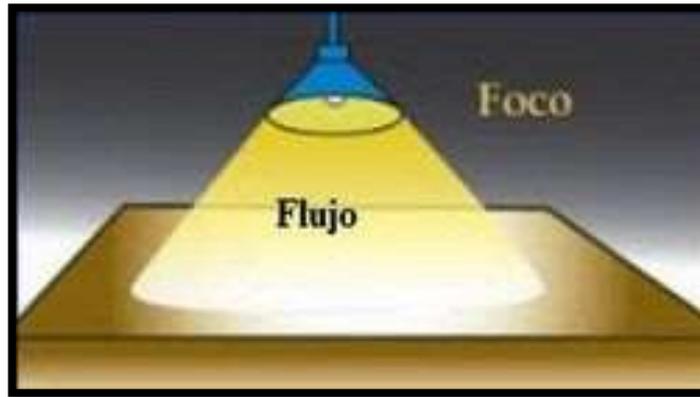


Figura 4.1 Flujo luminoso
Fuente: (Aerotecnología, 2018)

4.1.2 Intensidad luminosa

Es el flujo luminoso, es representado mediante su símbolo (I) y (cd) candela, es la unidad en el sistema internacional, su fórmula esta expresada de la siguiente manera. ((INSHT), 2015).

$$I = \frac{F}{w} = cd$$

[3]

Donde:

I: Intensidad luminosa expresado en candelas.

F: Flujo luminoso contenido en el ángulo sólido

W: Angulo sólido en estereorradianes.

En la tabla 4-1, indica los tipos de fuentes e intensidad luminosa.

Tabla 4-1 Intensidad luminosa

Tipo De Fuente	Intensidad (cd)	Direccionalidad
Reflectores de 40 W/220 V	35	Toda Las Direcciones
Reflectores de 300 W/220 V	400	Toda Las Direcciones
Reflectores de 300 W/220 V	1500	Centro De Haz
Reflectores de 2 KW	148000	Toda Las Direcciones
Reflectores de 2 KW	250000	Centro Del Haz
Faros De Vehículos Con Reflector (Corto alcance)	4000	Máxima Intensidad
Faros De Vehículos Con Reflector (Largo alcance)	50000	Máxima Intensidad

Fuente: (Andrés Aparicio Salazar, 2007)

4.1.3 Angulo Sólido

El ángulo sólido se expresa en estereorradianes. Si imaginamos una esfera de un metro de radio y desde su centro trazamos un cono que delimite en su superficie un casquete esférico de un metro cuadrado, el valor del ángulo sólido determinado por dicho cono es igual a un estereorradián. ((INSHT), 2015).

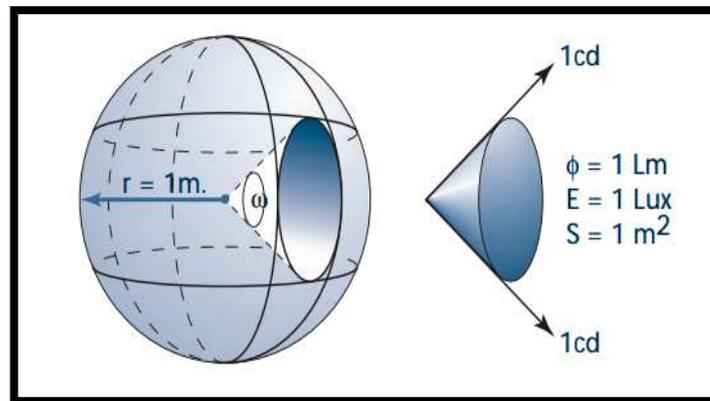


Figura 4.2 Angulo sólido
Fuente: (Aerotecnología, 2018)

La ecuación del Angulo solido se representa de la siguiente manera:

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad \left(cd = \frac{m^2}{m^2} = \text{radio de esfera} \right)$$

[4]

Donde:

ω : Angulo sólido.

S: Es la superficie de la proyección del objeto sobre la esfera.

r: Radio de la esfera

Entonces:

$$I = \frac{F}{\omega} \quad I = \frac{F}{\frac{S}{r^2}} \quad I = \frac{F}{r} \quad \left(cd = \frac{lm}{r} \right)$$

4.1.4 Nivel de iluminación

Al nivel de iluminación también se conoce como iluminancia, es el cociente del flujo luminoso incidente sobre una área o superficie, la unidad es el lux (lx) se conoce mediante su símbolo (E), se expresa mediante la siguiente fórmula. ((INSHT), 2015).

$$E = \frac{F}{S} \quad \left(\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{lx} \right)$$

[5]

E: Nivel de iluminación expresado en luxes.

F: Flujo luminoso incidente en una superficie en lúmenes.

S: Superficie en metros cuadrados.

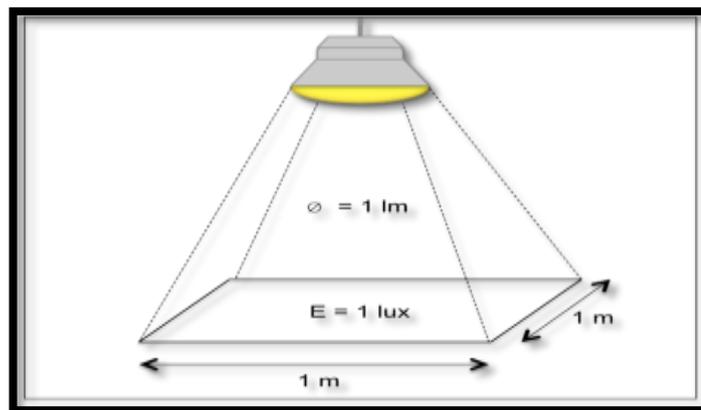


Figura 4.3 Nivel de iluminación

4.2 Magnitudes fotométricas

4.2.1 Luminancia

Es conocido como brillo fotométrico, es el brillo por unidad de superficie de una fuente de luz o un reflejo de la misma. ((INSHT), 2015).

La fórmula de la luminancia está dada por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{I}{S} \quad \left(\frac{cd}{m^2} \right)$$

[6]

Donde:

L: Luminancia de fuente de luz.

I: Intensidad luminosa.

S: Superficie en metros.

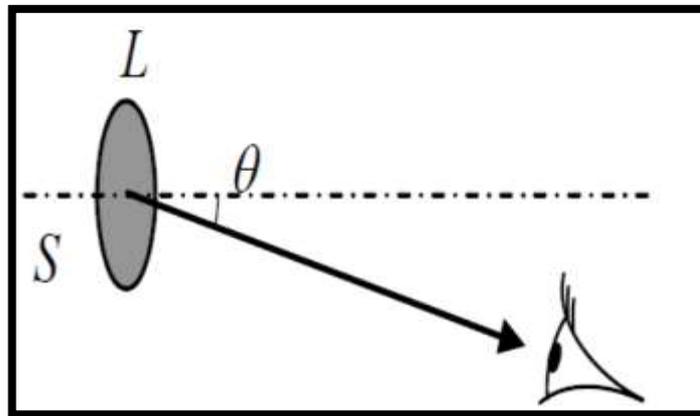


Figura 4.4 Luminancia

Fuente. (Andrés Aparicio Salazar, 2007)

Para calcular el valor de luminancia conociendo el valor de iluminación (L_x) que ilumina una superficie difusa tiene un factor de reflexión determinado la luminancia es la iluminación multiplicada por el factor de reflexión y dividida por el valor de pi.

Las referencias para tres colores, negro, blanco y gris corresponden a 3%, 18% y 90%, la magnitud de luminancia corresponde al atributo brillo representada por la letra (L).

- Para el color negro al 3%: $L=0,03 \times (L_x) / \text{Pi} = L \text{ (cd /m}^2\text{)}$.
- Para el color gris al 18%: $L=0,18 \times (L_x) / \text{Pi} = L \text{ (cd /m}^2\text{)}$.
- Para el color blanco al 90%: $L=0,9 \times (L_x) / \text{Pi} = L \text{ (cd /m}^2\text{)}$.

4.2.2 Velocidad de obturación

La velocidad de obturación también conocido como el tiempo de exposición, tiene una serie que comienza en 1 segundo que continúa reduciendo a la mitad con una serie normalizada de tiempo. (luminoso, 2010).

$$t = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{15}, \frac{1}{30}, \frac{1}{60}, \frac{1}{125}, \frac{1}{250}, \frac{1}{500}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{4000} \text{ (Segundos)}$$

El tiempo está dado en una fracción podemos decir el tiempo obturación de 1/500, decimos que la velocidad de obturación es de 500.

4.2.3 Apertura del diafragma

El diafragma más habitual está formado por un iris regulable que determina la cantidad de luz que pasa hasta el material sensible. En lo que se refiere al objetivo la cualidad que define al objetivo para dejar pasar la luz se denomina luminosidad. A lo largo de la historia ha habido varios sistemas para definir la luminosidad. La magnitud más empleada para indicarla hoy día es el número f. Esto significa que, para un mismo diámetro, cuanto más largo sea el objetivo menos luminoso es. Los números f se escriben con la letra f minúscula, dos puntos y el número f correspondiente. La serie estándar de números f comienza en 1 y avanza con un factor de multiplicación de raíz cuadrada de dos (1,4). Esto es así porque la cantidad de luz que deja pasar un diafragma es proporcional a su superficie y cuando una circunferencia tiene el doble de superficie que otra su diámetro no es el doble sino solo un 41% mayor. (luminoso, 2010).

La serie de diafragma queda comprendida de la siguiente manera.

$$f = 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32, 45, 64, 90$$

4.2.4 Ecuación de ajuste exposición

El principal motivo del ajuste de exposición en la fotografía es poder corregir la cantidad de luz que llega al sensor de la cámara, para obtener una fotografía de alta calidad con las características correctas de luz existente en el entorno, se tiene dos ajustes para controlar la exposición. (Gonzales, 2016).

- La apertura del diafragma: controla la intensidad de luz que llega a la cámara para graduar la apertura del diafragma.
- La velocidad de obturación: regula el tiempo luz que está expuesta el sensor, cuanto menor es la velocidad de obturación, mayor es la exposición.

Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Ev = \log_2 * \frac{N^2}{t}$$

[7]

Donde:

EV: Es la ecuación de ajuste de posición.

N: Es la apertura del diafragma (el número f)

t: Es la velocidad de obturación en segundos.

En el anexo 1, uno de los factores que intervienen en la exposición es el número f (Av) es la apertura del diafragma, velocidad de obturación descrita mediante (Tv), el valor ISO/ASA de la sensibilidad descrita por (Sv) y la iluminación de escena mediante (Bv), la fórmula básica de ajuste de exposición (Ev), está compuesta de la siguiente manera. (Gonzales, 2016).

$$Ev = Av + Tv = Sv + Bv$$

[8]

Para determinar la iluminacion (lx), mediante características fotograficas se utiliza la siguiente ecuacion.

$$Bv = Av + Tv - Sv$$

[9]

4.2.5 Contraste luminoso de Weber

El contraste luminoso es calculado mediante la ecuación de Weber (K), permite calcular el contraste y la diferencia entre dos luminancias que puede ser: (vehículo – entorno, luces diurnas encendidas – luces diurnas apagadas), la diferencia entre los dos valores de luminancia nos va a dar como resultado un valor (K) entre $0 \leq K \leq 1$, adimensional, esto nos indica cuanto mayor es K, mayor es la diferencia, mayor será el contraste. (Andrés Aparicio Salazar, 2007).

$$K = \frac{L_{maxima} - L_{Minima}}{L_{maxima}}$$

[10]

Donde:

K: Es el contraste luminoso

L_{máxima}: luminancia máxima cd/m²

L_{mínimo}: luminancia mínima cd/m²

4.3 Materiales utilizados para el estudio fotométrico

4.3.1 Cámara Nikon D5100

Esta cámara réflex de la marca Nikon cuenta con la opción de grabación de video de una resolución FullHD, está entre las intermedias de Nikon D3100 y la Nikon D7000. Cuenta con una resolución de 16,2 megapíxeles, idéntico a la Nikon D7000, está catalogada como cámara semi profesional en el mundo de la fotografía, cuenta con una pantalla de 3 pulgadas rotatoria y una resolución de 921.000 píxeles además muestra característica y propiedades de cada fotografía. (Nikon, 2018).



Figura 4.5 Cámara fotográfica profesional Nikon D5100
Fuente: (Nikon, 2018)

Tabla 4-2 Características de la cámara fotográfica

Denominación	Valor
Sensor	16.2 Megapíxeles
Pantalla giratoria	3 Pulgadas
Autoenfoco	11 puntos
Rango de enfoque ISO	100-6400 puede expandir a 25600
Video full HD	1080 P
Velocidad de disparo	4 fotos por segundo

4.3.2 Cinta de agrimensura

Herramienta manual utilizada para la medición en línea recta de las divisiones en intervalos de 50 metros de longitud de los puntos visión del vehículo, para la toma de fotografías en el estudio fotométrico.



Figura 4.6 Cinta de agrimensura
Fuente: (herramientas, 2018)

4.3.3 Cono reflectivo

Material utilizado para la seguridad del tráfico vehicular en la zona de campo y utilizados en la delimitación de los puntos de visión en intervalos de 50, 100, 150, 200 y 250 metros, para la toma de fotografías de los vehículos en carretera.



Figura 4.7 Cono reflectivo
Fuente: (herramientas, 2018)

4.3.4 Vehículos

Los vehículos puestos en prueba para la obtención de fotografías en el estudio fotométrico son de tres colores diferentes negro, blanco y gris, con el propósito de cubrir todo el espectro de luminancia respecto al contraste visual de los mismos generados con el entorno.



Figura 4.8 Vehículos utilizados en el estudio fotométrico

4.4 Procedimiento del estudio fotométrico

Para la ejecución del estudio fotométrico, es necesario un proceso determinado, para una mejor comprensión se puede observar el flujograma, el mismo que detalla en la figura 4.9 con el objetivo de obtener valores de luminancia para determinar la influencia que tiene las luces de circulación diurna en el vehículo.

1. El estudio fotométrico se realiza en horas diurnas.
2. Lugar estratégico para la toma de fotografías puede ser en primero en carretera abierta o mixta, se debe tomar fotografías en los dos lugares.
3. El fotógrafo realiza la configuración correspondiente de la cámara fotográfica según sea necesario.
4. Para garantizar la seguridad en el estudio fotométrico, se coloca conos reflectivo en la vía, distribuidas en intervalos de 50 metros.
5. En el caso de que el vehículo negro, blanco o gris, se encuentre a una distancia comprendida en intervalos de 50 hasta 250 metros, toma la fotografía del vehículo, en el caso de que el automotor este a otra distancia, no será tomada la fotografía.
6. La captura de imágenes, se realiza a los tres vehículos en las mismas condiciones y las mismas características fotográficas.
7. Con todas las fotografías obtenidas de los vehículos, se muestra las propiedades de cada una de las imágenes, la cual sirve para el análisis del estudio fotométrico.
8. Fin del proceso.

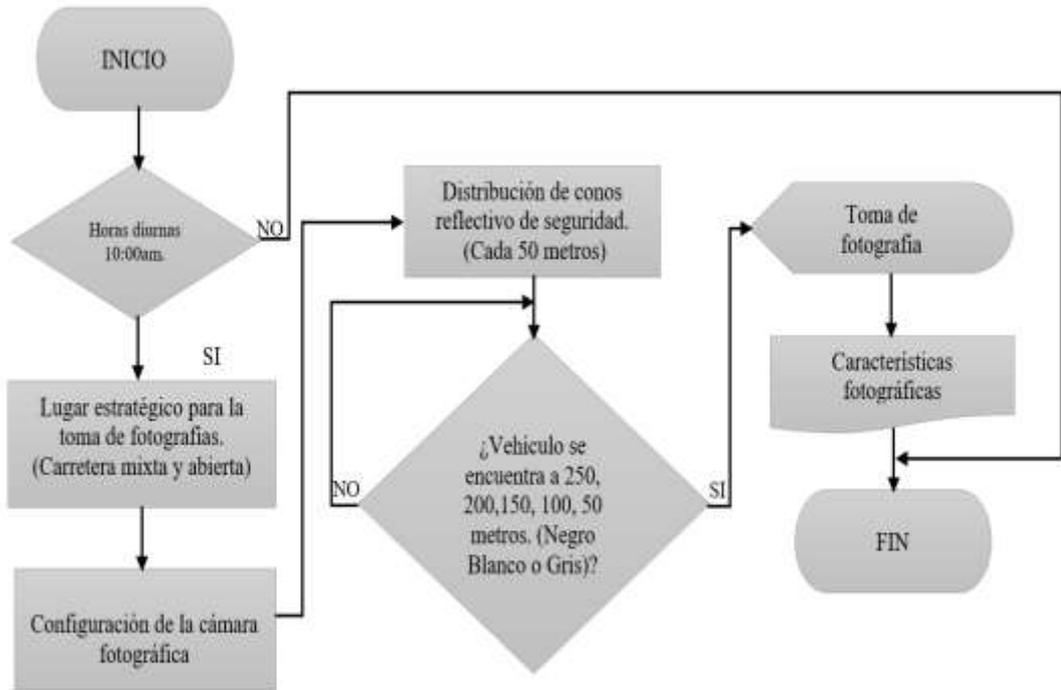


Figura 4.9 Flujograma del procedimiento de estudio fotométrico

4.5 Cálculo de luminancia e iluminación

En la siguiente figura 4.10, se puede apreciar el vehículo en carretera mixta y en carretera abierta con una visibilidad mayor que otra o viceversa, esto conduce a la detección del automotor por parte de los conductores, usuario o peatones que se encuentra cerca de vehículo, el estudio fotométrico se realiza mediante características fotográficas para un análisis de campo visual, del contraste y el brillo de los vehículos a cierta distancia en metros.



Figura 4.10 vehículo Kia Sportage

4.5.1 Vehículos de prueba para medida de luminancias

A continuación, se indica en la tabla los vehículos puestos a prueba para las medidas de luminancias con su respectiva descripción.

Tabla 4-3 Vehículos utilizados para la prueba de medición de luminancia

Marca	Modelo	Color	Watts de focos
KIA	Sportage R	Negro	27 W
SUBARU	Legacy GL	Blanco	50 W
CHEVROLET	Optra	Gris	50 W

4.5.2 Descripción del comportamiento de luminancia según la distancia

Dos objetos visualizados de la misma distancia del mismo tamaño la cual presente mayor luminancia será fácil detectar el más perceptible, esto se podría identificar de la siguiente manera.

SI a, b, c, d, e es una distancia en metros y L es la luminancia en cd/m^2 , queda descrita de la siguiente forma:

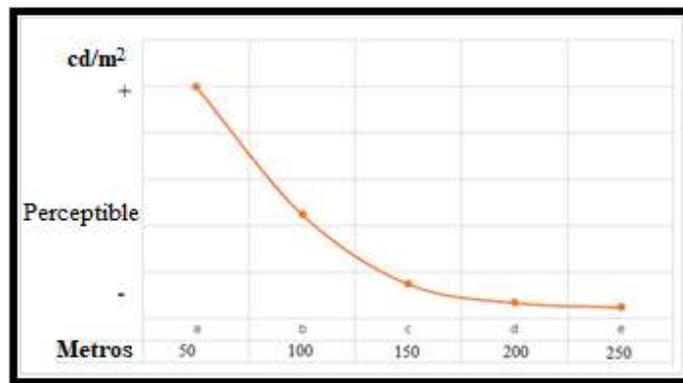


Figura 4.11 Gráfica de ilustración de objeto de análisis según la distancia

Descripción:

Objetivos del análisis: a, b, c, d, e .

Distancias comprendidas: 50, 100, 150, 200, 250

Luminancia: $L_a > L_b > L_c > L_d > L_e$

Por lo tanto

El Vehículo a una distancia (a), se visualiza fácilmente que un vehículo a una distancia (b), el vehículo a una distancia (b) se ve más fácilmente que un vehículo a una distancia (c), el vehículo a una distancia (c) se percibe con facilidad que un vehículo a una distancia (d), el vehículo a una distancia (d) se visualiza más que un vehículo a una distancia (e).

4.6 Medidas de Luminancia e Iluminación en carretera mixta

Se conoce como carretera mixta a una combinación de asfalto, vegetación y cielo aproximadamente en partes iguales, se toma muestras fotográficas de cada vehículo para obtener valores de iluminación y luminancia, mediante la ecuación de ajuste de exposición.

4.6.1 Vehículo negro



Figura 4.12 Características fotográficas del kia Sportage

A continuación, se calcula el ajuste de exposición con la ecuación [7] y se verifica en la tabla del anexo 2, correspondiente a la iluminación y caso contrario no existe el ajuste de exposición en el anexo 2, se calcula mediante la ecuación [8] y se verifica en la tabla del anexo 1.

$$Ev = \log_2 * \frac{8^2}{\frac{1}{250}} = 13.9657 \approx 14$$

Tabla 4-4 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Negro					
Unidades			Características Fotográficas		
Distancia (m)	E (LX)	L (cd/m ²)	ISO 100	SV=	5
50	30000	286,48	f/8	Av=	6
100	15000	143,24	t 1/250	Tv=	8
150	8000	76,39	Bv=Av+Tv-Sv		
200	4000	38,20			
250	2000	19,10			
0	0	0	Bv=	9	30000 LX

Según la gráfica se puede confirmar la relación L-E para este vehículo es.

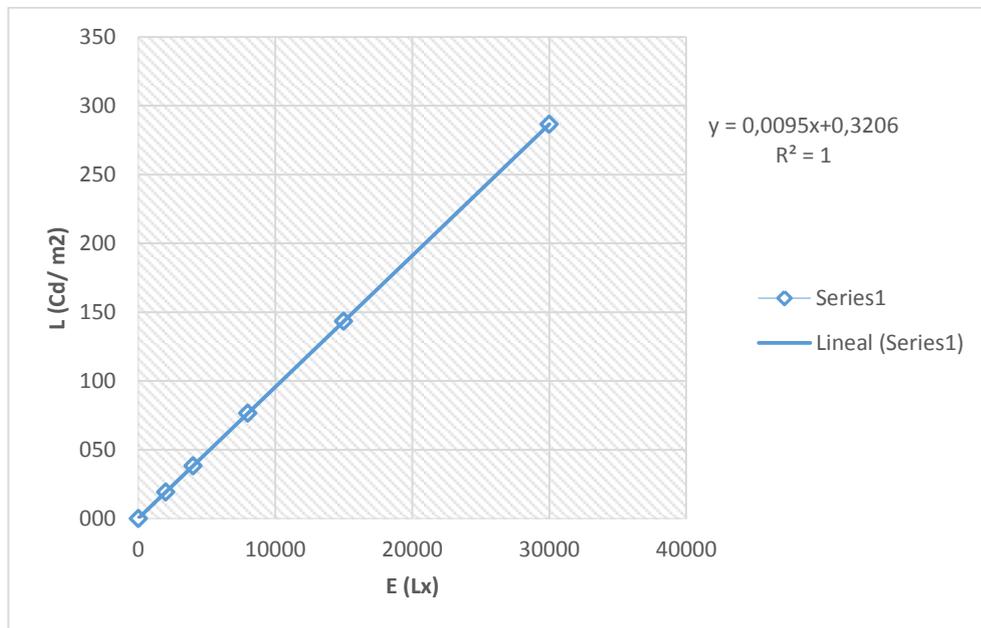


Figura 4.13 Relación que existe entre L – E, del vehículo negro

$$\frac{L}{E} = 0.0095 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1.

4.6.2 Vehículo blanco



Figura 4.14 Características fotográficas del Subaru Legacy

$$Ev = \log_2 * \frac{10^2}{\frac{1}{250}} = 14.609 \approx 15$$

Tabla 4-5 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Blanco					
Unidades			Características Fotográficas		
Distancia (m)	E (LX)	L (cd/m2)	ISO 200	SV=	6
50	27866,6667	7983,21	f/10	Av=	6,36
100	16000	4583,66	t 1/250	Tv=	8
150	8000	2291,83	Bv=Av+Tv-Sv		
200	4000	1145,92			
250	2000	572,96			
0	0	0,00	Bv=	8,36	27866,7 lux

Según la gráfica se puede confirmar la relación L-E para este vehículo es.

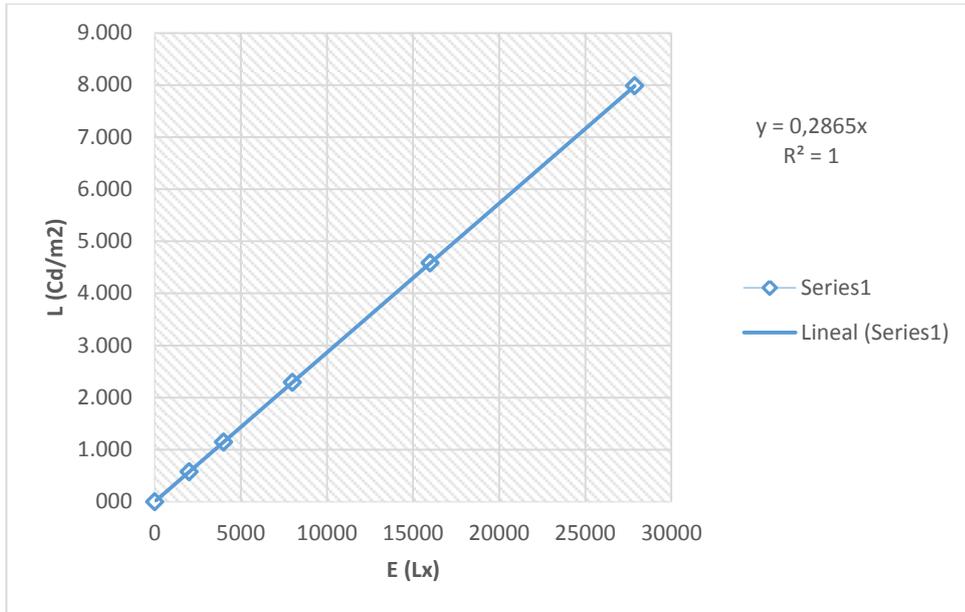


Figura 4.15 Relación que existe entre L – E, del vehículo blanco

$$\frac{L}{E} = 0.2865 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1.

4.6.3 Vehículo gris



Figura 4.16 Características fotográficas del Optra Hatchback

$$Ev = \log_2 * \frac{10^2}{\frac{1}{250}} = 14.609 \approx 15$$

Tabla 4-6 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Gris					
Unidades			Características Fotográficas		
Distancia (m)	E (LX)	L (cd/m ²)	ISO 220	SV=	6,2
50	27200	1558,45	f/10	Av=	6,36
100	16000	916,73	t 1/250	Tv=	8
150	8000	458,37	Bv=Av+Tv-Sv		
200	4000	229,18			
250	2000	114,59			
0	0	0,00	Bv=	8,16	27200 Lx

Según la gráfica se puede confirmar la relación L-E para este vehículo es.

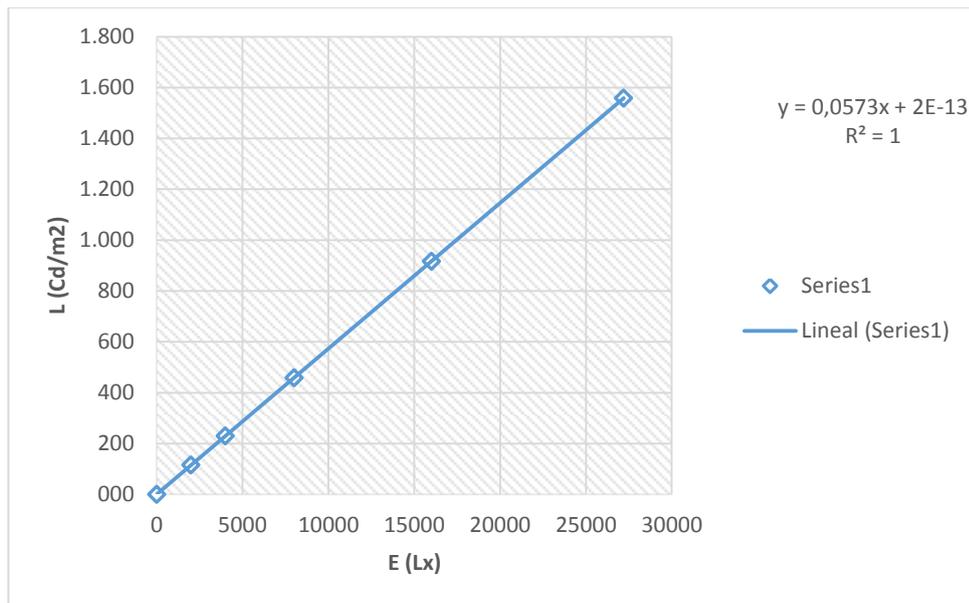


Figura 4.17 Relación que existe entre L – E, del vehículo gris

$$\frac{L}{E} = 0.0573 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1

4.7 Medidas de Luminancia e Iluminación en carretera abierta

Se conoce como carretera abierta a una combinación de asfalto o cemento con combinación de cielo aproximadamente en partes iguales y poca vegetación, se toma muestras fotográficas de cada vehículo para obtener valores de iluminación y luminancia, mediante la ecuación de ajuste de exposición.

4.7.1 Vehículo negro



Figura 4.18 Características fotográficas del vehículo Kia Sportage

$$Ev = \log_2 * \frac{10^2}{1} = 14.609 \approx 15$$

Tabla 4-7 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Negro						
Unidades			Características Fotográficas			
METROS	E (LX)	L (cd/m2)	ISO 400	SV=	7	
50	13800	131,78	f/10	Av=	6,36	
100	8000	76,39	t 1/250	Tv=	8	
150	4000	38,20	Bv=Av+Tv-Sv			
200	2000	19,10				
250	1000	9,55				
0	0	0	Bv=	7,36	13800 LX	

Según la gráfica se puede confirmar la relación L-E para este vehículo es.

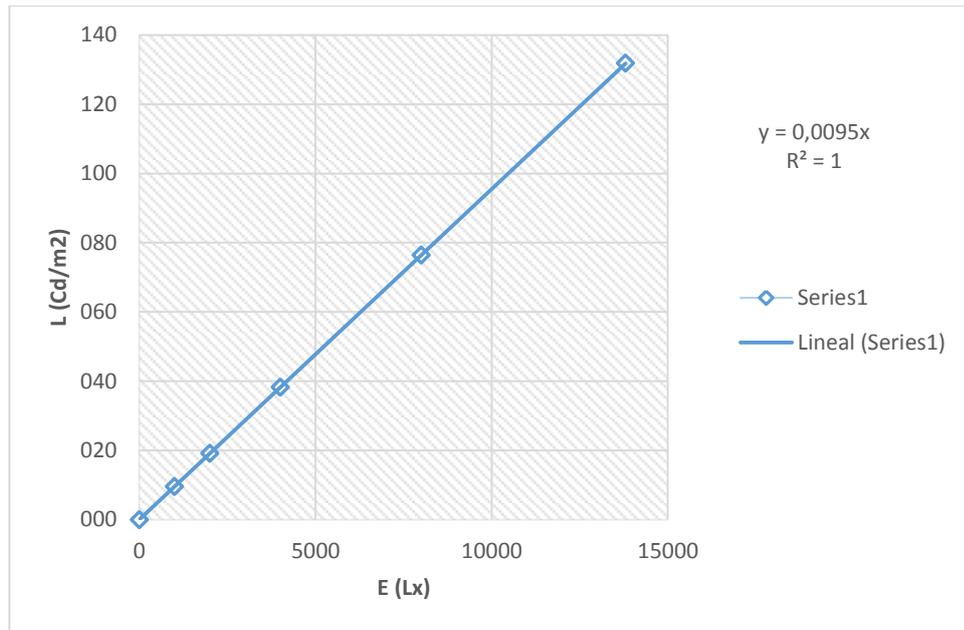


Figura 4.19 Relación que existe entre L – E, del vehículo negro

$$\frac{L}{E} = 0.095 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1.

4.7.2 Vehículo blanco

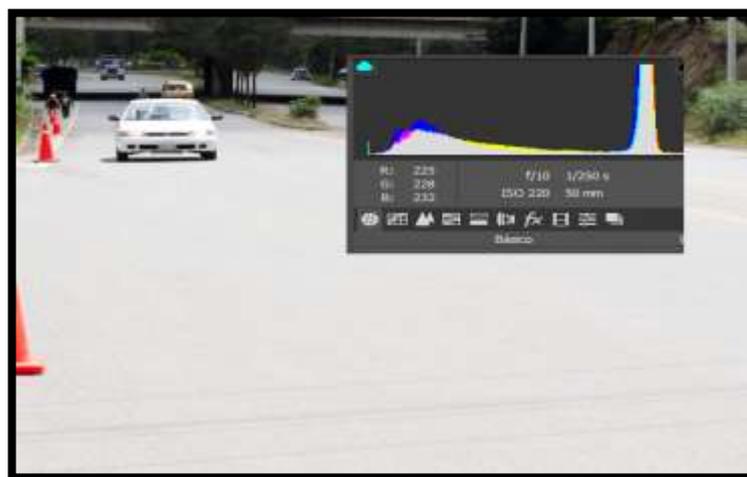


Figura 4.20 Características fotográficas del vehículo Subaru Legacy

$$Ev = \log_2 * \frac{10^2}{\frac{1}{250}} = 14.609 \approx 15$$

Tabla 4-8 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Blanco					
Unidades			Características Fotográficas		
Distancia (m)	E (LX)	L (cd/m2)	ISO 220	SV=	6,2
50	27200	7792,23	f/10	Av=	6,36
100	15000	4297,18	t 1/250	Tv=	8
150	8000	2291,83	Bv=Av+Tv-Sv		
200	4000	1145,92			
250	2000	572,96			
0	0	0,00	Bv=	8,16	27200 Lx

Según la gráfica se puede confirmar la relación L-E para este vehículo es.

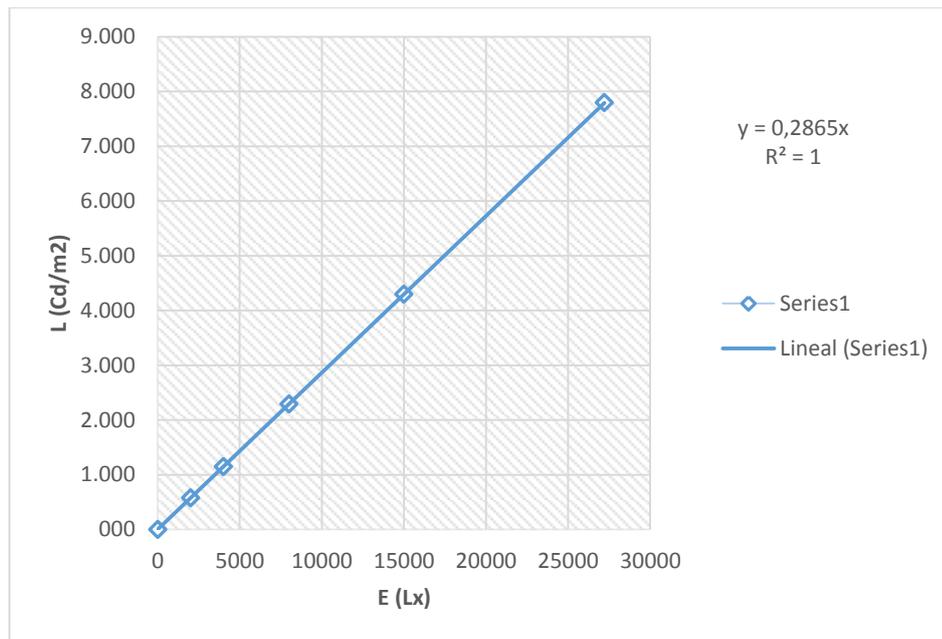


Figura 4.21 Relación que existe entre L – E, del vehículo blanco

$$\frac{L}{E} = 0.2865 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1.

4.7.3 Vehículo Gris



Figura 4.22 Características fotográficas del vehículo Optra Hatchback

$$Ev = \log_2 * \frac{10^2}{\frac{1}{250}} = 14.609 \approx 15$$

Tabla 4-9 Resultados de iluminación y luminancia

Vehículo De Color Gris					
Unidades			Características Fotográficas		
Distancia (m)	E (LX)	L (cd/m2)	ISO 320	SV=	6,7
50	14362,5	822,91	f/10	Av=	6,36
100	8000	458,37	t 1/250	Tv=	8
150	4000	229,18	Bv=Av+Tv-Sv		
200	2000	114,59			
250	1000	57,30			
0	0	0,00	Bv=	7,66	14362,5 Lx

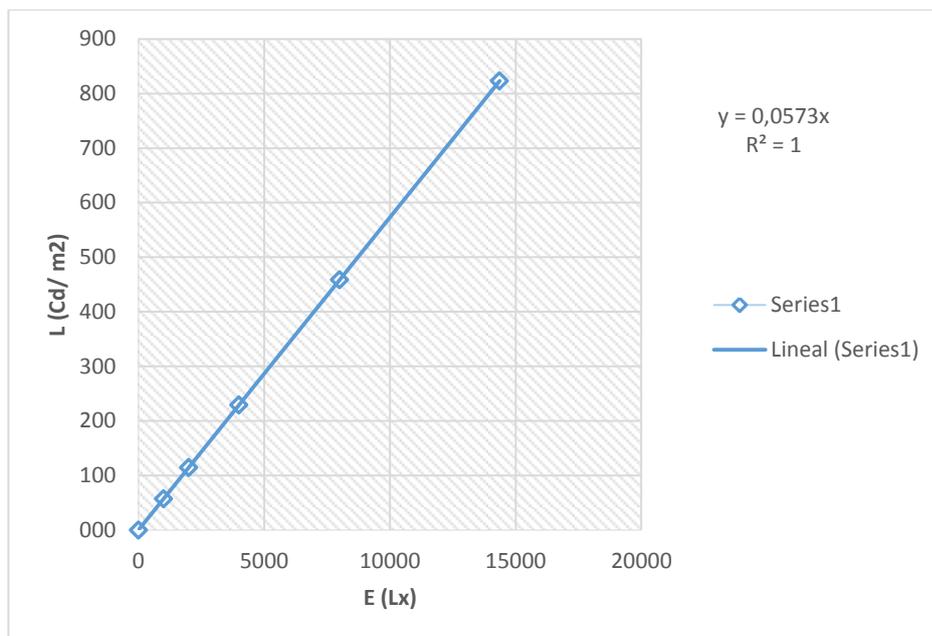


Figura 4.23 Relación que existe entre L – E, del vehículo gris

Según la gráfica se puede confirmar la correlación L-E para este vehículo es.

$$\frac{L}{E} = 0.0573 \frac{cd}{m^2 Lx}$$

Se ha calculado la luminancia en diferentes rangos de distancia de las luces de circulación diurna hasta obtener los valores establecidos según el anexo 1

4.8 Cálculo del contraste luminoso

Las condiciones de iluminancia obtenidas mediante el sensor BH-1750 nos da valor máximo, media y mínima, se puede realizar medidas comparativas de contraste en los vehículos y en su entorno.

La iluminación según las muestras se ha considerado las siguientes:

1. Iluminación máxima (E = 54616 lx).
2. Promedio de iluminacion (E = 23544.047 lx).
3. Iluminación mínima, anochecer (E = 263 lx).

Existe una relación de contraste entre el vehículo con el entorno se interpreta utilizando la ecuación [10].

4.8.1 Luminancia de los vehículos con luces apagadas

A continuación, en la siguiente tabla 4-10 se indica los valores de luminancia de tres vehículos en dos diferentes tipos de carretera que se han realizado el estudio, así como también la luminancia del entorno en función al estudio realizado.

Tabla 4-10 valor de luminancia según el vehículo

	Vehículo Negro (V.N)	Vehículo Blanco (V.B)	Vehículo Gris (V.G)	Vehículo en carretera Abierta (V.C.A)	Vehículo en carretera Mixta (V.C.M)
Valores De Luminancia					
E (Lx)	L Negro	L Blanco	L Gris	L C.A	L C.M
54612	521,51	15645,19	3129,04	4478,27	2239,36
23544,047	224,83	6744,87	1348,97	1930,702	965,57
263	2,51	75,34	15,07	21,65	11,05

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno con máxima iluminancia.

1. Máxima iluminación (E= 54612 lx)

Tabla 4-11 Correlación de contraste de máxima iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A)	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M)
K = 0,88	K =0,77
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A)	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M)
K = 0,71	K =0,86
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A)	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M)
K = 0,30	K =0,28

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno con media iluminancia.

2. Iluminación media ($E = 23544.047 \text{ lx}$).

Tabla 4-12 Correlación de contraste con media iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A) K = 0,88	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M) K = 0,76
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A) K = 0,71	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M) K = 0,85
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A) K = 0,30	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M) K = 0,28

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno mínima iluminancia.

3. Iluminación mínima, amanecer o anochecer ($E = 263 \text{ lx}$).

Tabla 4-13 Correlación de contraste con mínima iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A) K = 0,88	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M) K = 0,77
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A) K = 0,71	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M) K = 0,85
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A) K = 0,30	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M) K = 0,26

4.8.2 Luminancia de los vehículos con luces de posición encendidas

En este caso al estar encendida las luces la luminancia es constate, a continuación, se detalla lo siguiente:

Tabla 4-14 valor de luminancia según el vehículo

	Vehículo Negro	Vehículo Blanco	Vehículo Gris	Vehículo en carretera Abierta	Vehículo en carretera Mixta
	Valores De Luminancia				
E	L Negro	L Blanco	L Gris	L c.A	L c.M
54612	10000	5000	12000	4478,27	2239,36
23544.04	10000	5000	12000	1930,702	965,57
263	10000	5000	12000	21,65	11,05

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno con máxima iluminancia.

1. Máxima iluminación (E= 54612 lx)

Tabla 4-15 Correlación de contraste con máxima iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A)	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M)
K = 0,55	K = 0,78
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A)	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M)
K = 0,10	K = 0,55
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A)	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M)
K = 0,63	K = 0,81

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno con la media iluminancia.

2. Iluminación media (E = 23544.047 lx).

Tabla 4-16 Correlación de contraste con media iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A)	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M)
K = 0,80	K = 0,90
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A)	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M)
K = 0,61	K = 0,80
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A)	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M)
K = 0,83	K = 0,91

Correlación de contraste entre el vehículo y el entorno con mínima iluminancia.

3. Iluminación mínima, amanecer o anochecer (E = 263 lx).

Tabla 4-17 Correlación de contraste con mínima iluminación

Vehículo Negro en carretera abierta (V.N.C.A)	Vehículo Negro en carretera Mixta (V.N.C.M)
K = 0,99	K = 0,99
Vehículo Blanco en carretera abierta (V.B.C.A)	Vehículo Blanco en carretera Mixta (V.B.C.M)
K = 0,99	K = 0,99
Vehículo Gris en carretera abierta (V.G.C.A)	Vehículo Gris en carretera Mixta (V.G.C.M)
K = 0,99	K = 0,99

CAPITULO V

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ESTUDIO FOTOMÉTRICO

En este análisis se presentan resultados experimentales, con muestras obtenidas mediante fotometría y adquisición de datos, obtenidas por los autores y otras fuentes relacionadas con los datos fotométricos, que permitieron obtener valores de luminancia ($L = \text{cd/m}^2$) e iluminancia ($E = \text{Lx}$), para analizarlas las muestras y validar causas y efectos que produce la luminancia en carretera abierta y mixta, además el contraste visual del vehículo y el entorno con iluminancia máxima, mínima y media, con las LCD encendidas y apagadas del vehículo.

5.1 Iluminancia y luminancia del vehículo en carretera mixta y abierta

5.1.1 Luminancia del vehículo en carretera mixta

En la figura 5.1 se da a conocer el resultado de las tablas [4-4, 4-5, 4-6] que indica la luminancia en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas la distancia de muestreo cada 50 metros, se puede observar que el vehículo con mayor intensidad luminosa a diferentes puntos de muestreo es el de color blanco en carretera mixta, la que le sigue es el vehículo de color gris y a continuación el de color negro, que tiene menor intensidad luminosa, mientras aumenta la distancia de percepción, los tres vehículos tienen a tener una misma luminancia.

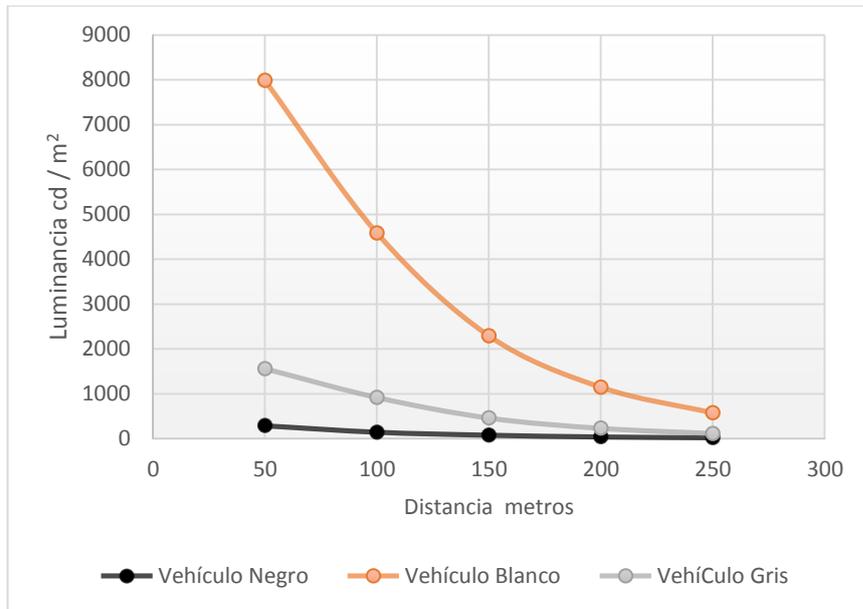


Figura 5.1 Grafica de líneas de luminancia según la distancia del vehículo en carretera mixta

5.1.2 Iluminancia del vehículo en carretera mixta

En la siguiente figura 5.2 se indica el flujo luminoso de los tres vehículos en diferentes rangos de distancia, el vehículo negro tiene mayor iluminancia que el resto, a partir de una distancia de 250 metros los tres vehículos tienen el mismo flujo luminoso.

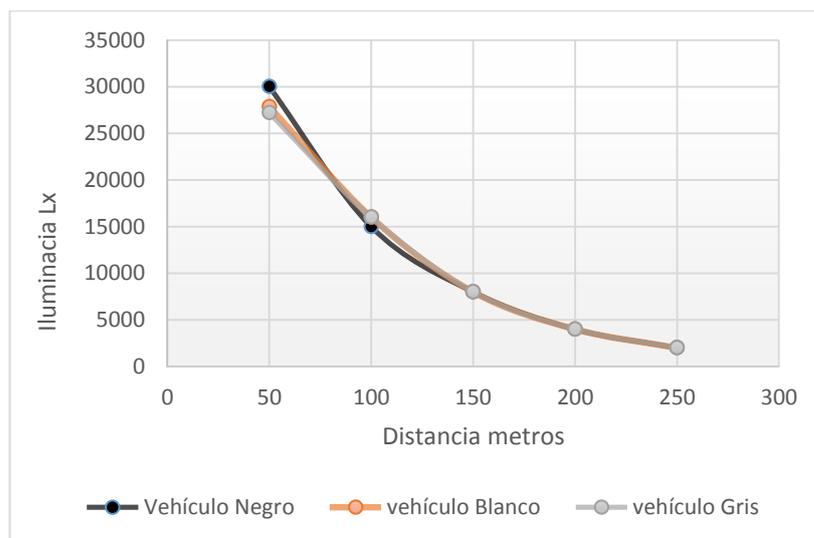


Figura 5.2 Grafica de líneas de iluminancia según la distancia del vehículo en carretera mixta.

5.1.3 Luminancia del vehículo en carretera abierta

La intensidad luminosa Figura 5.3 del vehículo blanco en carretera abierta tiende a ser mayor hasta un 90% de los demás vehículos en la primera distancia de muestreo que corresponde a 50 metros de distancia del receptor, en cambio entre el vehículo de color negro y gris tiene una diferencia del 8,85 % de intensidad luminosa, en cambio a la distancia mayor se reduce la luminancia y pierde la percepción del vehículo.

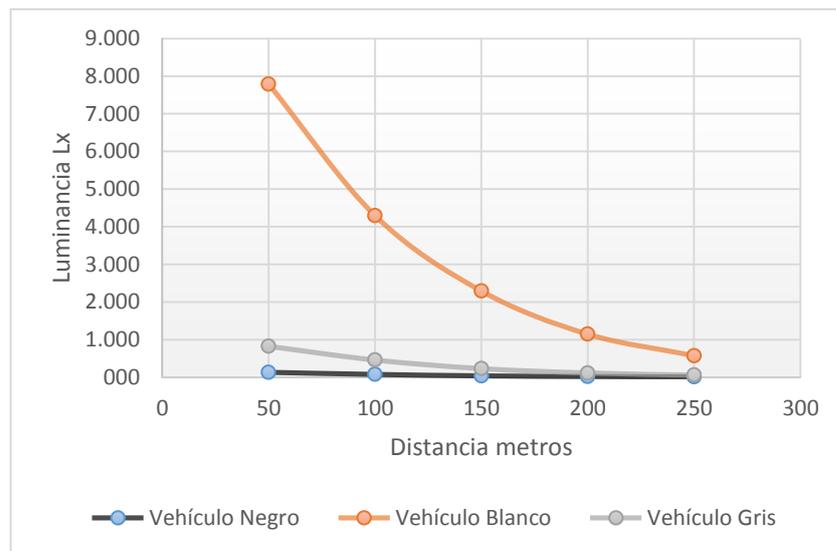


Figura 5.3 Grafica de líneas de luminancia según la distancia del vehículo en carretera abierta

5.1.1 Iluminancia del vehículo en carretera abierta

La figura 5.4 es el resultado de las tablas 3-6, 3-7, 3-8 de la columna de iluminancia y distancia de muestreo, se puede observar que los vehículos de color gris y negro a partir de 100 metros en adelante tienen el mismo flujo luminoso a excepción del vehículo de color blanco que varía con una diferencia del 47,2% a 50 metros en cambio a una distancia de 250 metros tiene una diferencia del 3,67% de iluminancia que el resto.

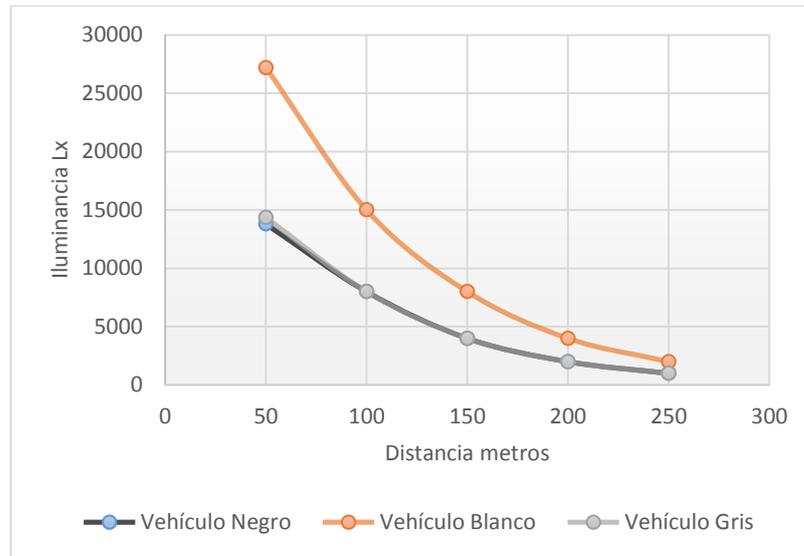


Figura 5.4 Grafica de líneas de iluminancia según la distancia del vehículo en carretera abierta.

5.2 Contraste luminoso

5.2.1 Vehículo con luces apagadas

En la figura 5.5 aparecen graficas de luminancia de tres vehículos negro, blanco y gris, además la luminancia del vehículo en carretera abierta y mixta, en función de la máxima, media y mínima iluminancia obtenida de la adquisición de datos del flujo luminoso de la ciudad de cuenca.

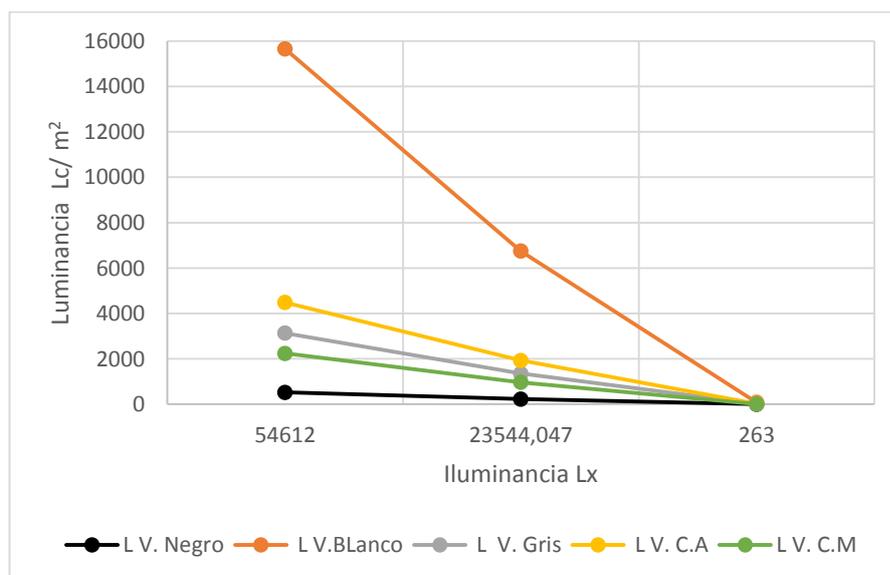


Figura 5.5 Comportamiento del vehículo según iluminancia

5.2.2 Correlación de contraste con máxima iluminancia

El resultado del contraste luminoso de weber oscila entre $0 \leq K \leq 1$ adimensional mientras mayor sea k mayor será el contraste, en la figura 5.6 se puede apreciar que el vehículo gris a máxima iluminancia tiene problemas de percepción, es más difícil de percibir visualmente en las dos condiciones de carretera ya sea abierta o mixta, en cambio el vehículo negro en carretera abierta y el vehículo blanco en carretera mixta tiene una diferencia del 2 % del contraste estos dos vehículos tienden a ser más visibles en las condiciones indicadas.

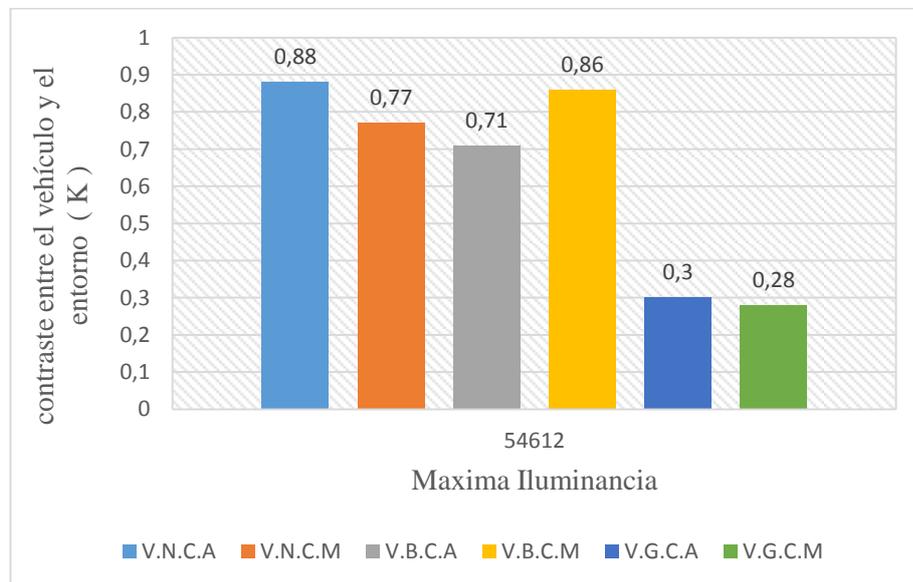


Figura 5.6 Contraste del vehículo en carretera abierta y mixta con maxima iluminancia

5.2.3 Correlación de contraste con el promedio de iluminancia

Según los resultados del contraste de la figura 5.7 son obtenidas del promedio de iluminancia de los 17 días de muestreo, y calculada mediante la fórmula de weber. El vehículo negro en carretera abierta y mixta es muy fácil de percibir entre estas dos muestras tienen una diferencia del 12 %, el vehículo blanco en carretera abierta y mixta tiene una diferencia del 14% de su valor máximo de contraste, entre estos dos vehículos y las dos condiciones presentadas son más visibles fácil de detectar, mientras que el vehículo gris sigue siendo un problema de visualización con el entorno.

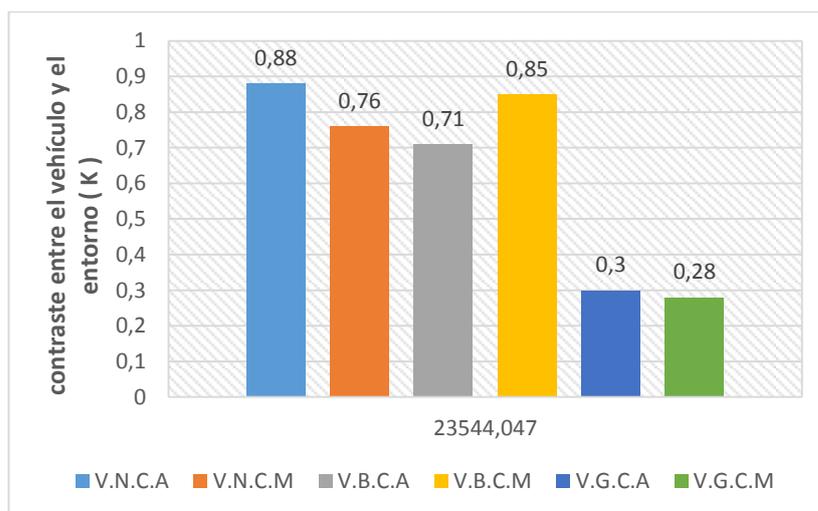


Figura 5.7 Contraste del vehículo en carretera abierta y mixta con el promedio de iluminancia

5.2.4 Correlación de contraste con mínima iluminancia

Según la figura 5.8 con mínima iluminancia, indica que el vehículo gris tiene mayor problema que los demás casos anteriores de percepción vehicular, el vehículo blanco tiene el mismo resultado con mínima y el promedio de iluminancia a excepción del vehículo negro, que tiene una diferencia del 11% de su máximo contraste en carretera abierta y esta a su vez es más visibles muy fácil de ser visto.

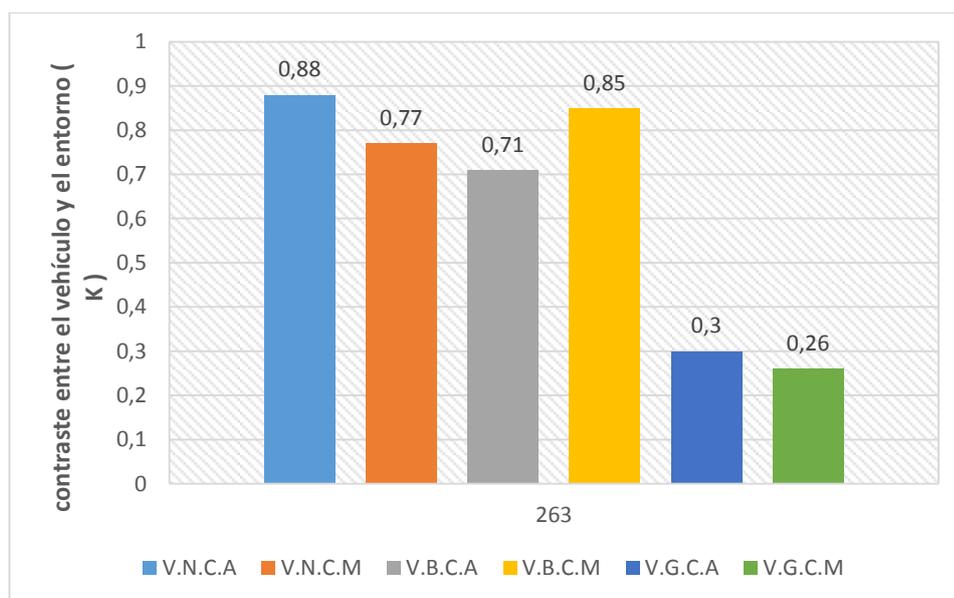


Figura 5.8 Contraste del vehículo en carretera abierta y mixta con la mínima iluminancia

5.2.5 Vehículo con luces de posición encendidas

El resultado obtenido a continuación corresponde a la tabla 4-15 representa la correlación del contraste del vehículo con luces encendidas y la iluminancia máxima, media y mínima, la luminancia de las luces de cruce de los tres vehículos para este estudio se mantiene constante.

5.2.6 Correlación de contraste con máxima iluminancia

En la figura 5.9 se puede definir que el vehículo negro en carretera mixta con las luces encendidas es más visible que en carretera abierta, en cambio el vehículo blanco con las luces encendidas en un día con la máxima iluminancia en carretera abierta el vehículo tiene un 10% de contraste visual, esto indica que el vehículo casi no se identifica con el entorno, el mismo vehículo en carretera mixta tiende a ser más visible, el vehículo gris en carretera mixta es más visible que los demás vehículos en las mismas condiciones.

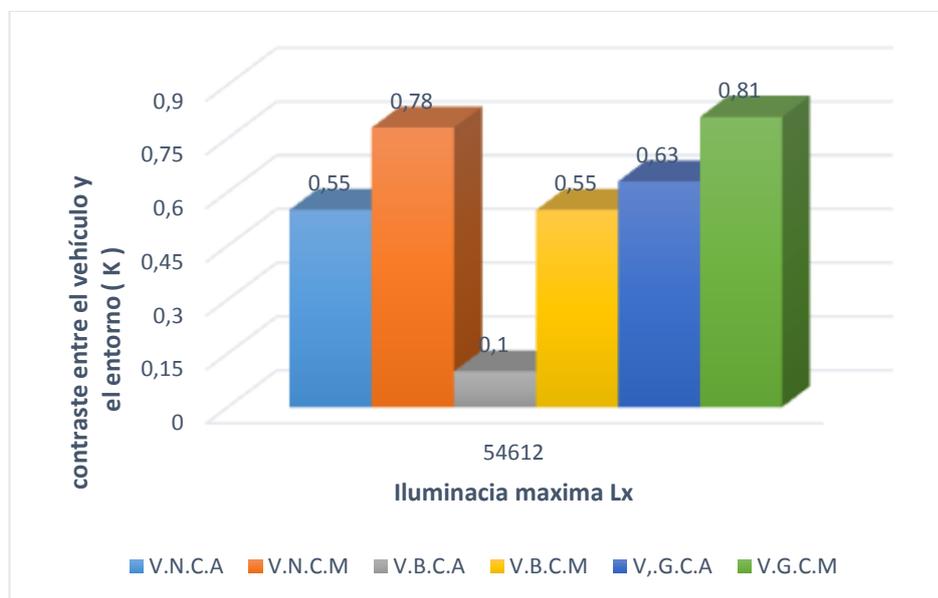


Figura 5.9 Contraste del vehículo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con la máxima iluminancia

5.2.7 Correlación de contraste con el promedio de iluminancia

Se observa en la Figura 5.10 la gráfica del promedio de iluminancia y el contraste visual, esta indica que los tres vehículos con las luces de posición encendidas muestran contrastes aceptables respecto a su entorno.



Figura 5.10 Contraste del vehículo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con el promedio de iluminancia

5.2.8 Correlación de contraste con mínima iluminancia

En la figura 5.11 los tres vehículos tienen un campo de visión aceptable, al reducir la iluminación, el contraste de los vehículos aumenta a 0.99 esto indica prácticamente si llega a 1 el entorno tiene iluminación cero, por lo tanto, es necesario utilizar las luces diurnas en poca iluminancia, que corresponde al amanecer al atardecer o en condiciones climáticas que tiende a disminuir el flujo luminoso.

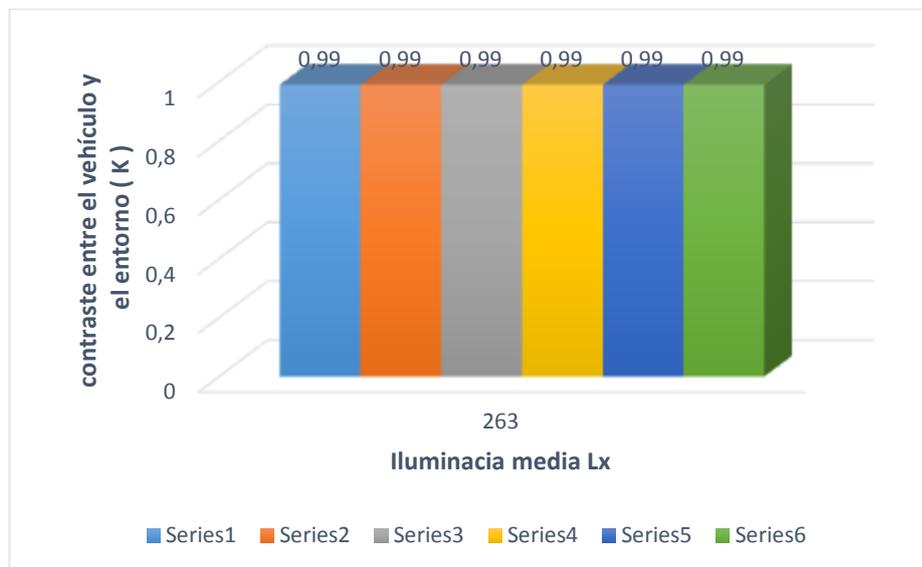


Figura 5.11 Contraste del vehículo con luces encendidas en carretera abierta y mixta con mínima iluminancia

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se tiene las siguientes conclusiones:

- La norma INEN 1155:2009 y el reglamento a ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, no obliga el uso de las luces de circulación diurna siendo un elemento principal de seguridad activa en el vehículo, la necesidad de reducir accidentes de tránsito y víctimas a nivel de Europa, todos los vehículos nuevos a partir del año 2011 deben estar implementado estas luces, en la Unión Europea en ciertas temporadas del año las condiciones de iluminación son muy semejantes a la nuestra, por lo tanto las mismas condiciones se debería aplicar en nuestro país.
- En el mes de enero del presente año se conoce a nivel nacional, según datos estadísticos dictados por la Agencia Nacional de Tránsito (Anexo 3), los accidentes de vehiculares se incrementaron en las primeras y últimas horas del día, estos accidentes podrían relacionarse con la falta de visibilidad vehicular.
- Se determinó mediante la adquisición de datos, la máxima iluminancia de la ciudad de Cuenca, es de 54612 lm/m^2 , este flujo luminoso se pudo obtener en horas diurnas de, 11:00 Am a 16:00 Pm, esto depende mucho de las condiciones meteorológicas de la ciudad de Cuenca.
- Se llegó a determinar a través del análisis estadístico el promedio de iluminancia obtenida de la ciudad de Cuenca, está por los 23652.60 Lx, dando como resultado un 60 % del porcentaje acumulado.
- La iluminancia de la ciudad de Cuenca, según los datos obtenidos a las 6:00 Am la mínima es de 3 Lx dando como un promedio de 10.64 Lx, esto indica que, al inicio del día, la iluminancia es baja, se llega a determinar que el 100% de los vehículos deben utilizar las luces para ser identificados ya que la luminancia es muy reducida por la mañana, el elemento más fácil de observar

serían las luces de los vehículos, de esta manera probablemente se reduciría accidentes de tránsito, al ver y ser visto por los peatones y conductores.

- Un vehículo de color gris con las luces apagadas, ante la iluminancia máxima de un día puesta a sol, en carretera abierta y mixta su contraste oscila, en un promedio del 29% esto indica, es muy dificultoso de percibir visualmente, lo que no sucede con un vehículo de color negro en las mismas condiciones aplicadas.
- Se llegó a determinar que un vehículo de color blanco con las luces de posición encendidas en carretera abierta con máxima iluminancia, el contraste visual es muy reducido por lo tanto tiene problemas de percepción visual o deslumbramiento, en cambio el mismo vehículo en carretera mixta su incremento del contraste visual es de un 45%.
- Al estudiar el comportamiento de la luminancia e iluminancia se llegó a determinar que los tres vehículos con mínima iluminancia con las luces de posición apagadas tiende a variar su contraste visual, esto depende mucho del color de los vehículos, alguno de estos vehículos son beneficiados otros perjudicados, en cambio los vehículos con las luces de posición encendidas, con mínima iluminación, su relación con el entorno el contraste visual se incrementa, facilitando a los conductores y peatones la presencia de los automotores a diferentes rangos de distancia.
- La luz de circulación diurna y las luces de posición incrementa el contraste, de los vehículos además incrementa la distancia de percepción de peatones y demás vehículos, aumentando el margen de la seguridad activa vehicular.

RECOMENDACIONES

- Se debería reglamentar o normalizar el uso de las luces de circulación diurna en la ciudad de Cuenca, a todos los vehículos que no lo poseen, para mayor seguridad en las vías ante conductores y peatones.
- Se recomienda diseñar un sistema de luces de circulación diurna adaptativo, para la instalación de todos los vehículos que no poseen estas luces de fábrica.
- Se recomienda a los propietarios o usuarios de los diferentes automotores llevar encendidas las LCD en horas diurnas y las luces de alumbrado durante la neblina, lluvia y noche durante 24 horas del día, los 365 días del año en las vías urbanas y rurales, esto provocaría una reducción de accidentes de tránsito.
- Se recomienda realizar el cambio de las luces de circulación diurna una vez que estas hayan sido deterioradas, para que exista mayor margen de seguridad en las vías.

BIBLIOGRAFÍA

- (INSHT), I. N. (2015). *Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos*. Madrid: Azcárate & Asocia2. Aerotecnología. (30 de Abril de 2018). *LUMINOTECNIA*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/luminotecnia.html>
- Andrés Aparicio Salazar. (21 de Diciembre de 2007). *LUCES DE CONDUCCIÓN DIURNA*. Obtenido de Estudio de implantación en España: <http://www.luchamotera.com/docs/Juan/LUCES%20CONDUCCION%20DIURNA.pdf>
- Apple. (18 de Mayo de 2018). *MacBook*. Obtenido de <https://www.apple.com/la/macbook/>
- Arduino. (15 de Mayo de 2018). *Arduino Mega 25260*. Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>
- Arrondo, V. M. (2013). *Probabilidad estadística*. Obtenido de <http://asignatura.us.es/dadpsico/apuntes/TamMuestra.pdf>
- Autodato. (7 de mayo de 2018). *Portada » Noticias del motor » Brasil prohibió la instalación de kits de Xenon en los vehículos*. Obtenido de <https://www.autodato.com/2011/06/faros-hid-xenon-prohibidos.html>
- FITSA. (2018). *Luces De Conducción Diurna. Evidencias científicas de la eficacia de las tecnologías*, 14-15.
- Gonzales, E. G. (2016). *Guía Básica de conceptos de Radiometría y Fotometría. Campos electromagnéticos - ópticas de telecomunicación*, 33.
- Hella. (2018). *Luz diurna*, 3.
- herramientas, m. y. (1 de Junio de 2018). Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/tag/cinta-de-agrimensor>
- Instruments, N. (14 de Mayo de 2018). *Adquisición de Datos*.
- luminoso, D. (28 de 02 de 2010). *Curso de dirección de fotografía*. Obtenido de <http://www.pacorosso.net/notas/cursos/cepsevilla/dimensionamiento.pdf>
- Map, G. (20 de Mayo de 2018). *Ciudad de Cuenca*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Cuenca/@-2.892183,-79.0243996,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91cd18095fc7e881:0xafd08fd090de6ff7!8m2!3d-2.9001285!4d-79.0058965>

- Naylamp. (23 de Abril de 2018). *mechatronics*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/44_Tutorial-m%C3%B3dulo-sensor-de-luz-BH1750.html
- Nikon. (24 de Mayo de 2018). *Camaras profesionales Nikon*. Obtenido de <https://www.blogdelfotografo.com/las-mejores-camaras-nikon-reflex-digitales/>
- NTE1155. (Agosto de 2009). *INEN*. Obtenido de La luz de circulación diurna que lleva esta marca de homologación ha sido homologada en los Países Bajos (E4) con el: <http://181.112.149.204/buzon/normas/1155.pdf>
- R48, E. (24 de Octubre de 2016). Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <http://www.boe.es/doue/2016/265/L00125-00242.pdf>
- R87, E. (11 de Noviembre de 2009). *CEPE TRANS/WP.29/343*.
- RTTTSV. (25 de Junio de 2012). *REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Survey. (15 de Mayo de 2018). *Tamaño de la muestra segun la poblacion*. Obtenido de <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Ventura, V. (26 de Abril de 2016). BH1750. Sensor de luz ambiental con bus I2C. Europa.
- Villarreal, D. (20 de Abril de 2018). *DiarioMotor*. Obtenido de <https://www.diariomotor.com/2015/01/21/faros-led/>

ANEXOS

Anexo 1 el valor de exposición Ev y los factores que lo determinan

A _v	f / #	T _v	Shutter Speed (Seconds)	S _v	ISO Rating	Scene			Typical Exterior	Typical Interior	
						B _v	Brightness (Ft. L)	Illuminance (Lux) (Ft. C)			
11	44	11	1 / 2000	11	6400	11	2000	120 K 11 K	Sunny Day	Well Lit Arena	
10	32	10	1 / 1000	10	3200	10	1000	60 K 5600			
9	22	9	1 / 500	9	1600	9	512	30 K 2800			
8	16	8	1 / 250	8	800	8	256	15 K 1400	Open Shade		
7	11	7	1 / 125	7	400	7	128	8 K 740			
6	8	6	1 / 60	6	200	6	64	4 K 360	Overcast Day		
5	5.6	5	1 / 30	5	100	5	32	2 K 180			
4	4	4	1 / 16	4	50	4	16	1 K 90			
3	2.8	3	1 / 8	3	25	3	8	480 45	Sunrise Sunset		Daytime
2	2	2	1 / 4	2	12	2	4	240 22			
1	1.4	1	1 / 2	1	6	1	2	120 11			
0	1	0	1	0	3	0	1	60 5.6	Twilight	Nighttime	
-1	.7	-1	2	-1	--	-1	.5	30 2.8			
-2	.5	-2	4	-2	--	-2	.25	15 1.4			
-3	-	-3	8	-3	--	-3	.12	7 0.6			

Fuente: (Gonzales, 2016)

Anexo 2 Ajuste de exposición

VE	Diafragma	Tiempo de obturación (en segundos)	Sensibilidad ASA.	Illuminación (en lux). (Entre paréntesis unos valores aproximados más prácticos).
0	1	1	3	90
1	1'4	1/2	6	180
2	2	1/4	12	360
3	2'8	1/8	25	640
4	4	1/15	50	1300
5	5'6	1/30	100	2500
6	8	1/60	200	5000
7	11	1/125	400	10000
8	16	1/250	800	20000
9	22	1/500	1600	40000
10	32	1/1000	3200	80000

Fuente: (luminoso, 2010)

Anexo 3 Siniestros según día y hora de ocurrencia a nivel nacional- enero 2018

RANGO HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL
00:00 A 00:59	9	5	7	9	5	10	8	53
01:00 A 01:59	2	8	4	4	4	6	24	52
02:00 A 02:59	11	1	3	3	5	18	22	63
03:00 A 03:59	9	2	4	3	4	16	7	45
04:00 A 04:59	8	4	3	6	6	13	8	48
05:00 A 05:59	21	6	7	11	7	15	18	85
06:00 A 06:59	20	9	14	18	8	12	15	96
07:00 A 07:59	24	17	16	21	11	8	15	112
08:00 A 08:59	18	18	15	15	8	11	10	95
09:00 A 09:59	14	16	15	10	10	18	12	95
10:00 A 10:59	18	15	12	4	12	21	6	88
11:00 A 11:59	11	17	11	8	7	7	15	76
12:00 A 12:59	15	10	21	8	9	7	11	81
13:00 A 13:59	23	17	17	18	14	6	12	107
14:00 A 14:59	25	14	17	11	11	21	7	106
15:00 A 15:59	12	14	22	8	15	15	11	97
16:00 A 16:59	22	12	8	16	18	13	14	103
17:00 A 17:59	19	18	21	14	16	14	14	116
18:00 A 18:59	5	18	16	13	14	16	18	100
19:00 A 19:59	16	9	17	13	11	12	20	98
20:00 A 20:59	10	16	16	7	19	21	12	101
21:00 A 21:59	17	14	9	10	18	19	13	100
22:00 A 22:59	9	7	10	9	10	15	11	71
23:00 A 23:59	6	9	10	15	13	12	7	72
	344	276	295	254	255	326	310	2.060

Fuente: DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito. DIRECCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS Elaboración: ANT, DEP; Quito, 14/01/2018

El resultado de los anexos 4,5 y 6, indica el tipo de carretera y la distancia que se encuentra cada vehículo con el valor de luminancia correspondiente, esta dice que un vehículo de cualquier color sea negro, blanco o gris, estando a en horas diurnas con las luces encendidas, situado a una distancia entre 20 a 240 metros, tiene la misma intensidad luminosa con su entorno que otro vehículo de color negro, blanco o gris, en horas diurnas. (Andrés Aparicio Salazar, 2007).

Anexo 4 Periodo en la mañana.

Tipo de carretera	Distancia [m]	Luminancias					Relación vehículo / entorno								
		Entorno					Coche negro		Coche gris		Coche blanco				
		Luminancia luces del vehículo [Cd/m ²]	Luminancia del asfalto [Cd/m ²]	Luminancia de la vegetación [Cd/m ²]	Luminancia del zócalo del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del horizonte del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas
Carretera abierta	240	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000028	0,000002	500	0,000038	0,000008	1000	0,000038	0,000017
	220	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000029	0,000002	500	0,000036	0,000010	1000	0,000045	0,000020
	200	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000033	0,000003	500	0,000040	0,000011	1000	0,000050	0,000022
	180	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000040	0,000003	500	0,000049	0,000014	1000	0,000062	0,000027
	160	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000052	0,000004	500	0,000064	0,000018	1000	0,000081	0,000036
	140	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000069	0,000006	500	0,000085	0,000024	1000	0,000106	0,000047
	120	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000094	0,000008	500	0,000116	0,000032	1000	0,000145	0,000064
	100	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000130	0,000011	500	0,000160	0,000044	1000	0,000200	0,000089
	80	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000204	0,000017	500	0,000251	0,000070	1000	0,000314	0,000140
	60	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000381	0,000032	500	0,000469	0,000130	1000	0,000586	0,000261
40	13500	3300	3500	780	2870	125	0,000833	0,000071	500	0,001825	0,000285	1000	0,001282	0,000570	
20	13500	3300	3500	780	2870	125	0,002549	0,000218	500	0,003138	0,000872	1000	0,003922	0,001743	
Carretera mixta	240	13500	2100	600	950	5150	125	0,000029	0,000002	500	0,000039	0,000010	1000	0,000044	0,000020
	220	13500	2100	600	950	5150	125	0,000034	0,000003	500	0,000042	0,000012	1000	0,000052	0,000023
	200	13500	2100	600	950	5150	125	0,000038	0,000003	500	0,000046	0,000013	1000	0,000058	0,000026
	180	13500	2100	600	950	5150	125	0,000048	0,000004	500	0,000059	0,000017	1000	0,000074	0,000033
	160	13500	2100	600	950	5150	125	0,000063	0,000005	500	0,000078	0,000022	1000	0,000097	0,000043
	140	13500	2100	600	950	5150	125	0,000076	0,000007	500	0,000094	0,000026	1000	0,000118	0,000052
	120	13500	2100	600	950	5150	125	0,000111	0,000009	500	0,000137	0,000038	1000	0,000171	0,000076
	100	13500	2100	600	950	5150	125	0,000145	0,000012	500	0,000179	0,000050	1000	0,000223	0,000099
	80	13500	2100	600	950	5150	125	0,000223	0,000018	500	0,000275	0,000076	1000	0,000343	0,000153
	60	13500	2100	600	950	5150	125	0,000387	0,000032	500	0,000476	0,000132	1000	0,000595	0,000264
40	13500	2100	600	950	5150	125	0,000853	0,000073	500	0,001850	0,000292	1000	0,001313	0,000584	
20	13500	2100	600	950	5150	125	0,003261	0,000279	500	0,004813	0,001115	1000	0,005816	0,002229	
Carretera cerrada	240	13500	1160	25	780	2870	125	0,000119	0,000015	500	0,000213	0,000060	1000	0,000268	0,000119
	220	13500	1160	25	780	2870	125	0,000212	0,000018	500	0,000261	0,000072	1000	0,000326	0,000145
	200	13500	1160	25	780	2870	125	0,000249	0,000021	500	0,000306	0,000085	1000	0,000383	0,000170
	180	13500	1160	25	780	2870	125	0,000324	0,000028	500	0,000399	0,000111	1000	0,000499	0,000222
	160	13500	1160	25	780	2870	125	0,000389	0,000033	500	0,000479	0,000133	1000	0,000599	0,000269
	140	13500	1160	25	780	2870	125	0,000475	0,000041	500	0,000584	0,000162	1000	0,000731	0,000325
	120	13500	1160	25	780	2870	125	0,000594	0,000051	500	0,000731	0,000203	1000	0,000913	0,000406
	100	13500	1160	25	780	2870	125	0,000890	0,000076	500	0,001096	0,000304	1000	0,001370	0,000609
	80	13500	1160	25	780	2870	125	0,001396	0,000118	500	0,001719	0,000477	1000	0,002148	0,000955
	60	13500	1160	25	780	2870	125	0,002509	0,000218	500	0,003088	0,000858	1000	0,003860	0,001718
40	13500	1160	25	780	2870	125	0,005512	0,000471	500	0,006784	0,001884	1000	0,008480	0,003769	
20	13500	1160	25	780	2870	125	0,016627	0,001421	500	0,020464	0,005684	1000	0,025580	0,011369	

Fuente: (Andrés Aparicio Salazar, 2007)

Anexo 5 Periodo al medio día.

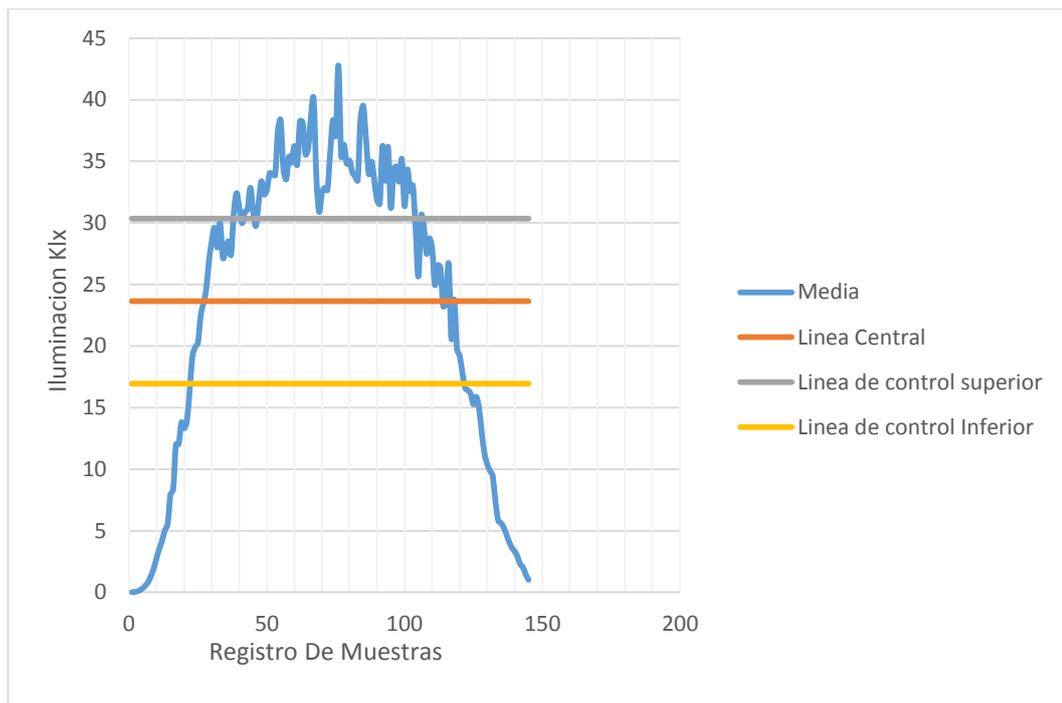
Tipo de carretera	Distancia [m]	Luminancias					Relación vehículo / entorno								
		Entorno					Coche negro		Coche gris		Coche blanco				
		Luminancia luces del vehículo [Cd/m ²]	Luminancia del asfalto [Cd/m ²]	Luminancia de la vegetación [Cd/m ²]	Luminancia del zócalo del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del horizonte del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas
Carretera abierta	240	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000029	0,000008	4100	0,000090	0,000051	7000	0,000094	0,000044
	220	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000027	0,000008	4100	0,000074	0,000060	7000	0,000113	0,000053
	200	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000030	0,000009	4100	0,000083	0,000068	7000	0,000126	0,000115
	180	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000037	0,000011	4100	0,000102	0,000083	7000	0,000155	0,000142
	160	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000048	0,000014	4100	0,000133	0,000108	7000	0,000202	0,000185
	140	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000063	0,000018	4100	0,000176	0,000143	7000	0,000267	0,000244
	120	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000086	0,000023	4100	0,000239	0,000195	7000	0,000363	0,000332
	100	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000119	0,000034	4100	0,000330	0,000269	7000	0,000502	0,000459
	80	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000188	0,000054	4100	0,000521	0,000424	7000	0,000799	0,000723
	60	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000350	0,000100	4100	0,000971	0,000790	7000	0,001474	0,001349
40	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,000766	0,000219	4100	0,002123	0,001727	7000	0,003222	0,002949	
20	13500	4050	2500	1000	6500	520	0,002344	0,000670	4100	0,004497	0,002959	7000	0,009861	0,009024	
Carretera mixta	240	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000026	0,000007	4100	0,000089	0,000058	7000	0,000100	0,000049
	220	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000030	0,000009	4100	0,000084	0,000060	7000	0,000128	0,000111
	200	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000034	0,000010	4100	0,000094	0,000077	7000	0,000143	0,000131
	180	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000043	0,000012	4100	0,000120	0,000099	7000	0,000183	0,000167
	160	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000057	0,000016	4100	0,000157	0,000128	7000	0,000239	0,000219
	140	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000069	0,000020	4100	0,000191	0,000155	7000	0,000290	0,000269
	120	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000100	0,000028	4100	0,000277	0,000226	7000	0,000421	0,000385
	100	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000131	0,000037	4100	0,000362	0,000295	7000	0,000550	0,000503
	80	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000201	0,000057	4100	0,000557	0,000453	7000	0,000845	0,000773
	60	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000340	0,000099	4100	0,000964	0,000785	7000	0,001464	0,001339
40	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,000768	0,000220	4100	0,002129	0,001732	7000	0,003231	0,002957	
20	13500	3600	2000	1028	5500	520	0,002934	0,000839	4100	0,008134	0,006617	7000	0,012346	0,011297	
Carretera cerrada	240	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000033	0,000015	4100	0,000141	0,000115	7000	0,000214	0,000154
	220	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000062	0,000018	4100	0,000171	0,000138	7000	0,000290	0,000230
	200	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000072	0,000021	4100	0,000201	0,000163	7000	0,000305	0,000279
	180	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000095	0,000027	4100	0,000262	0,000213	7000	0,000390	0,000364
	160	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000113	0,000032	4100	0,000315	0,000256	7000	0,000477	0,000437
	140	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000138	0,000040	4100	0,000384	0,000312	7000	0,000582	0,000533
	120	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000173	0,000053	4100	0,000480	0,000390	7000	0,000728	0,000664
	100	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000259	0,000074	4100	0,000719	0,000585	7000	0,001092	0,000999
	80	13500	1600	1500	980	6300	520	0,000407	0,000114	4100	0,001128	0,000918	7000	0,001712	0,001567

Anexo 6 Periodo por la tarde.

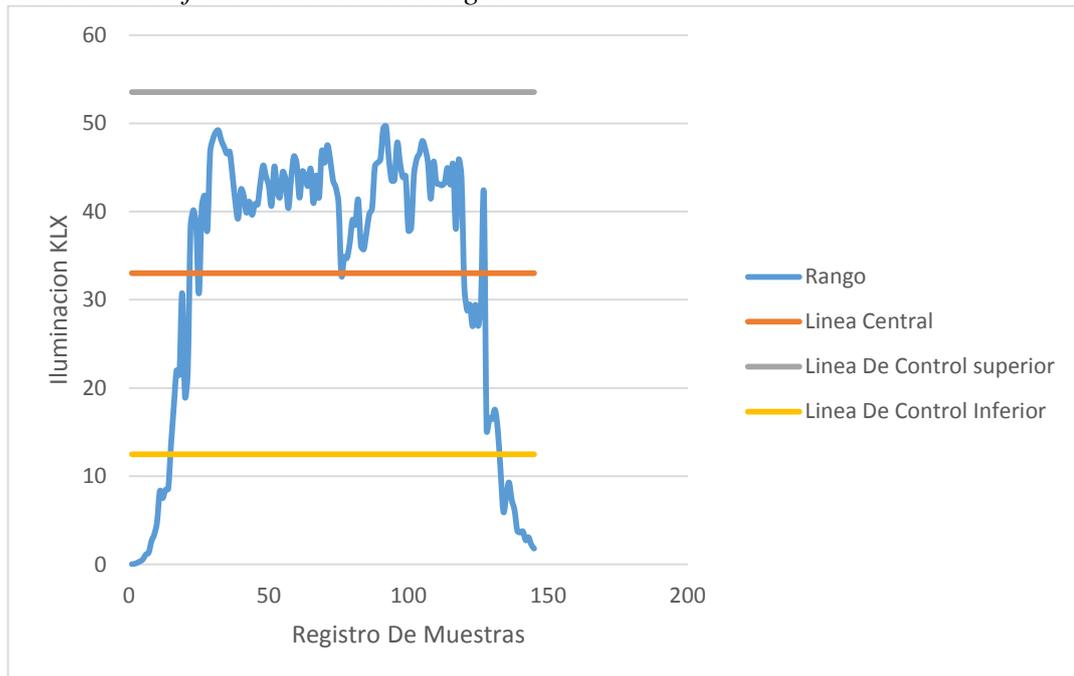
Tipo de carretera	Distancia [m]	Luminancias						Relación vehículo / entorno							
		Entorno						Coche negro		Coche gris		Coche blanco			
		Luminancia luces del vehículo [Cd/m ²]	Luminancia del asfalto [Cd/m ²]	Luminancia de la vegetación [Cd/m ²]	Luminancia del zóvit del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del horizonte del cielo [Cd/m ²]	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas	Luminancia del vehículo [Cd/m ²]	Coef. luces encendidas	Coef. luces apagadas
Carretera abierta	240	13500	41	21	110	330	30	0,000802	0,000013	300	0,000714	0,000132	270	0,000702	0,000119
	220	13500	41	21	110	330	30	0,000723	0,000016	300	0,000851	0,000158	270	0,000837	0,000142
	200	13500	41	21	110	330	30	0,000809	0,000018	300	0,000952	0,000176	270	0,000936	0,000159
	180	13500	41	21	110	330	30	0,000995	0,000022	300	0,001170	0,000217	270	0,001151	0,000195
	160	13500	41	21	110	330	30	0,001299	0,000028	300	0,001529	0,000283	270	0,001503	0,000255
	140	13500	41	21	110	330	30	0,001714	0,000037	300	0,002016	0,000373	270	0,001982	0,000336
	120	13500	41	21	110	330	30	0,002332	0,000051	300	0,002744	0,000508	270	0,002698	0,000457
	100	13500	41	21	110	330	30	0,003220	0,000070	300	0,003788	0,000702	270	0,003725	0,000631
	80	13500	41	21	110	330	30	0,005074	0,000111	300	0,005969	0,001105	270	0,005870	0,000985
	60	13500	41	21	110	330	30	0,009463	0,000204	300	0,011132	0,002062	270	0,010947	0,001855
40	13500	41	21	110	330	30	0,020686	0,000453	300	0,024337	0,004507	270	0,023931	0,004056	
20	13500	41	21	110	330	30	0,063306	0,001376	300	0,074478	0,013792	270	0,073236	0,012413	
Carretera mixta	240	13500	143	63	460	4600	30	0,000043	0,000001	300	0,000048	0,000000	270	0,000047	0,000000
	220	13500	143	63	460	4600	30	0,000048	0,000001	300	0,000057	0,000011	270	0,000056	0,000009
	200	13500	143	63	460	4600	30	0,000054	0,000001	300	0,000063	0,000012	270	0,000062	0,000011
	180	13500	143	63	460	4600	30	0,000060	0,000002	300	0,000081	0,000015	270	0,000080	0,000014
	160	13500	143	63	460	4600	30	0,000090	0,000002	300	0,000106	0,000020	270	0,000104	0,000018
	140	13500	143	63	460	4600	30	0,000109	0,000002	300	0,000128	0,000024	270	0,000126	0,000021
	120	13500	143	63	460	4600	30	0,000159	0,000003	300	0,000187	0,000035	270	0,000183	0,000031
	100	13500	143	63	460	4600	30	0,000207	0,000005	300	0,000244	0,000048	270	0,000240	0,000044
	80	13500	143	63	460	4600	30	0,000318	0,000007	300	0,000375	0,000069	270	0,000368	0,000062
	60	13500	143	63	460	4600	30	0,000552	0,000012	300	0,000649	0,000120	270	0,000638	0,000108
40	13500	143	63	460	4600	30	0,001218	0,000027	300	0,001433	0,000265	270	0,001409	0,000229	
20	13500	143	63	460	4600	30	0,004653	0,000101	300	0,005475	0,001014	270	0,005383	0,000912	
Carretera cerrada	240	13500	18	8	110	330	30	0,004805	0,000087	300	0,004719	0,000073	270	0,004633	0,0000785
	220	13500	18	8	110	330	30	0,004864	0,000106	300	0,005723	0,001060	270	0,005627	0,000954
	200	13500	18	8	110	330	30	0,005707	0,000124	300	0,006714	0,001243	270	0,006603	0,001119
	180	13500	18	8	110	330	30	0,007442	0,000162	300	0,008756	0,001621	270	0,008610	0,001459
	160	13500	18	8	110	330	30	0,008934	0,000195	300	0,010510	0,001948	270	0,010335	0,001752
	140	13500	18	8	110	330	30	0,010896	0,000237	300	0,012819	0,002374	270	0,012605	0,002136
	120	13500	18	8	110	330	30	0,013620	0,000297	300	0,016023	0,002967	270	0,015756	0,002671
	100	13500	18	8	110	330	30	0,020430	0,000445	300	0,024035	0,004433	270	0,023634	0,004008
	80	13500	18	8	110	330	30	0,032039	0,000698	300	0,037693	0,006990	270	0,037065	0,006288
	60	13500	18	8	110	330	30	0,057570	0,001254	300	0,067736	0,012544	270	0,066607	0,011289
40	13500	18	8	110	330	30	0,126460	0,002735	300	0,148787	0,027553	270	0,146387	0,024798	
20	13500	18	8	110	330	30	0,381515	0,008112	300	0,448841	0,083110	270	0,441361	0,074807	

Fuente: (Andrés Aparicio Salazar, 2007)

Anexo 7 Graficas De Control De Medias



Anexo 8 Grafica de control de rangos



Anexo 9 Fotómetro y sensor BH-1750



Código en R. Studio para el análisis estadístico.

```
# lee datos del excel
datos<- read.csv("E:\\datos1.csv",header=TRUE,sep=";")
# Lista de paquetes de funciones a instalar
.packages = c("ggplot2")
```

```

# Lista de paquetes de funciones a instalar
.packages = c("ggplot2")

# LONGITUD DEL VECTOR
length(datos[[2]])

# DIA # 1

# media aritmetica
mediaAr1<-mean(datos[[2]])
print(mediaAr1)

# desviacion estandar
desviacionEs1=sd(datos[[2]])
print(desviacionEs1)

# varianza
varianza1=var(datos[[2]])
print(varianza1)

# rango
rango1=range(datos[[2]])
print(rango1)

# media geometrica

mediageo1=exp(mean(log(datos[[2]])))

# DIA # 2
# LONGITUD DEL VECTOR
length(datos[[3]])

# media aritmetica
mediaAr2<-mean(datos[[3]])
print(mediaAr2)

# desviacion estandar
desviacionEs2=sd(datos[[3]])
print(desviacionEs2)

# ( varianza ")
varianza2=var(datos[[3]])
print(varianza2)

# ("Calculamos el rango ")
rango2=range(datos[[3]])
print(rango2)

print("Calculamos la media geometrica ")

mediageo2=exp(mean(log(datos[[3]])))

# DIA # 3

print("Calculamos la media ")
mediaAr3<-mean(datos[[4]])
print(mediaAr3)

print("Calculamos la desviacion estandar ")

```

```

desviacionEs3=sd(datos[[4]])
print(desviacionEs3)

print("Calculamos la varianza ")
varianza3=var(datos[[4]])
print(varianza3)

print("Calculamos el rango ")
rango3=range(datos[[4]])
print(rango3)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo3<-mean(log(datos[[4]]))
exp(mean(log(datos[[4]])))

# DIA # 4

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr4<-mean(datos[[5]])
print(mediaAr4)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs4=sd(datos[[5]])
print(desviacionEs4)

print("Calculamos la varianza ")
varianza4=var(datos[[5]])
print(varianza4)

print("Calculamos el rango ")
rango4=range(datos[[5]])
print(rango4)

print("Calculamos la media geometrica ")

mediageo4=exp(mean(log(datos[[5]])))

# DIA # 5

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr5<-mean(datos[[6]])
print(mediaAr5)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs5=sd(datos[[6]])
print(desviacionEs5)

print("Calculamos la varianza ")
varianza5=var(datos[[6]])
print(varianza5)

print("Calculamos el rango d ")
rango5=range(datos[[6]])
print(rango5)

print("Calculamos la media geometrica ")

mediageo5=exp(mean(log(datos[[6]])))

```

```

# DIA # 6

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr6<-mean(datos[[7]])
print(mediaAr6)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs6=sd(datos[[7]])
print(desviacionEs6)

print("Calculamos la varianza ")
varianza6=var(datos[[7]])
print(varianza6)

print("Calculamos el rango ")
rango6=range(datos[[7]])
print(rango6)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo6=exp(mean(log(datos[[7]])))

```

```

# DIA # 7

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr7<-mean(datos[[8]])
print(mediaAr7)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs7=sd(datos[[8]])
print(desviacionEs7)

print("Calculamos la varianza ")
varianza7=var(datos[[8]])
print(varianza7)

print("Calculamos el rango ")
rango7=range(datos[[8]])
print(rango7)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo7=exp(mean(log(datos[[8]])))

```

```

# DIA # 8

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr8<-mean(datos[[9]])
print(mediaAr8)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs8=sd(datos[[9]])
print(desviacionEs8)

print("Calculamos la varianza ")
varianza8=var(datos[[9]])
print(varianza8)

print("Calculamos el rango ")
rango8=range(datos[[9]])
print(rango8)

```

```
print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo8=exp(mean(log(datos[[9]])))
```

```
# DIA # 9
```

```
print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr9<-mean(datos[[10]])
print(mediaAr9)
```

```
print("Calculamos la desviacion ")
desviacionEs9=sd(datos[[10]])
print(desviacionEs9)
```

```
print("Calculamos la varianza ")
varianza9=var(datos[[10]])
print(varianza9)
```

```
print("Calculamos el rango ")
rango9=range(datos[[10]])
print(rango9)
```

```
print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo9=exp(mean(log(datos[[10]])))
```

```
# DIA # 10
```

```
print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr10<-mean(datos[[11]])
print(mediaAr10)
```

```
print("Calculamos la desviacion ")
desviacionEs10=sd(datos[[11]])
print(desviacionEs10)
```

```
print("Calculamos la varianza ")
varianza10=var(datos[[11]])
print(varianza10)
```

```
print("Calculamos el rango ")
rango10=range(datos[[11]])
print(rango10)
```

```
print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo10=exp(mean(log(datos[[11]])))
```

```
# DIA # 11
```

```
print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr11<-mean(datos[[12]])
print(mediaAr11)
```

```
print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs11=sd(datos[[12]])
print(desviacionEs11)
```

```
print("Calculamos la varianza ")
varianza11=var(datos[[12]])
```

```

print(varianza11)

print("Calculamos el rango ")
rango11=range(datos[[12]])
print(rango11)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo11=exp(mean(log(datos[[12]])))

# DIA # 12

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr12<-mean(datos[[13]])
print(mediaAr12)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs12=sd(datos[[13]])
print(desviacionEs12)

print("Calculamos la varianza ")
varianza12=var(datos[[13]])
print(varianza12)

print("Calculamos el rango ")
rango12=range(datos[[13]])
print(rango12)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo12=exp(mean(log(datos[[13]])))

# DIA # 13

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr13<-mean(datos[[14]])
print(mediaAr13)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs13=sd(datos[[14]])
print(desviacionEs13)

print("Calculamos la varianza ")
varianza13=var(datos[[14]])
print(varianza13)

print("Calculamos el rango ")
rango13=range(datos[[14]])
print(rango13)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo13=exp(mean(log(datos[[14]])))

# DIA # 14

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr14<-mean(datos[[15]])
print(mediaAr14)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs14=sd(datos[[15]])
print(desviacionEs14)

```

```

print("Calculamos la varianza ")
varianza14=var(datos[[15]])
print(varianza14)

print("Calculamos el rango ")
rango14=range(datos[[15]])
print(rango14)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo14=exp(mean(log(datos[[15]])))

#   DIA # 15

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr15<-mean(datos[[16]])
print(mediaAr15)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs15=sd(datos[[16]])
print(desviacionEs15)

print("Calculamos la varianza ")
varianza15=var(datos[[16]])
print(varianza15)

print("Calculamos el rango ")
rango15=range(datos[[16]])
print(rango15)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo15=exp(mean(log(datos[[16]])))

#   DIA # 16

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr16<-mean(datos[[17]])
print(mediaAr16)

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs16=sd(datos[[17]])
print(desviacionEs16)

print("Calculamos la varianza ")
varianza16=var(datos[[17]])
print(varianza16)

print("Calculamos el rango ")
rango16=range(datos[[17]])
print(rango16)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo16=exp(mean(log(datos[[17]])))

#   DIA # 17

print("Calculamos la media aritmetica ")
mediaAr17<-mean(datos[[18]])
print(mediaAr17)

```

```

print("Calculamos la desviacion estandar ")
desviacionEs17=sd(datos[[18]])
print(desviacionEs17)

print("Calculamos la varianza ")
varianza17=var(datos[[18]])
print(varianza17)

print("Calculamos el rango ")
rango17=range(datos[[18]])
print(rango17)

print("Calculamos la media geometrica ")
mediageo17=exp(mean(log(datos[[18]])))

#          GRAFICAS

# GRAFICA DE BARRAS DE LA MEDIA ARITMETICA

heights1=c(mediaAr1,mediaAr2,mediaAr3,mediaAr4,mediaAr5,mediaAr6,mediaAr7,mediaAr8,mediaAr9,mediaAr10,mediaAr11,mediaAr12,mediaAr13,mediaAr14,mediaAr15,mediaAr16,mediaAr17)

opar <- par(lwd = 0.9)
barplot(heights1,xlim=c(0,3.2), ylim=c(0,38000), width=0.1,
        main="MEDIA ARITMETICA DE LOS DÍAS DE LUX",
        names.arg=c("DIA 1", "DIA 2", "DIA3","DIA4", "DIA5",
                    "DIA6",          "DIA7",          "DIA8",          "DIA9",
                    "DIA10","DIA11","DIA12","DIA13","DIA14","DIA15","DIA16","DIA17"), ylab="LUX ",
        xlab="DIAS DE MUESTRAS", col=c("darkblue","red"),
        cex.names=0.7,space=c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))
grid(nx = 10, ny = 10, col = "black", equilog = TRUE)

#legend("topright",          legend          =
c(mediaAr1,mediaAr2,mediaAr3,mediaAr4,mediaAr5,mediaAr6,mediaAr7,mediaAr8,mediaAr9,mediaAr10,mediaAr11), fill = c("darkblue", "red"))

# GRAFICA DE BARRAS DE LA MEDIA GEOMETRICA

heights2=c(mediageo1,mediageo2,mediageo3,mediageo4,mediageo5,mediageo6,mediageo7,mediageo8,mediageo9,mediageo10,mediageo11,mediageo12,mediageo13,mediageo14,mediageo15,mediageo16,mediageo17)

opar <- par(lwd = 0.9)

barplot(heights2,xlim=c(0,3.2), ylim=c(0,25000), width=0.1,
        main="MEDIA GEOMETRICA",
        names.arg=c("DIA 1", "DIA 2", "DIA3","DIA4", "DIA5",
                    "DIA6",          "DIA7",          "DIA8",          "DIA9",
                    "DIA10","DIA11","DIA12","DIA13","DIA14","DIA15","DIA16","DIA17"), ylab="lux ",
        xlab="Días De Muestras", col=c("gray","maroon"),
        cex.names=0.7,space=c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))
grid(nx = 10, ny = 10, col = "black", equilog = TRUE)

# GRAFICA DE BARRAS DE LA VARIANZA
heights3=c(varianza1,varianza2,varianza3,varianza4,varianza5,varianza6,varianza7,varianza8,varianza9,varianza10,varianza11,varianza12,varianza13,varianza14,varianza15,varianza16,varianza17)

```

```

opar <- par(lwd = 0.9)

barplot(heights3,xlim=c(0,3.2), ylim=c(0,500000000), width=0.1,
        main="VARIANZA",
        names.arg=c("DIA 1", "DIA 2", "DIA3","DIA4", "DIA5",
                    "DIA6", "DIA7", "DIA8", "DIA9",
                    "DIA10","DIA11","DIA12","DIA13","DIA14","DIA15","DIA16","DIA17"), ylab=" LUX ",
        xlab=" Días De Muestras ", col=c("burlywood4","brown3"),
        cex.names=0.7,space=c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))
grid(nx = 10, ny = 10, col = "black", equilog = TRUE)

# GRAFICA DE BARRAS DE LA DESVIACION ESTANDAR

heights4=c(desviacionEs1,desviacionEs2,desviacionEs3,desviacionEs4,desviacionEs5,desviacionEs6,
desviacionEs7,desviacionEs8,desviacionEs9,desviacionEs10,desviacionEs11,desviacionEs12,desviacionEs13,desviacionEs14,desviacionEs15,desviacionEs16,desviacionEs17)

opar <- par(lwd = 0.9)

barplot(heights4,xlim=c(0,3.2), ylim=c(0,22000), width=0.1,
        main=" DESVIACIÓN ESTÁNDAR ",
        names.arg=c("DIA 1", "DIA 2", "DIA3","DIA4", "DIA5",
                    "DIA6", "DIA7", "DIA8", "DIA9",
                    "DIA10","DIA11","DIA12","DIA13","DIA14","DIA15","DIA16","DIA17"), ylab=" LUX ",
        xlab=" Días De Muestras ", col=c("burlywood4","brown3"),
        cex.names=0.7,space=c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))
grid(nx = 10, ny = 10, col = "black", equilog = TRUE)

# GRAFICA DE BARRAS DEL RANGO

gra<-
c(rango1,rango2,rango3,rango4,rango5,rango6,rango7,rango8,rango9,rango10,rango11,rango12,rango13,rango14,rango15)
barplot(gra,main=" RANGO",xlab=("DIA1 DIA2 DIA3 DIA4 DIA5 DIA6 DIA7 DIA8 DIA9
DIA10 DIA11 DIA12 DIA13 DIA14 DIA15"),ylab = "PORCENTAJE",space = F,col =
rainbow(12))
grid(nx = 25, ny = 25, col = "black", equilog = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 1
# sacar distribucion normal
dn1 <- dnorm(datos[[2]], mean = mediaAr1, sd = desviacionEs1, log = F)
barplot(dn1,main=" Histograma dia 1 ",xlab="lux de dia 1",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
grid(nx = 25, ny = 25, col = "black", equilog = TRUE)
plot(datos[[2]],dn1,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 1",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr1,desviacionEs1),ylim=c(0,1),xlim=c(rango1),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilog = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 2
#
# sacar distribucion normal
dn2 <- dnorm(datos[[3]], mean = mediaAr2, sd = desviacionEs2, log = F)
barplot(dn2,main=" Histograma dia 2 ",xlab="lux de dia 2",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))

```

```

plot(datos[[3]],dn2,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 2",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr2,desviacionEs2),ylim=c(0,1),xlim=c(rango2),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 3
#
# sacar distribucion normal
dn3 <- dnorm(datos[[4]], mean = mediaAr3, sd = desviacionEs3, log = F)
barplot(dn3,main=" Histograma dia 3 ",xlab="lux de dia 3",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[4]],dn3,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 3",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr3,desviacionEs3),ylim=c(0,1),xlim=c(rango3),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 4
#
# sacar distribucion normal
dn4 <- dnorm(datos[[5]], mean = mediaAr4, sd = desviacionEs4, log = F)
barplot(dn4,main=" Histograma dia 4 ",xlab="lux de dia 4",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[5]],dn4,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 4",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr4,desviacionEs4),ylim=c(0,1),xlim=c(rango4),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 5
#
# sacar distribucion normal
dn5 <- dnorm(datos[[6]], mean = mediaAr5, sd = desviacionEs5, log = F)
barplot(dn5,main=" Histograma dia 5 ",xlab="lux de dia 5",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[6]],dn5,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 5",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr5,desviacionEs5),ylim=c(0,1),xlim=c(rango5),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 6
#
# sacar distribucion normal
dn6 <- dnorm(datos[[7]], mean = mediaAr6, sd = desviacionEs6, log = F)
barplot(dn6,main=" Histograma dia 6 ",xlab="lux de dia 6",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[7]],dn6,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 6",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr6,desviacionEs6),ylim=c(0,1),xlim=c(rango6),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 7
#
# sacar distribucion normal
dn7 <- dnorm(datos[[8]], mean = mediaAr7, sd = desviacionEs7, log = F)
barplot(dn7,main=" Histograma dia 7 ",xlab="lux de dia 7",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[8]],dn7,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 7",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr7,desviacionEs7),ylim=c(0,0),xlim=c(rango7),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

```

```

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 8
#
# sacar distribucion normal
dn8 <- dnorm(datos[[9]], mean = mediaAr8, sd = desviacionEs8, log = F)
barplot(dn8,main=" Histograma Dia 8 ",xlab="lux de dia 8",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[9]],dn8,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 8",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr8,desviacionEs8),ylim=c(0,1),xlim=c(rango8),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 9
#
# sacar distribucion normal
dn9 <- dnorm(datos[[10]], mean = mediaAr9, sd = desviacionEs9, log = F)
barplot(dn9,main=" Histograma Dia 9 ",xlab="lux de dia 9",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[10]],dn9,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 9",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr9,desviacionEs9),ylim=c(0,1),xlim=c(rango9),col="blue",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 10
#
# sacar distribucion normal
dn10 <- dnorm(datos[[11]], mean = mediaAr10, sd = desviacionEs10, log = F)
barplot(dn10,main=" Histograma Dia 10 ",xlab="lux de dia 10",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[11]],dn10,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 10",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr10,desviacionEs10),ylim=c(0,1),xlim=c(rango10),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 11
#
# sacar distribucion normal
dn11 <- dnorm(datos[[12]], mean = mediaAr11, sd = desviacionEs11, log = F)
barplot(dn11,main=" Histograma Dia 11 ",xlab="lux de dia 11",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[12]],dn11,main=" campana de gauss ",xlab="lux de dia 11",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr11,desviacionEs11),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 12
#
# sacar distribucion normal
dn12 <- dnorm(datos[[13]], mean = mediaAr12, sd = desviacionEs12, log = F)
barplot(dn12,main=" Histograma Dia 12 ",xlab="lux de dia 12",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[13]],dn12,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 12",xlab="lux de dia 12",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr12,desviacionEs12),ylim=c(0,1),xlim=c(rango12),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)

```

```

grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

#   GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 13
#
#   sacar distribucion normal
dn13 <- dnorm(datos[[14]], mean = mediaAr13, sd = desviacionEs13, log = F)
barplot(dn13,main=" Histograma Dia 13 ",xlab="lux de dia 13",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[14]],dn13,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 13",xlab="lux de dia 13",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr13,desviacionEs13),ylim=c(0,1),xlim=c(rango13),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

#   GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 14
#
#   sacar distribucion normal
dn14 <- dnorm(datos[[15]], mean = mediaAr14, sd = desviacionEs14, log = F)
barplot(dn14,main=" Histograma Dia 14 ",xlab="lux de dia 14",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[15]],dn14,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 14",xlab="lux de dia 14",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr14,desviacionEs14),ylim=c(0,1),xlim=c(rango14),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

#   GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 15
#
#   sacar distribucion normal
dn15 <- dnorm(datos[[16]], mean = mediaAr15, sd = desviacionEs15, log = F)
barplot(dn15,main=" Histograma Dia 15 ",xlab="lux de dia 15",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
plot(datos[[16]],dn15,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 15",xlab="lux de dia 15",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediaAr15,desviacionEs15),ylim=c(0,1),xlim=c(rango15),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)

#   GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 16
#
#   sacar distribucion normal
dn16 <- dnorm(datos[[17]], mean = mediaAr16, sd = desviacionEs16, log = F)
barplot(dn16,main=" Histograma Dia 16 ",xlab="lux de dia 16",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(16))
plot(datos[[17]],dn16,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 16",xlab="lux de dia 16",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(16))
curve(dnorm(x,mediaAr16,desviacionEs16),ylim=c(0,1),xlim=c(rango16),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 16, ny = 16, col = "black", equilogs = TRUE)

#   GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA 17
#
#   sacar distribucion normal
dn17 <- dnorm(datos[[18]], mean = mediaAr17, sd = desviacionEs17, log = F)

```

```

barplot(dn17,main=" Histograma Dia 17 ",xlab="lux de dia 17",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(17))
plot(datos[[18]],dn17,main=" CAMPANA DE GAUSS DIA 17",xlab="lux de dia 17",ylab =
"densidad de probabilidad",lwd=1,col = rainbow(17))
curve(dnorm(x,mediaAr17,desviacionEs17),ylim=c(0,1),xlim=c(rango17),col="blue",lwd=3,add=TR
UE)
grid(nx = 17, ny = 17, col = "black", equilogs = TRUE)

# Distribución normal
plot(datos[[4]],dn3,main=" Campana De Gauss ",xlab="lux ",ylab = "Densidad De
Probabilidad",lwd=1,col = "3")
curve(dnorm(x,mediaAr3,desviacionEs3),ylim=c(0,1),xlim=c(0,1),col="3",lwd=3,add=TRUE)
grid(nx = 17, ny = 17, col = "black", equilogs = TRUE)
labels3 <- c("DIA3")
curve(dnorm(x,mediaAr1,desviacionEs1),ylim=c(0,1),xlim=c(rango1),col="1",lwd=3,add=TRUE)
labels1 <- c("DIA1")
curve(dnorm(x,mediaAr2,desviacionEs2),ylim=c(0,1),xlim=c(rango2),col="2",lwd=3,add=TRUE)
labels2 <- c("DIA2")
curve(dnorm(x,mediaAr4,desviacionEs4),ylim=c(0,1),xlim=c(rango4),col="4",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr5,desviacionEs5),ylim=c(0,1),xlim=c(rango5),col="5",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr6,desviacionEs6),ylim=c(0,1),xlim=c(rango6),col="6",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr7,desviacionEs7),ylim=c(0,1),xlim=c(rango7),col="7",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr8,desviacionEs8),ylim=c(0,1),xlim=c(rango8),col="8",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr9,desviacionEs9),ylim=c(0,1),xlim=c(rango9),col="9",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr10,desviacionEs10),ylim=c(0,1),xlim=c(rango10),col="187",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr11,desviacionEs11),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="11",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr12,desviacionEs12),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="12",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr13,desviacionEs13),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="13",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr14,desviacionEs14),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="14",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr15,desviacionEs15),ylim=c(0,1),xlim=c(rango11),col="15",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr16,desviacionEs16),ylim=c(0,1),xlim=c(rango16),col="16",lwd=3,add=TRUE)
curve(dnorm(x,mediaAr17,desviacionEs17),ylim=c(0,1),xlim=c(rango17),col="17",lwd=3,add=TRUE)

legend("right", legend = c("DIA 1","DIA 2","DIA 3","DIA 4","DIA 5","DIA 6","DIA 7","DIA
8","DIA 9","DIA 10","DIA 11","DIA 12","DIA 13","DIA 14","DIA 15","DIA 16","DIA 17"),
fill = c("1","2","3","4","5","6","7","8","9","187","11","12","13","14","15","16","17"))

# campana de gauss de todas

mediatotal=((mediaAr1+mediaAr2+mediaAr3+mediaAr4+mediaAr5+mediaAr6+mediaAr7+mediaAr
8+mediaAr9+mediaAr10+mediaAr11+mediaAr12+mediaAr13+mediaAr14+mediaAr15+mediaAr16+
mediaAr17)/17)
print(mediatotal)

desvicionEtotal=(17328.5773787444000000)

print(desvicionEtotal)

# GRAFICAS HISTOGRAMA Y CAMPANA DE GAUSS DEL DIA total
#
# sacar distribución normal

dnt <- dnorm(datos[[15]], mean = mediatotal, sd = desvicionEtotal, log = F)
barplot(dnt,main=" Histograma total ",xlab="lux de dia total",ylab = "densidad de
probabilidad",space=F,col = rainbow(15))
grid(nx = 15, ny = 15, col = "black", equilogs = TRUE)
plot(datos[[15]],dnt,main=" campana de gauss total ",xlab="lux de dia total",ylab = "densidad de
probabilidad",lwd=0.1,col = rainbow(15))
curve(dnorm(x,mediatotal,desvicionEtotal),ylim=c(0,1),xlim=c(rango1),col="blue",lwd=3,add=TRUE
)
grid(nx = 10, ny = 10, col = "black", equilogs = TRUE)

```

