



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Ambiental

“Análisis de la calidad del aire ambiente en el casco central de la parroquia rural El Valle del cantón Cuenca-Ecuador”

**Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Ambiental**

Autor:
Marcelo Israel Quezada Ochoa
C.I. 0106626088
miqo2404@gmail.com

Directora:
Ing. Ana Lucía Astudillo Alemán. MSc
C.I. 0103681557

Cuenca-Ecuador

03/03/2020



RESUMEN

A nivel mundial la calidad del aire se ha visto perturbada los últimos años por actividades antrópicas, ocasionando la degradación de: la flora, fauna y la salud de las personas. Este proyecto busca evaluar la calidad del aire ambiente de la parroquia El Valle del cantón Cuenca, asociado a contaminantes como: ruido (Nivel de Presión Sonora), material sedimentable, material particulado (PM10 y PM2,5). Para el estudio se consideraron 12 puntos de muestreo. Para análisis de Nivel de Presión Sonora, se utilizó un sonómetro marca (TESTO t-816-1), con especificaciones IEC 61672-1 Clase 2; para la determinación de las concentraciones de material particulado (PM10 y PM2,5), se empleó un equipo automático marca DustScan Scout^{TN} modelo 3020; y para el estudio de material sedimentable empleó la metodología Method 502. Method of Air Sampling and Analysis, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988, estipulado en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador. El monitoreo se efectuó durante los meses de Junio y Julio del 2019. Para el monitoreo de ruido, el tiempo de medición fue de 1 hora, en horarios considerados picos (06:30h a 07:30h, 12:30h a 13:30h y 19:00h a 20:00h). El tiempo de monitoreo de material particulado (PM10 y PM2,5) fue de 30 min con cada filtro. Los niveles de presión sonora registrados oscilaron entre 44,31 dB a 76,33 dB, superando la normativa nacional correspondiendo al 83 % de los sitios de monitoreo; las concentraciones de material particulado PM10 oscilaron entre los 5,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 118,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el 17 % de los sitios monitoreados no cumplen la normativa nacional; para PM2,5 las concentraciones oscilaron entre los 3,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 131,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, donde el 42 % de los sitios de monitoreo incumplieron con la normativa nacional; y finalmente las concentraciones de material sedimentable fueron de 0,22 mg/cm^2 a 4,24 mg/cm^2 , donde se incumplen con la normativa nacional el 33 % de los sitios de monitoreo. Se concluye que en los 3 puntos de monitoreo ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig, presentaron elevados niveles de presión sonora, alta concentración de material particulado (PM10 y PM2,5) y material sedimentable; siendo la principal fuente emisora el flujo vehicular.

Palabras clave: Nivel de presión sonora. Concentración de material particulado (PM10 y PM2,5). Concentración de material sedimentable. Vía principal Cuenca-Sígsig. Flujo vehicular.

**ABSTRACT**

Globally, air quality has been disturbed in recent years by anthropic activities which has caused the degradation of the flora, fauna and health of people. This project seeks to evaluate the ambient air quality of the El Valle parish in the Cuenca canton through of pollutants such as: noise (Sound Pressure Level), sediment material, particulate material (PM10 and PM2.5). For this study 12 sampling points were considered. For Sound Pressure Level analysis a brand sound level meter (TESTO t-816-1) with IEC 61672-1 Class 2 specifications was used; for the determination of the concentrations of particulate material (PM10 and PM2.5) an automatic equipment DustScan ScoutTN model 3020 was utilized, and for the study of sedimentable material the methodology “Method 502 methodology: Air sampling and analysis method, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988” was employed which is stipulated in the Unified Text of Secondary Environmental Legislation of the Ministry of Environment of Ecuador.

The monitoring was carried out during the months of June and July of 2019. For noise monitoring the measurement time was 1 hour during the rush hours (06: 30h to 07: 30h, 12: 30h to 13: 30h and 7:00 p.m. to 8:00 p.m.). The monitoring time of particulate material (PM10 and PM2.5) was 30 minutes with each filter. The recorded sound pressure levels ranged from 44.31 dB to 76.33 dB; these results exceeding the national regulations corresponding to 83 % of the monitoring sites. The concentrations of particulate material PM10 ranged from 5.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 118.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ where 17 % of monitored sites do not comply with national regulations; for PM2.5 the concentrations ranged from 3.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 131.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ where 42 % of the monitoring sites failed to comply with national regulations, and finally, the concentrations of sediment material oscillated from 0.22 mg/cm^2 to 4.24 mg/cm^2 where 33 % of the monitoring sites do not comply with national regulations. It is concluded that in the 3 monitoring points locate on the main Cuenca-Sígsig road presented high sound pressure levels high concentration of particulate material (PM10 and PM2.5) and sediment material; being the main emitting source the vehicular flow.

Keywords: Sound pressure level. Concentration of particulate material (PM10 and PM2.5). Concentration of sediment material. Main Cuenca-Sigisig road. Vehicular flow.

**CONTENIDO**

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTOS	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. Objetivos de la investigación.	17
2.1. Objetivo General	17
2.2. Objetivos Específicos	17
3. FUNDAMENTO TEÓRICO	18
3.1. Antecedentes	18
3.2. Bases teóricas	19
3.2.1. Aire.....	19
3.2.2. Calidad del aire.....	19
3.2.3. Contaminación del aire.....	20
3.2.4. Contaminantes atmosféricos	20
3.2.5. Tipos de fuentes	20
3.2.6. Factores que intervienen en la dispersión de contaminantes	21
3.2.7. Material particulado	22
3.2.7.1. Material particulado PM10	23
3.2.7.2. Material particulado PM2,5	23
3.2.7.3. Efectos en la salud	23
3.2.7.4. Efecto en el ambiente	24
3.2.7.5. Efecto en la vegetación	24
3.2.8. Material sedimentable	24
3.2.8.1. Efectos en la salud	25
3.2.8.2. Efectos en el ambiente	25
3.2.8.3. Efecto en la vegetación	25
3.2.9. Marco Normativo de calidad de aire	25
3.2.9.1. Marco normativo del Ecuador Acuerdo Ministerial 097A-Libro 6- Anexo 4. 25	
3.2.9.2. Normas de la Calidad del aire de la OMS (Organización Mundial de la Salud). 26	
3.2.10. El sonido.....	26
3.2.11. El ruido.....	27



3.2.12.	Propagación del ruido.....	27
3.2.13.	Factores que influyen en la propagación del ruido.....	27
3.2.14.	Nivel de Presión sonora.....	28
3.2.15.	Propiedades físicas del ruido.....	28
3.2.15.1.	Frecuencia	28
3.2.15.2.	Intensidad	28
3.2.16.	Tipo de ruido.....	29
3.2.17.	Efectos a salud.....	29
3.2.18.	Efectos a la naturaleza.....	30
3.2.19.	Marco Normativo de ruido.....	30
3.2.19.1.	Marco normativo del Ecuador Acuerdo Ministerial 097A-Libro 6- Anexo 5.	30
3.2.19.2.	Noma de Ruido de la OMS (Organización Mundial de la Salud).	31
3.2.20.	Mapas georreferenciados.....	31
3.2.21.	Mapas acústicos.....	31
3.2.22.	Software ArcGis 10,5.....	31
3.2.23.	Inverse Distance Weighted (IDW).....	31
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1.	Área de estudio	33
4.2.	Población	33
4.3.	Área y altitud	33
4.4.	Limitación Parroquial	34
4.5.	Uso de suelo de la cabecera central de la parroquia El Valle	34
4.6.	Delimitación comunitaria	34
4.7.	Clima	34
4.8.	Hidrografía	34
4.9.	Orografía	34
4.10.	Transporte	34
4.11.	Puntos de medición	35
4.12.	Condiciones meteorológicas	35
4.13.	Sitios de muestreo en el casco central de la parroquia El Valle	35
4.14.	Período y parámetro de monitoreo	37
4.15.	METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN	37
4.15.1.	Metodología para presión sonora.....	37
4.15.1.1.	Equipos de medición	37



4.15.1.2.	Cálculo de ruido	38
4.15.2.	Metodología para material sedimentable.	38
4.15.2.1.	Equipo para el análisis	38
4.15.2.2.	Medición de material sedimentable.	38
4.15.2.3.	Calculo de material sedimentable	39
4.15.3.	Metodología para material particulado (PM10-PM2,5)	39
4.15.3.1.	Equipo de medición.....	39
4.15.3.2.	Medición de material particulado (PM10-PM2,5)	39
4.16.	Análisis de correlación entre las variables material sedimentable y material particulado, con el flujo vehicular y condiciones meteorológicas.....	40
4.17.	Mapas de nivel de presión sonora y calidad del aire	40
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1.	Condiciones meteorológicas	41
5.2.	Conteo vehicular en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	41
5.3.	Niveles de presión sonora en los puntos monitoreados en el casco central de la parroquia El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	43
5.4.	Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.....	46
5.5.	Concentración de material particulado PM10 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	47
5.6.	Concentración de material particulado PM2,5 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	49
5.7.	Análisis de correlación	52
5.7.1.	Análisis de correlación entre la concentración de material sedimentable y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.	52
5.7.2.	Análisis de correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.	52
5.7.3.	Análisis de correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.	54
5.7.4.	Relación entre el material particulado (PM10, PM2,5) VS las condiciones meteorológicas	55
5.8.	Flujo vehicular en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	61
5.9.	Presión sonora en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	66
5.10.	Concentración de PM10 y PM2,5 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.	70



5.11. Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.....	78
6. CONCLUSIONES	79
7. RECOMENDACIONES	81
8. BIBLIOGRAFÍA	82
9. ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido.....	30
Tabla 2. Periodo de toma de los parámetros de monitoreo.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propagación del sonido de una fuente a un receptor.....	27
Figura 2. Ubicación del área de estudio en el casco central de la parroquia El Valle.....	33
Figura 3. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.....	41
Figura 4. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.....	42
Figura 5. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario de 19:00h a 20:00h.....	42
Figura 6. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.....	43
Figura 7. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.....	43
Figura 8. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.....	44
Figura 9. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.....	45
Figura 10. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 19:00h a 20:00h.....	46
Figura 11. Concentración de material sedimentable en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019.....	47
Figura 12. Concentración de material particulado PM10 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.....	48
Figura 13. Concentración de material particulado PM10 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.....	49
Figura 14. Concentración de material particulado PM2,5 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.....	50
Figura 15. Concentración de material particulado PM2,5 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.....	51
Figura 16. Correlación entre la concentración de material sedimentable y el número de vehículos. Periodo Junio-Julio del 2019.	52
Figura 17. Correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.....	53



Figura 18. Correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h..... 53

Figura 19. Correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h..... 54

Figura 20. Correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h..... 55

Figura 21. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 56

Figura 22. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 56

Figura 23. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 57

Figura 24. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 57

Figura 25. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 58

Figura 26. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 58

Figura 27. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 59

Figura 28. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 59

Figura 29. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 61

Figura 30. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 62

Figura 31. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 19:00h a 20:00h. 63

Figura 32. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h..... 64

Figura 33. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h..... 65

Figura 34. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 66

Figura 35. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 67

Figura 36. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 19:00h a 20:00h. 68

Figura 37. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 69

Figura 38. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 70

Figura 39. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 71

Figura 40. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 72

Figura 41. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h..... 73



Figura 42. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h..... 74

Figura 43. Concentración de PM2,5 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. 75

Figura 44. Concentración de PM2,5 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. 75

Figura 45. Concentración de PM2,5 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h..... 76

Figura 46. Concentración de PM2,5 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h..... 77

Figura 47. Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 78



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Marcelo Israel Quezada Ochoa en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis de la calidad del aire ambiente en el casco central de la parroquia rural El Valle del cantón Cuenca-Ecuador", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 03 de marzo de 2020.

Marcelo Israel Quezada Ochoa

C.I.: 0106626088



Cláusula de Propiedad Intelectual

Marcelo Israel Quezada Ochoa, autor del trabajo de titulación "Análisis de la calidad del aire ambiente en el casco central de la parroquia rural El Valle del cantón Cuenca-Ecuador", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 03 de marzo de 2020.

Marcelo Israel Quezada Ochoa

C.I.: 0106626088



UNIVERSIDAD DE CUENCA
DEDICATORIA

A mi Dios que por bridarme su amor incondicional, soy tu fan #1.

A mis abuelitas Aura y Irene que me han brindado siempre su amor, su apoyo, sus enseñanzas que son lo valioso para tomar decisiones en la vida. A mis padres Manuel y Alexandra, que a medida que he ido avanzando en el caminar de mi vida, ellos me han motivado a seguir adelante y nunca rendirme ante la grandeza de las dificultades de la vida, les agradezco de todo corazón. A mis hermanitos Christian y Camila, gracias por todo su apoyo, confianza, seguirán siendo lo valioso en mi vida les adoro. A mi amor Priscila por ser mi apoyo y mi consejera en mi vida. Al padre Fabián Gonzales que me ha dado la oportunidad de crear un lazo de amistad lleno de consejos y enseñanzas. A mi grupo de música Edwin y Jefferson compañeros, amigos, colegas de la música; ustedes también son parte fundamental en mi vida gracias por su amistad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, la Ingeniera Ana Lucia Astudillo Alemán por brindarme su tiempo y asesoría en la realización de este trabajo, al Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca, por la prestación de los equipos y la disposición de sus instalaciones y a la Facultad de Ciencias Químicas por la disposición del laboratorio de Ingeniería Ambiental para el desarrollo de este trabajo.



1. INTRODUCCIÓN

El sonido ha sido imprescindible para los seres vivos, facilitando la comunicación y otros mecanismos de supervivencia. Los sonidos son producidos por acciones, que pueden tener origen natural o antrópico, éstos suelen ser agradables. Sin embargo, el hombre ha definido los sonidos molestos como “ruido” los cuales se tornan indeseables para las personas y fauna cercana. En las ciudades diariamente se vive en lucha constante contra el ruido, producto del: uso inadecuado de bocinas, música a alto volumen, ruido de motores, entre otras causas más; la mezcla de todos estos ruidos provoca en los receptores una alteración en su sentido auditivo, creando estrés, dolores de cabeza, etc. Mientras que en la fauna ocasiona la migración de especies que habitan en áreas metropolitanas propias de la zona (Araujo, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), manifiesta que la exposición prolongada al ruido da como resultado la pérdida de la capacidad auditiva en las personas. Esta organización determina que el nivel de ruido tolerable para el oído no deberá exceder los 70 decibeles durante el día; en la noche el índice de sonido ideal para un descanso formidable y la comunicación entre personas no deberá exceder los 55 decibeles (Unicosta, 2019).

Por otra parte, la calidad del aire a lo largo del tiempo se ha visto afectada, en gran medida a consecuencia de actividades antrópicas. Esto se traduce en emisiones de contaminantes que alteran las condiciones del ambiente y con ello la calidad de vida de la fauna, flora y seres humanos (Encinas, 2011). Existe una relación proporcional entre los contaminantes y el crecimiento poblacional, por el consumismo, haciéndose cada vez más evidente el abuso de los recursos naturales, lo que conlleva a una destrucción masiva de éstos. La quema de combustibles, la generación de basura, los desechos industriales, etc.; han sido las principales causas de contaminación en el mundo (Bermúdez, 2017).

Los principales componentes del aire, son: Nitrógeno (N_2), Oxígeno (O_2) y Vapor de agua. Además está conformado por compuestos que afectan su calidad como: dióxido de carbono (CO_2), argón (Ar), neón (Ne), helio (He), hidrógeno (H_2), y metano (CH_4). El incremento de las actividades industriales, junto al crecimiento urbano o acciones de la propia naturaleza, han generado el aumento de contaminantes como: dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado



(PM); de tal manera que afectan el bienestar de los seres vivos (Marcos, R; Valderrama, A, 2012).

Las partículas sedimentables, según la Normativa Ecuatoriana del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), precipitan rápidamente al ser llevadas por el viento, debido a su peso y tamaño. Además estas no afectan a la salud de las personas, quedando retenidas las partículas en las fosas nasales (Vásquez, 2017). Las partículas sedimentables se forman por actividades de origen natural como: incendios forestales, erosión, erupciones volcánicas, u otras fuentes. El arrastre transporta partículas de polvo, arenas, tierra; de manera que producen ensuciamiento en el pavimento. Otro factor que involucra el movimiento de estas partículas, son los vehículos que circulan por vías no pavimentadas (Castillo, 2017).

El material particulado es un contaminante atmosférico complejo, debido a su composición, tamaño y forma, el cual varía según la fuente de origen. Las afecciones en la salud humana siguen siendo investigadas, por lo que el material particulado está asociado a problemas respiratorios, cardiovasculares y afecciones genéticas; aumentando la morbilidad en las personas. Existen numerosos estudios donde se relaciona la exposición al contaminante con el incremento de incidencia de cáncer de pulmón. (Mejía, Zegarra, Astudillo, & Moscoso, 2018).

El material particulado está compuesto por partículas muy finas, que al estar presente en concentraciones altas en el ambiente llega a ocasionar daños a la vegetación, afecta el proceso de fotosíntesis, reduce el crecimiento, además reducen el funcionamiento de estomas de las hojas (Rahul & Kumar, 2014); también genera daños en las estructuras, edificaciones, etc.; que se encuentren a la intemperie (Miller, 2017).

La importancia de los bosques para filtrar el polvo atmosférico, se debe al efecto aerodinámico en la rugosidad de la masa forestal y la turbulencia del viento. El material particulado que queda en suspensión aporta al cambio climático, mediante la formación de nubes que disminuye la radiación incidente, como también la visibilidad paisajística; llevando al ambiente a una respuesta de enfriamiento atmosférico (Dalmasso, Candia, & LLera, 1997).

La República del Ecuador posee un Código Orgánico del Ambiente (COA), publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 938 de 12 de abril de 2017, que define como objetivo en el Art 1., garantizar el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y



ecológicamente equilibrado; respetando los derechos a la naturaleza, así como la realización del buen vivir o *Sumak Kawsay*. El COA en su libro tercero sobre calidad ambiental determina que, se realice un control y seguimiento de monitores ambientales, con la finalidad de cumplir el Art 1., de la constitución de la República del Ecuador (COA, 2017).

Cada país cuenta con un marco normativo cuya finalidad es controlar los niveles máximos de contaminantes en el ambiente, de esta forma se puede reportar la calidad del aire.

En función a lo manifestado anteriormente, con esta investigación se pretende evaluar el nivel de presión sonora y la calidad del aire (material sedimentable y material particulado (PM10 y PM2,5)), para determinar si dichos niveles y concentraciones cumplen con lo estipulado en la normativa Ecuatoriana del Texto Unificado de Legislación Secundaria, (acuerdo ministerial 097A-Libro 6-Anexo 4 y 5).

Este estudio se realizó en la zona del casco central de la parroquia El Valle, la segunda parroquia más poblada del cantón Cuenca, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC 2010), con un total de 24 314 habitantes. La parroquia cuenta con una vía de acceso principal (vía Cuenca-Sígsig), motivo por el cual presenta un alto índice de tráfico vehicular en horas pico, además en la parroquia los habitantes se dedican a múltiples actividades, entre ellas la venta de bloques, material pétreo, transporte de carga pesada, que podría estar influenciando en los parámetros relacionados con el material particulado presente en el aire ambiente.



2. Objetivos de la investigación.

2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del aire ambiente del casco central de la parroquia El Valle mediante la determinación de los parámetros: nivel de presión sonora, material sedimentable y particulado PM10 y PM2,5.

2.2. Objetivos Específicos

1. Elaborar mapas de calidad del aire en función de los niveles de presión sonora y concentraciones de partículas.
2. Establecer correlación entre las concentraciones de material sedimentable y material particulado, con el flujo vehicular.
3. Determinar dependencia de variables entre las concentraciones de contaminantes y las condiciones meteorológicas.



3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Informes emitidos por la secretaría de ambiente en la ciudad de Quito, en el año 2017, exponen que los meses de junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, las concentraciones de material sedimentable superaron la normativa en un 50 %; mientras que para el material particulado PM₁₀, alcanzó una concentración de 45 µg/m³ superando la normativa nacional; y para PM_{2,5} se observó un aumento de la concentración promedio del 16% en los últimos años registrados (Días, 2017).

En la ciudad de Azogues, estudios referentes a calidad del aire, registran concentraciones promedio mensuales de material particulado PM₁₀ que varía entre: 37,6 µg/m³ para el mes de diciembre del 2013, a los 139 µg/m³ para febrero del 2014; superando la normativa nacional y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Concluyendo que los problemas de salud que afectan mayoritariamente a la población, son enfermedades respiratorias (Vivar, 2014).

En la ciudad de Cuenca, informes anuales emitidos por la Empresa Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP), concluyen que en el año 2015, el material sedimentable y particulado PM₁₀ superaron la normativa nacional con concentraciones de 1,43 mg/cm² y 57,2 µg/m³ respectivamente (EMOV, 2015).

Reportes dados en el 2017 por la misma institución concluyen que existe una alta contaminación atmosférica por emisiones de material sedimentable y particulado, con mayores concentraciones en los meses de Febrero y Abril; atribuyendo dicho concentraciones al incremento del parque automotor, ejecución de obras civiles y aumento de emisiones generadas por el parque industrial (EMOV, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), desde 1980 ha indagado el problema de ruido urbano, estableciendo guías que controlen el nivel de presión sonora, como también los efectos del ruido con la salud (Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999).

Informes emitidos por la Ilustre municipalidad de Quito-Ecuador, sobre análisis de los niveles de presión sonora en distintas áreas del urbe, ponen de manifiesto que los niveles estipulados en la normativa nacional, cumplen entre el 30 % y 40 % de los sitios de estudio, sin embargo el control de ruido de las fuentes emisoras ha aumentado en un 70 % (Chávez, 2012).



En el 2015 en la ciudad de Azogues se realizó un estudio sobre el nivel de presión sonora, con el objetivo de indagar si, 52 puntos de monitoreo distribuidos en la ciudad cumplen con la normativa ambiental estipulada en el libro VI del TULSMA, dando como resultado que en el sector centro, Panamericana Sur y Charasol incumplen con la normativa, siendo la causa principal el tráfico vehicular (Saquisilí, 2015).

En el cantón Cañar, según estudios realizados en el año 2017, se identificaron sitios que sobrepasan la normativa estipulada en el Libro VI del TULSMA, con límites de presión sonora superiores a los 75 dB, calificado como peligroso en base al criterio de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) (Araujo, 2017).

En la ciudad de Cuenca diversos estudios se llevan a cabo, cuya finalidad es establecer los niveles de presión sonora y compararlos con los límites establecidos en la normativa nacional. Para el año 2015 se concluyó que los niveles de ruido han incrementado en un 77,78 % con respecto al año 2014 (Martínez & Delgado, 2015).

La parroquia el Valle localizada al norte del cantón Cuenca, no cuenta con estudios referente a calidad del aire, además el incremento de la población, junto con las actividades diarias y el flujo vehicular llevaría a pensar que podrían estar afectando el ambiente.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Aire

Según el marco normativo del Ecuador Acuerdo Ministerial 097A-Libro 6-Anexo 4, el aire es una mezcla gaseosa que está conformada por: oxígeno (20 %), nitrógeno (79 %), dióxido de carbono (1 %), acompañado de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica (Ministerio del Ambiente., 2015).

3.2.2. Calidad del aire

Es la exposición de compuestos presentes en el aire, en un determinado sitio, durante un espacio de tiempo. Estos componentes están conformados por gases contaminantes en el aire ambiente, que afectan la salud de los seres vivos (Mogrovejo, 2015).



3.2.3. Contaminación del aire

Se define como la presencia de contaminantes que alteran la pureza y la calidad del aire. Los contaminantes se clasifican según su origen, en antrópico (por actividades humanas) y naturales (resultado de actividades naturales como erupciones volcánicas) (Bravo, 2017).

Contaminantes como polvo y aerosoles, se depositan cerca o lejos del área de emisión, dependiendo del tamaño de la partícula, es decir a medida que el diámetro de la partícula disminuye, su capacidad aerodinámica es mayor. Las partículas pueden viajar grandes distancias a consecuencia del viento, por lo que están suspendidas en el aire y son fácilmente respirables, siendo peligrosas las de diámetro menor o igual a 10 micras. A medida que su diámetro va disminuyendo, su peligrosidad aumenta afectando al sistema respiratorio (Oyarzun, 2010).

La calidad del aire se ha visto muy afectada los últimos años, alterando las condiciones climáticas. Las partículas sedimentables totales son los contaminantes principales en el aire, el cual se debe al crecimiento económico y urbanístico de las zonas urbanas y rurales (Romero, 2006).

3.2.4. Contaminantes atmosféricos

Son elementos que alteran la calidad del aire, su composición depende de la fuente emisora, que se diferencian en 2 tipos: fuentes móviles (tráfico rodado) o fuentes fijas (industrias). Los contaminantes se dividen en primarios y secundarios: los primarios corresponden a los emitidos directamente a la atmósfera, sin que haya ocurrido una reacción química o física, como es el caso del material sedimentable; mientras que los secundarios es la transformación de los contaminantes primarios, en algunas ocasiones existe transformación del material particulado (Ballester, 2005).

3.2.5. Tipos de fuentes

Fuentes fijas.- se les denomina fuentes fijas debido a un grupo de fuentes que están fijas en un mismo sitio, ejemplo: fábricas, mecánicas, herrerías, etc., (Ministerio del Ambiente., 2015).



Fuentes móviles.- este grupo está considerado para referirse a vehículos motorizados (Ministerio del Ambiente., 2015).

3.2.6. Factores que intervienen en la dispersión de contaminantes.

La dispersión de contaminantes se genera en dos movimientos: horizontal y vertical; también influyen ciertos factores geográficos como la topografía del terreno y por último, los factores climáticos (velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa del aire, turbulencia, radiación solar, etc.) (Astudillo, 2006).

Viento

Es un factor que influye directamente en la distribución de contaminantes, el movimiento de las masas de aire genera turbulencias y se produce por dos formas: *horizontal* y *vertical* (Astudillo, 2006).

El *movimiento horizontal* de las masas de aire se denomina Viento. Lo que interviene en la dispersión de contaminantes es la velocidad de viento; a mayor velocidad de viento menor concentración de contaminantes (Astudillo, 2006).

El movimiento de las masas de aire se crea por las diferencias de presión atmosférica, siendo la presión el peso de la atmósfera en un punto determinado. El peso atmosférico está constituido por la columna de aire, donde interviene la altura y temperatura a la que se encuentra. Por lo tanto, el aire frío pesa más que el aire caliente dando lugar a la formación de masas de alta presión (aire frío y pesado) y masa de baja presión (aire caliente y liviano). De tal manera que estas diferencias de presión originan el movimiento de áreas de alta presión a áreas de baja presión dando como resultado el viento (Astudillo, 2006).

Temperatura

El *movimiento vertical* se produce cuando existe estabilidad atmosférica, es decir, cuando se presenta condiciones atmosféricas inestables, se origina una mezcla en forma vertical (Astudillo, 2006).



En el día, el aire cercano a la superficie terrestre es caliente y liviano por la absorción de la energía solar, mientras que el aire de la atmósfera superior es frío y pesado. El movimiento que se produce es constante, el aire caliente se eleva y se mezcla con el aire frío; y el aire frío tiende a bajar, de esta manera se dispersan los contaminantes (Astudillo, 2006).

Sin embargo, existen días en donde se genera condiciones atmosféricas estables, es decir que el aire caliente está sobre el aire frío, evitando el movimiento vertical y ocasionando que los contaminantes se encuentren cercanos a la superficie terrestre y no exista dispersión. Este fenómeno se denomina inversión térmica (Astudillo, 2006).

Precipitación

Genera un lavado de las partículas contaminantes que están suspendidas en el aire y reduce la cantidad de partículas en suspensión que provienen de actividades de construcción o fuentes naturales, etc., (Astudillo, 2006).

Radiación solar y Humedad

Influyen en la formación de contaminantes secundarios (Astudillo, 2006).

3.2.7. Material particulado

El material particulado está compuesto por partículas muy pequeñas, que al estar presentes en el ambiente afectan la calidad del aire. Se hallan dispersas en la atmósfera en forma sólida o líquida y su composición varía dependiendo de la fuente que emite el contaminante. Se generan de forma: mecánica (pulverización, agrietamiento, material cohesivo), química o térmica (reacciones químicas o evaporación a alta temperatura, posterior a la condensación alteran la composición del material) y biológica (polen, hongos y bacterias) (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, 2017). El tamaño variable de éstas, hace que sean fácilmente transportadas por el viento, incluso pueden permanecer largos periodos suspendidas en el aire. Dichas partículas son denominadas aerosoles y se clasifican según su tamaño; las gruesas están entre los 2,5 μm a 10,0 μm y las más finas que van de 0,1 a 2,5 μm (Vásquez, 2017).



Las fuentes de mayor generación de material particulado se producen de forma natural ocupando el 80 % de la atmósfera. Estas partículas están compuestas por aerosoles marinos, erosión eólica, incendios forestales, emisiones volcánicas, polen, etc. Las fuentes emisoras que son provocadas de forma antropogénica, son el resultado de emisiones de combustión, minería, emisiones industriales, etc. Por lo tanto estas emisiones producen una alteración riesgosa, causando contaminación ambiental y peligros en la salud de todo ser viviente, ya que al ser enviadas a la atmósfera su composición cambia al estar en contacto con el aire; también reaccionan con otros componentes dando como resultado partículas más tóxicas y dañinas (Astudillo, 2006). Otro problema presente en el aire ambiente, es la neblina; presencia de partículas finas que genera invisibilidad en grandes ciudades como EEUU (Environmental Protection Agency, 2017).

3.2.7.1. Material particulado PM10

Son partículas sólidas o líquidas (polvo, cenizas, hollín, polen etc.) de diámetro inferior a 10 μm . Están formadas por compuestos inorgánicos (silicatos y aluminatos), material orgánico (partículas de carbono), metales pesados entre otros (Astudillo, 2006).

3.2.7.2. Material particulado PM2,5.

Son partículas finas cuyo diámetro es inferior a 2,5 μm , que debido a su fuente generadora son las más riesgosas afectando a la salud; su origen es antropogénica. Estas partículas están formadas por metales pesados, contaminantes orgánicos, que van directamente a los pulmones. Además estas partículas se pueden adherir fácilmente a bacterias y virus, presentes en el ambiente y originar afecciones fuertes a la salud (Libelium, 2015).

3.2.7.3. Efectos en la salud

El individuo al estar expuesto permanentemente a un ambiente de partículas menores a 10 micras, está propenso a sufrir afecciones respiratorias en los pulmones, incluso algunas partículas inferiores a 2,5 μm pueden llegar al torrente sanguíneo y afectar el corazón; llegando a causar: muerte prematura provocadas por enfermedades cardíacas o pulmonares, ataques cardíacos no letales, funcionamiento anormal del latido en el corazón, asma agravada, disminución de la función pulmonar, aumento de problemas



respiratorios (irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar) (Environmental Protection Agency, 2017).

Estudios realizados en la ciudad de Cuenca en los años comprendidos entre 2009-2013, indican que existe un aumento de PM₁₀, que incumple con la guía aplicada por la OMS que estipula un máximo de concentración de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Con concentraciones promedio anual que oscilan entre 32,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; registrándose la mayor concentración en el parque industrial de la ciudad. Concluyendo que existe un incremento de riesgo de muerte por enfermedad cardiopulmonar y cáncer de pulmón entre un 3 % y 9 % de la población (Palacios & Espinoza, 2014).

3.2.7.4. Efecto en el ambiente

El efecto más básico de contaminación por partículas es la llamada “neblina”, que provoca la disminución de la visibilidad de ciudades y áreas naturales. La neblina ocurre cuando la luz solar se proyecta a un área de contaminación, lo que causa la reducción de la claridad y color de los paisajes que se observa (Environmental Protection Agency, 2017).

Afecta edificaciones pintadas, ropa o cortinas; también a elementos expuestos al ambiente, como es el caso de los metales que llega a ocasionar corrosión, por acción de químicos corrosivos adsorbidos o absorbidos por partículas inertes (Miller, 2017).

3.2.7.5. Efecto en la vegetación

El material particulado que se deposita en la vegetación actúa de tal manera que impide y reduce el funcionamiento de estomas de las hojas, por lo tanto afecta el proceso de intercambio gaseoso y respiración de las plantas. Asimismo, el sombreado en las hojas y la cutícula por material particulado, es un problema que afecta el proceso de fotosíntesis. La composición de las partículas, afectan de forma toxicológica, en caso de una grave contaminación puede ocasionar necrosis foliar (Rahul & Kumar, 2014).

3.2.8. Material sedimentable

Las partículas sedimentables están presentes en el ambiente, son un conjunto de partículas sólidas y líquidas, y se clasifican en solubles e insolubles. El material sedimentable se



encuentra conformado por partículas de hollín derivado de la combustión de combustibles fósiles, partículas de polvo, polen, etc., (Astudillo, 2006).

Estas partículas están en suspensión por cortos periodos de tiempo. Las partículas de 1 μm tiene una velocidad de sedimentación de 0,006 cm/s, por otro lado, las partículas de 20 μm poseen velocidades menores de sedimentación debido a que el viento no puede elevar las partículas y mantenerlas suspendidas en el aire (Sánchez C, 2007).

Estudios desarrollados en la ciudad de Cuenca, concluyeron que mediante el informe realizado por la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV), en el año 2017 existe una alta contaminación atmosférica por emisiones de material sedimentable y particulado, con una mayor concentración en los meses de febrero y abril. Estos aumentos de las concentraciones de contaminantes afectan a la salud de la población y al desarrollo biótico, siendo de gran importancia la ejecución de programas de monitoreo que analicen de manera acertada y frecuente la calidad de aire en la ciudad (EMOV, 2017).

3.2.8.1. Efectos en la salud

La exposición prolongada al material sedimentable, ocasiona síntomas como: irritación en los ojos y nariz (Abad, 2014).

3.2.8.2. Efectos en el ambiente

Provocan el deterioro de las estructuras en los que se depositan disminuyendo la belleza paisajística, además afectan los suelos y plantas (Bravo, 2017).

3.2.8.3. Efecto en la vegetación

En la vegetación afecta el proceso de fotosíntesis, causando la pérdida en las cosechas incitando pérdidas económicas en los productores (Pequeño, et.al, 2019).

3.2.9. Marco Normativo de calidad de aire

3.2.9.1. Marco normativo del Ecuador Acuerdo Ministerial 097A-Libro 6-Anexo

4.

Material sedimentable.- la máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ($1 \text{ mg/cm}^2 \times 30$ días).



Material Particulado PM10.- el promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá de exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no debe exceder los cien microgramos por metro cúbico ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se considera sobrepasada la norma de calidad de aire para material particulado PM10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Material Particulado PM2,5.- el promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá de exceder de quince microgramos por metro cúbico ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no debe exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se considera sobrepasada la norma de calidad de aire para material particulado PM2,5 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.9.2. Normas de la Calidad del aire de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Según la OMS, la concentración de PM10 no debe exceder los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en una media de 24 horas y para PM2,5 no debe exceder de los $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en una media de 24 horas (Organización Mundial de la Salud, 2015)

3.2.10. El sonido

El sonido es un fenómeno físico, que capta el oído mediante variaciones de presión (ondas mecánicas). Estas ondas vibratorias son transmitidas desde un cuerpo vibrante denominado foco a un medio elástico, siendo el más común el aire (Robledo, 2015). Además su propagación es mejor en los sólidos que en los líquidos y en los líquidos que en los gases (Adrian, 2018). El sonido ocasiona sensaciones tanto agradables como la música, los sonidos provenientes de la naturaleza, como también existen sonidos molestos denominado "Ruido". (Robledo, 2015).



3.2.11. El ruido

El ruido produce sensaciones desagradables que causan molestias al receptor en el sistema auditivo, afectando a personas y animales expuestas de manera directa o indirecta. Está presente en todo sitio, la mayor parte se genera en la ciudad, las áreas laborales; provocadas por diversos elementos que los transmiten (Estrada, 2015).

La unión de todos estos sonidos en el medio ambiente causa contaminación acústica, ocasionando un impacto en la salud de los receptores. Las más propensas a perder la audición son las personas en ambientes laborales debido al periodo y nivel de exposición al ruido (Estrada, 2015).

En la Figura 1, se indica cómo actúa el sonido, al viajar en un medio y al ser captado por un receptor; además el sonido puede reflejarse en un objeto y retornar a la fuente (Saquisilí, 2015). El que emite el sonido es el emisor y el que recibe o capta el sonido es el receptor (Segués, 2007).

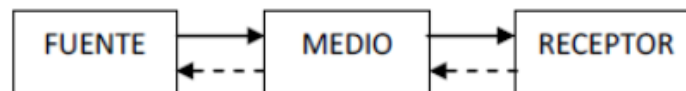


Figura 1. Propagación del sonido de una fuente a un receptor
Fuente: (Saquisilí, 2015).

3.2.12. Propagación del ruido

El ruido es una forma de energía que es transmitida mediante vibraciones en un medio elástico (sólido, líquido y gaseoso). El oído de las personas puede captar el ruido en un rango de frecuencias desde 20 Hz a 20000 Hz, definido como ruidos suaves a fuertes. La propagación del ruido depende de múltiples factores entre ellos: velocidad del ruido en función del medio elástico, condiciones de presión, temperatura y humedad.

Todo medio elástico está conformado por partículas, en el vacío no existen partículas que vibren entre sí, por lo tanto el sonido no puede ser transmitido en el espacio (Segués, 2007).

3.2.13. Factores que influyen en la propagación del ruido

Son:



- Tipo de fuente (Fuente Fija (FF) y Fuente Móvil (FM))
- Distancia desde la fuente
- Absorción atmosférica
- Viento
- Temperatura
- Humedad precipitación
- Rebote
- Obstáculos
- Absorción por objetos (Kjaer, 2000).

3.2.14. Nivel de Presión sonora

La presión sonora se produce cuando existe una desviación en la presión del aire, en función de la presión atmosférica, provocada por la onda sonora (Arias, 2014).

El nivel de presión sonora se representa mediante la medición logarítmica, derivada del promedio de presión sonora con respecto a un nivel de referencia. Siendo el nivel de referencia la presión sonora del sonido más débil audible para las personas, que es de 20 micro Pascales. El nivel de presión sonora se representa en decibelios (Arias, 2014).

3.2.15. Propiedades físicas del ruido

3.2.15.1. Frecuencia

Es la cantidad de repeticiones o ciclos de una onda sonora por unidad de tiempo, se representa en unidades Hertz (Hz) o ciclos por segundo. Esta propiedad determina si el sonido es agudo o grave (Puerta, 2019).

3.2.15.2. Intensidad

Se define como la cantidad de energía que atraviesa por unidad de tiempo una unidad de superficie, está situada de forma perpendicular a la propagación de las ondas sonoras. Debido a que la percepción por el oído humano no es igual a la intensidad de la onda, se usa una escala logarítmica para poder describir la intensidad captada por las personas y se expresa en unidades decibelios (dB). Esta propiedad determina si el ruido es débil o fuerte (Puerta, 2019).



3.2.16. Tipo de ruido

- Ruido continuo.- es el ruido que está presente de forma permanente por ejemplo maquinaria que trabaja de forma continua y sin interrupción, como bombas y ventiladores.
- Ruido intermitente.- es el ruido generado en un lapso de tiempo, por ejemplo máquinas que laboran por etapas, es decir el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente.
- Ruido impulsivo.- es el ruido de poca duración, que aparece por acción de impactos o explosiones, por ejemplo: uso de un martillo (Kjaer, 2000).

El acuerdo ministerial 097A-Anexo 5, expone la siguiente clasificación de ruido: (Ministerio del Ambiente., 2015).

- Ruido Específico.- es el ruido generado y emitido por una fuente fija o una fuente móvil. Es el que se cuantifica y evalúa para efectos del cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en esta norma a través del LK_{eq} (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente Corregido).
- Ruido Residual.- es el ruido que existe en el ambiente donde se lleva a cabo la medición en ausencia del ruido específico en el momento de la medición.
- Ruido Total.- es aquel ruido compuesto por el ruido específico y ruido residual.
- Ruido Impulsivo.- ruido caracterizado por breves incrementos importantes de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1 segundo.

3.2.17. Efectos a salud

El ruido causa diversas molestias a la salud de las personas, y están divididas en 2 grupos que son: afecciones auditivas y no auditivas. Las auditivas son las que afectan de manera directa al oído, llegando a provocar la pérdida de la audición; mientras que las no auditivas son a causa de: alteración emocional, el confort, dolor de cabeza, estrés (Recio, 2016). Estas molestias dependen del tiempo y la intensidad de exposición de la persona a diferentes niveles de presión sonora. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona puede estar expuesta a 55 dB en el medio ambiente sin que provoque daño alguno a la salud; mientras que, para un área de trabajo una persona puede soportar 85 dB



durante 8 horas al día; en locales nocturnos o centros de trabajo los niveles de presión sonora no debe superar los 100 dB en un tiempo máximo de exposición de 15 minutos (Organización Mundial de la Salud, 2005).

3.2.18. Efectos a la naturaleza

El mayor efecto que provoca el ruido es en el medio faunístico, los animales al estar en un ambiente ruidoso migran a otros sitios, por lo que genera un impacto al ecosistema. Ciertos animales dependen del sonido para poder cazar o también para evitar ser cazados. El ruido ha provocado que la comunicación entre especies como las aves que habitan en las ciudades, sea interrumpida; otras especies afectadas son las ranas de zonas metropolitanas, alterando su comunicación y con esto la reducción de las llamadas de apareamiento entre éstas y por tal motivo su reproducción (Enérgya MV, 2018).

3.2.19. Marco Normativo de ruido

3.2.19.1. Marco normativo del Ecuador Acuerdo Ministerial 097A-Libro 6-Anexo 5.

El nivel de presión sonora equivalente se determina según la fuente generadora de ruido, es decir fuentes móviles o fuentes fijas (Ministerio del Ambiente., 2015).

Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	Lkeq(dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 Lkeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45 dB.	



Protección Ecológica (PE)	La determinación del Lkeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.
Recursos Naturales (RN)	

Fuente: MAE, 2015

2.2.19.2. Norma de Ruido de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Según la OMS los niveles máximos permisibles en ambientes exteriores no deben exceder los 55 dB en un tiempo de exposición máximo de 16 horas

3.2.20. Mapas georreferenciados

Es un método utilizado en el sistema de información geográfica, para identificar la ubicación de un elemento mediante un sistema de coordenadas espacial (Dávila & Camacho, 2012).

3.2.21. Mapas acústicos

Según el Centro de Estudio y Control de Ruido (CECOR), es una herramienta informática que permite generar una representación gráfica mediante cartografía con información de los niveles acústicos de un estudio realizado. Estas representaciones se aplican para evaluar los sitios de mayor y menor contaminación. La información generada en estos mapas sirve para tomar acciones, a una planificación, detallar políticas que ayuden a controlar y mitigar los índices de ruido; además brinda un fácil entendimiento sobre la información que se desea difundir (CECOR, 2010).

3.2.22. Software ArcGis 10,5

Es un software que permite elaborar información geográfica mediante mapas temáticos, donde se representa diversas variables y cómo es su comportamiento en un área geográfica; estas variables son: número de vehículos, nivel de presión sonora, concentración de contaminantes en el aire (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011).

3.2.23. Inverse Distance Weighted (IDW)

Es una herramienta empleada en ArcGis para la estimación espacial de los mapas, en el que el IDW asume que la variable a interpolar, posee un comportamiento de aumento o disminución en su valor en función de un cambio de la distancia desde una fuente, es



UNIVERSIDAD DE CUENCA

decir que asigna un valor elevado a fuentes o puntos cercanos a las variables y a medida que aumenta la distancia este valor disminuye (Vázquez, Astudillo, & Espinoza, 2011).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en el casco central de la parroquia El Valle, ubicado en la provincia del Azuay, perteneciente al cantón Cuenca (Toledo, 2015). (Ver Anexo 1).

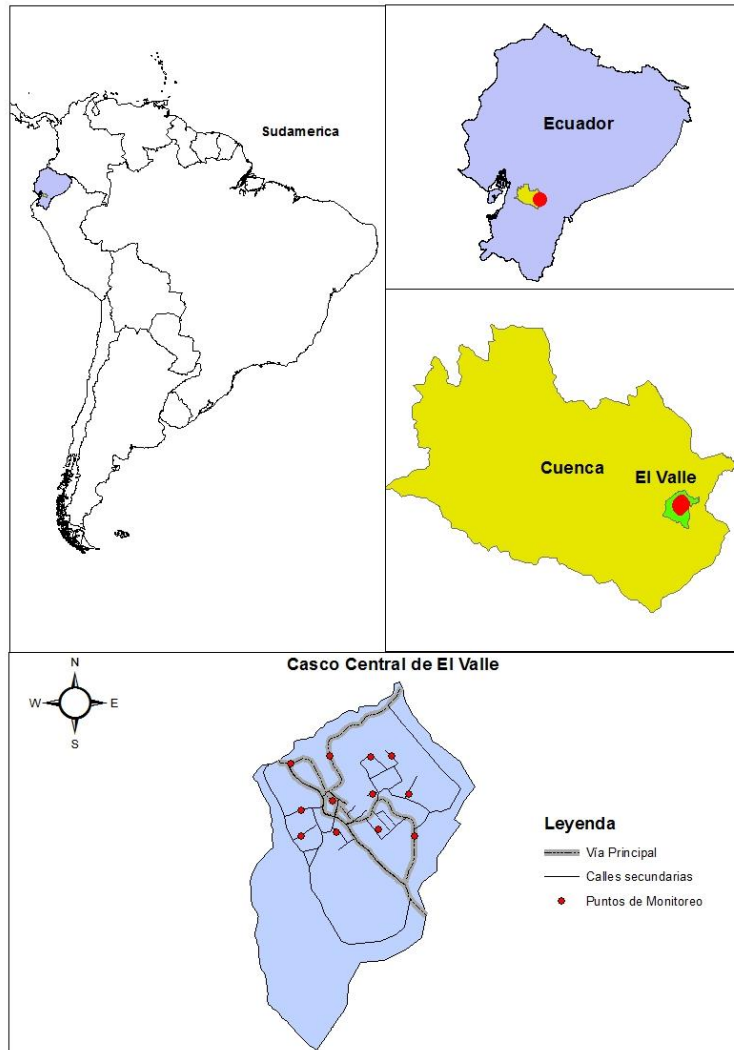


Figura 2. Ubicación del área de estudio en el casco central de la parroquia El Valle

Fuente: Autor

4.2. Población

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV 2010), su población es de 24 314 habitantes.

4.3. Área y altitud

La parroquia tiene una extensión de 4 404,1 ha y comprende una altitud de 2 600 msnm (Toledo, 2015).



4.4. Limitación Parroquial

- **Al Norte:** con el límite urbano del cantón Cuenca.
- **Al Sur:** con las parroquias de Tarqui y Quingeo.
- **Al Este:** con las parroquias Santa Ana y Paccha.
- **Al Oeste:** con la parroquia Turi.

4.5. Uso de suelo de la cabecera central de la parroquia El Valle

El uso principal del suelo es vivienda (Municipio de Cuenca, 2003); catalogado en el acuerdo ministerial 097A-Anexo 5, como Residencial (R1) (Ministerio del Ambiente., 2015).

4.6. Delimitación comunitaria

La parroquia El Valle está conformada por 49 comunidades, 67 localidades entre comunidades y barrios (Toledo, 2015). (Ver Anexo 2).

4.7. Clima

Está conformado por clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo, con dos estaciones pluviosas que varían entre Febrero a Mayo y Octubre a Noviembre.

La temperatura media está entre los 12 °C y 20 °C, presentando las temperaturas más elevadas en los meses de Marzo y Septiembre; y las más bajas entre Junio y Julio (Toledo, 2015).

4.8. Hidrografía

La parroquia está asentada sobre la cuenca alta del río Paute, dividida en 5 subcuencas: Río Jadán, Tarqui, Tomebamba, Yanuncay y Cuenca (Toledo, 2015).

4.9. Orografía

La parroquia de El Valle, presenta un rango altitudinal de 2.300 msnm a 3.000 msnm, con pendientes que varían entre el 0 % al 30 %. Además está formado por relieves interandinos que engloba: al norte relieves de fondo de cuencas que ocupan el 76,82 % de la superficie parroquial, al sur con vertientes y relieves superiores de la cuenca interandina con un 26,18 % de la superficie territorial (Toledo, 2015).

4.10. Transporte

El casco urbano de la parroquia El Valle, es muy congestionado por el tráfico vehicular, dado que por el centro de la parroquia atraviesa la vía principal que conecta parroquias



como Santa Ana y Quingeo, al cantón Sígsig. Sus pobladores se dedican a la venta de material pétreo, lo que implica el trabajo con maquinaria pesada; cabe recalcar que a pocos kilómetros de la parroquia El Valle se localiza el Relleno Sanitario de Pichacay. La parroquia dispone de algunos servicios de transporte entre ellos camionetas de alquiler, buses urbanos (línea 14 y línea 24), buses interparroquiales e intercantonales. Incorporándose a estos servicios el paso de camiones recolectores de basura, volquetas, maquinaria pesada, automotores particulares, etc., (Toledo, 2015).

4.11. Puntos de medición

Los puntos de muestreo, se determinaron mediante el método de cuadrícula, para ello se dividió el mapa en cuadrantes de 200 m de longitud por 200 m de ancho. Como resultado se obtuvieron 12 cuadrantes. A partir de ello se consideró la coordenada correspondiente al punto medio de cada cuadrante.

Para la ubicación de los 12 puntos georreferenciados, se usó un GPS marca Garmin, que genera datos de las coordenadas en UTM (Universal Transverse Mercator), unidades metros.

4.12. Condiciones meteorológicas

Se recolectaron datos de parámetros meteorológicos como la velocidad del viento, humedad y temperatura ambiente; proporcionados por la estación Turi de la Universidad Politécnica Salesiana, dado que es la estación más próxima al área de estudio.

4.13. Sitios de muestreo en el casco central de la parroquia El Valle.

Todos los puntos monitoreados según la Municipalidad de Cuenca, Ordenanza de Uso y Ocupación de Suelo Urbano, Plan Vial y Reserva de Equipamiento Comunitario, para la Cabecera Urbano de la Parroquia El Valle; Registro N° 84, Lunes 29 de Mayo del 2003, Art 5, Art 6 y Art 7; está clasificado como Residencial.

- Punto PG1 (Vía principal junto a la quebrada El Salado): en este sitio de monitoreo se encuentra la vía principal que conecta los cantones Cuenca y Sígsig, siendo un vía de asfalto, además se observó una quebrada y presencia de árboles de eucalipto; además se encuentra una bloquera en funcionamiento, una edificación en construcción.
- Punto PG2 (Vía al sector El Despacho): en el sitio se encuentra la vía de asfalto que conduce al sector denominado El Despacho de Monay, en este sitio la vía se encuentra en mal estado, observándose la generación de polvo y gravilla. En esta



área los pobladores se dedican al cultivo de maíz, así como a la crianza de animales domésticos (vacas, gallos, perros).

- Punto PG3 (C/N): el sitio se encuentra rodeado por una calle de tercer orden, de lastre; en el sector se evidencian pocas viviendas, los lugareños se dedican al cultivo de maíz; además poseen animales domésticos perros, gallos, gallinas y chanchos.
- Punto PG4 (C/N): se observó presencia de animales domésticos, pocas viviendas y la vía de acceso al sector es de tercer orden.
- Punto PG5 (Zona Roja): en el sitio se observó la presencia de áreas verdes con arbustos, espacios de cultivo, por el lugar pasa una quebrada. La calle es de asfalto, a 100 m se encuentra la plaza central El Valle.
- Punto PG6 (Vía principal junto al semáforo): está ubicado en la parte céntrica del El Valle, en la vía principal Cuenca-Sígsig. En el sitio se encuentra un semáforo. Durante los monitoreos se evidenció un alto nivel de flujo vehicular. El área de estudio se encuentra rodeado por edificaciones, además la vía de ingreso al sitio es estrecha. En el sector se registran actividades comerciales muy frecuentes, por la presencia de tiendas de abarrotes, entidades bancarias, farmacias, panaderías, etc.
- Punto PG7 (C/N): está localizado en una vía de lastre, con pocas casas a su alrededor; los habitantes se dedican al cultivo de maíz. A 60 metros se encuentra la vía principal Cuenca- Sígsig.
- Punto PG8 (C/N): el sitio de muestreo se ubicó en una vía de tercer orden que lindera con el condominio Balcones del Valle II.
- Punto PG9 (Zona Roja): en el sitio se pudo captar áreas verdes con arbustos, espacios de cultivo, por el lugar pasa una quebrada. La calle es de asfalto y está paralela con el punto PG5.
- Punto PG10 (CIVB Los Pitufos del Valle): este punto se localiza próximo a la unidad educativa “Centro Infantil del Buen Vivir Los Pitufos del Valle” su vía de acceso es de asfalto.
- Punto PG11 (Mercado y Subcentro de salud El Valle): el punto de monitoreo se ubicó en la parte posterior del Mercado, donde también se encuentra el Subcentro de salud El Valle. La calle es de lastre, colindando con una quebrada. Además se observan edificaciones en etapa de construcción.



- Punto PG12 (Vía principal junto a la lavadora de carros): está localizado en la vía principal junto a la villa “San Telmo”. La vía de acceso es de asfalto, sin embargo no se disponen de aceras, lo cual permite evidenciar material sólido en la vía.

*PG- puntos georreferenciados

4.14. Período y parámetro de monitoreo

El monitoreo se desarrolló durante los meses de Junio y Julio del 2019.

La tabla 2, presenta un resumen de los parámetros monitoreados con las fechas correspondientes de medición.

Tabla 2. Periodo de toma de los parámetros de monitoreo.

	Parámetros	Fecha Inicio de monitoreo	Fecha Finalización de monitoreo	Horarios		
				Diurno	Vespertino	Nocturno
1er Etapa	Ruido	17-06-19	03-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	19:00-20:00
	PM10	17-06-19	03-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	-----
	PM2,5	17-06-19	03-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	-----
2da Etapa	Ruido	04-07-19	19-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	-----
	PM10	04-07-19	19-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	-----
	PM2,5	04-07-19	19-07-19	06:30 -07:30	12:30-13:30	-----
	Mat. Sedimentable	13-06-19	13-07-19	-----	-----	-----

Fuente: Autor

En horario nocturno no se desarrolló el monitoreo de material particulado (PM10 y PM2,5), debido a motivos de seguridad del equipo.

4.15. METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN

4.15.1. Metodología para presión sonora

4.15.1.1. Equipos de medición

Se empleó un sonómetro de marca (TESTO t-816-1). Tiene un rango de medición de 30-130dB; el instrumento cumple con las especificaciones IEC 61672-1 Clase 2. Colocado en ponderación A, respuesta lenta. Con ayuda de un trípode el micrófono fue colocado a una altura entre 1-1,5 m del suelo y una distancia de 3 m de paredes u objetos que puedan reflejar el sonido. El sonómetro tiene una precisión, dependiendo de la fuente a ser medida, aproximadamente ± 1.4 dB.



4.15.1.2. Cálculo de ruido

La metodología empleada fue en base a lo estipulado en el acuerdo ministerial 097A-Anexo 5.

Durante el muestreo se realizó el conteo vehicular.

Se planteó la ecuación 1:

$$LeqPromedio = 10 \log \left[\frac{1}{n_i} * (10^{0,1Leqn_1} + 10^{0,1Leqn_2} + \dots + 10^{0,1Leqn_i}) \right] \quad (1)$$

- n_i : número de muestras realizadas durante el monitoreo
- $Leqn_1$: cada valor de las muestras del sonómetro

4.15.2. Metodología para material sedimentable.

4.15.2.1. Equipo para el análisis

Para el análisis del laboratorio se emplearon una estufa marca POL-EKO APARATURA en un lapso de 24 horas para material soluble y 2 horas para material insoluble, a una temperatura de 80 °C; y una balanza analítica marca Sartorius modelo ENTRIS 224I-1S, para los respectivos pesajes, la balanza tiene un margen de error de $\pm 0,001$ gr.

4.15.2.2. Medición de material sedimentable.

Se planteó la metodología aprobada por el acuerdo ministerial 097A-Anexo 4; Indica que se debe usar un recipiente para la captación de las partículas sedimentables. Se usó 12 recipientes cada uno de diámetro de 16,5 cm y una longitud de 20 cm y fueron colocados en cada localidad a una altura de 2,30 m por encima del suelo.

Después del monitoreo se procedió a analizar todas las muestras solubles e insolubles en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cuenca, mediante el método **Method 502. Method of Air Sampling and Analysis, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988** (Ministerio del Ambiente., 2015). Donde se determina mediante pesos ganados, usando filtros de microfibra de cuarzo QMA 203 mm x 254 mm, marca Whatman con tamaño de poro de 2,2 μ m, para retener los sólidos y continuamente dejarlos secar para su posterior pesaje; por otro lado se usó cápsulas de porcelana para poder determinar las muestras solubles, dejando secar las cápsulas para su posterior pesaje.



4.15.2.3. Cálculo de material sedimentable

Al concluir el análisis del laboratorio con los pesajes de las muestras, se calculó la concentración observada mediante la ecuación (2) y la concentración corregida con la ecuación (3), mediante las fórmulas estipuladas según el acuerdo ministerial 097A-Anexo 4:

- *Co: Concentración Observada*

$$C_o = \frac{(P_{ff} - P_{fi}) + (P_{cf} - P_{ci})}{\pi * r^2} = \left[\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2 * 30 \text{ días}} \right] \quad (2)$$

P_{ff} = Peso final del filtro P_{fi} = Peso inicial del filtro

P_{cf} = Peso final de capsula P_{ci} = Peso inicial de capsula r = Radio del recipiente

- *Cc: Concentración Corregida*

$$C_c = \frac{C_o * 760 \text{ mm Hg}}{\text{Presión atmosférica del sitio en mm Hg}} * \frac{(273 + \text{Temperatura local en } ^\circ\text{C}) \text{ } ^\circ\text{K}}{298 \text{ K}} = \left[\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2 * 30 \text{ días}} \right] \quad (3)$$

4.15.3. Metodología para material particulado (PM10-PM2,5)

4.15.3.1. Equipo de medición.

Se empleó el equipo de monitoreo automático: DustScan Scout^{TN} modelo 3020 y se empleó durante 1 hora, para tomar datos PM10 y PM2,5 utilizando un filtro para cada tipo de partícula en un lapso de 30 min, este equipo analiza muestras cada 2 segundos.

4.15.3.2. Medición de material particulado (PM10-PM2,5)

El equipo DustScan, funciona mediante un principio de luz progresiva, que propaga un rayo infrarrojo para la medición de las concentraciones de partículas aerotransportadas de manera continua y en tiempo real; estos datos están en unidades mg/m^3 . Este equipo mide las concentraciones por medio de un foto-detector, que capta las partículas mediante una fuente de luz infrarroja posicionada en un ángulo de 180° . Las partículas cuando atraviesan el rayo infrarrojo, estas esparcen la cantidad de luz; por lo tanto la cantidad de luz es recibida por el foto-detector, es directamente proporcional a la concentración de partículas (Astudillo, 2006).



Para exportar los datos del equipo a un computador se usa un puerto RS232, y el software Scout Term. Este software permite descargar la información del equipo en formato que sea compatible para programas de hojas de cálculo Microsoft Excel. Con los datos generados descargados del equipo, en el software Excel se promedió los datos y se transformó a unidades $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A continuación se aplicó la ecuación (3) de concentración corregida para los datos finales.

4.16. Análisis de correlación entre las variables material sedimentable y material particulado, con el flujo vehicular y condiciones meteorológicas.

Para relacionar éstas variables se aplicó el coeficiente de correlación R de Pearson. Según los valores que arroja R, se los representa de 5 formas (Araujo, 2017). Para ello se realizó mediante el software Excel.

- $R \cong 0$. R cercana o nula entre las variables
- $R > 0$. (R+): relación directa entre las variables
- $R < 0$. (R-): relación inversa entre las variables
- $R = 1$. (R+): perfecta entre las variables
- $R = -1$. (R-): perfecta entre variables.

4.17. Mapas de nivel de presión sonora y calidad del aire

Al procesar los datos obtenidos durante el monitoreo en el programa Excel, se procedió a crear tablas, con los nombres de los puntos monitoreados, coordenadas, número de vehículos registrados, nivel de presión sonora, las concentraciones de material sedimentable, concentración de material particulado PM10 y PM2,5. Después se exportó estos datos al software ArcGis 10,5; se utilizó la herramienta Inverse Distance Weighted (IDW), que permite interpolar la variable generando valores mayores o menores en función a la distancia de la fuente. De esta manera se genera los mapas acústicos y de concentración de contaminantes en los diferentes horarios.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Condiciones meteorológicas

Se obtuvieron los parámetros promedio de las condiciones meteorológicas durante los meses de Junio a Julio de 2019. Durante el monitoreo realizado desde el 13 de Junio al 13 de Julio, se registraron condiciones climáticas asociadas con brisa de viento muy débil, con una velocidad promedio de 2,69 m/s, humedad promedio del 85,00 %, temperatura promedio del 12,30°C y presión atmosférica de 552,00 mmHg.

5.2. Conteo vehicular en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

En las figuras 3, 4 y 5, se muestra el número total de vehículos contabilizados durante las horas de monitoreo en los 12 puntos de estudio, en tres horarios: matutino, vespertino y nocturno. Se clasificaron los vehículos como: livianos, pesados, motos, tomando en cuenta el número de ejes.

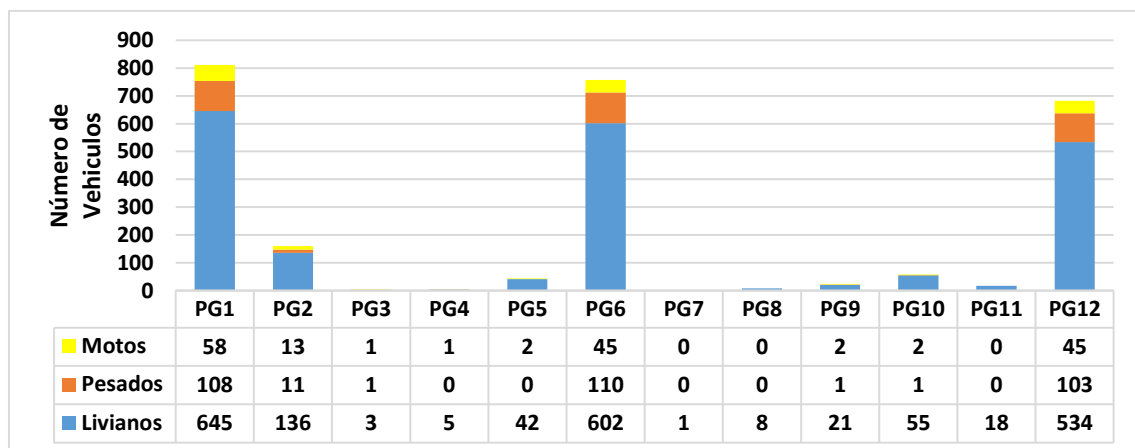


Figura 3. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

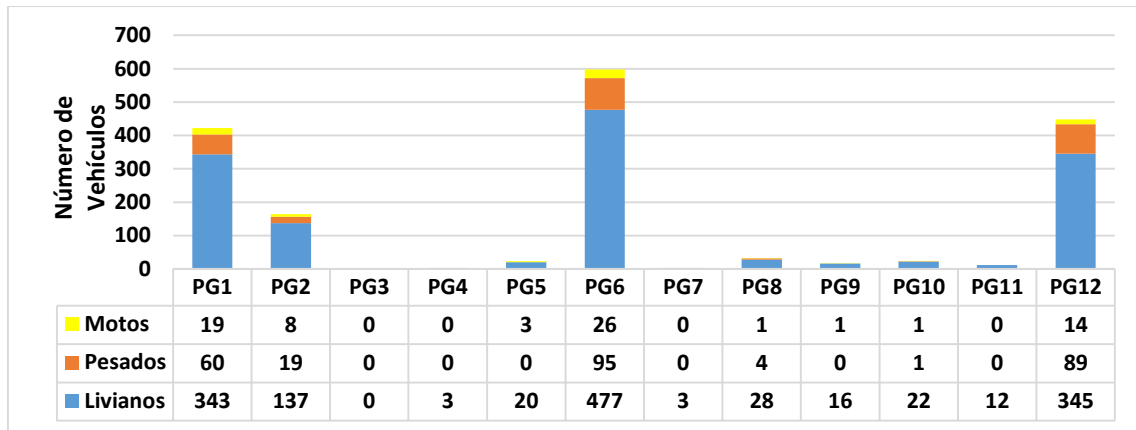


Figura 4. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

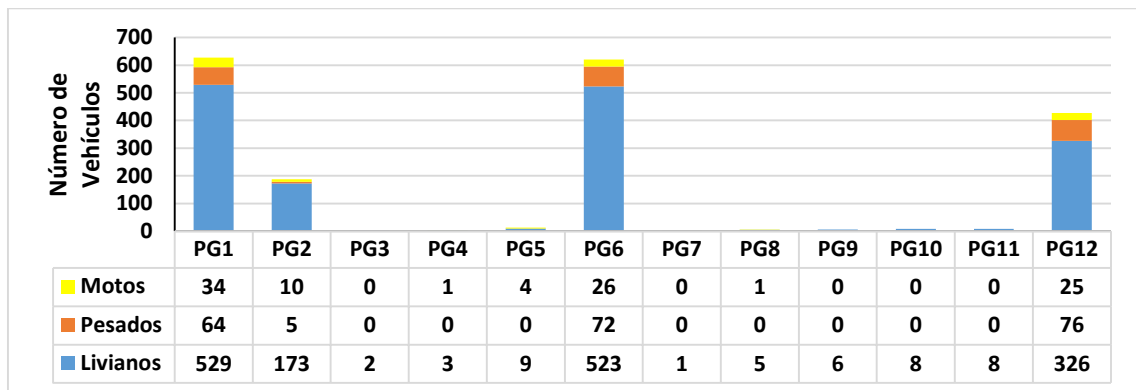


Figura 5. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario de 19:00h a 20:00h.

Fuente: Autor

Durante la primera etapa de monitoreo se registra el mayor flujo vehicular en los puntos: PG1, PG2, PG6 y PG12; dichos puntos se localizan en vías de primer orden. En la figura 3, en horario de 06:30h a 07:30h, se presenta mayor flujo vehicular en el punto PG1, con un total de 811,00 vehículos. En la figura 4 en horario de 12:30h a 13:30h, el número total de vehículos disminuye en el punto PG1, con un total de 422,00 vehículos; sin embargo en el punto PG6 se evidencia mayor flujo vehicular con un total de 598,00 vehículos. En la figura 5 en horario de 19:00h a 20:00h, el mayor flujo vehicular está en el punto PG1, con un total de 627,00 vehículos. En las figuras 3, 4 y 5, los vehículos livianos, representan alrededor del 80 % de toda la clasificación vehicular.

Las figuras 6 y 7 presentan el número de vehículos registrados durante la segunda etapa del monitoreo.

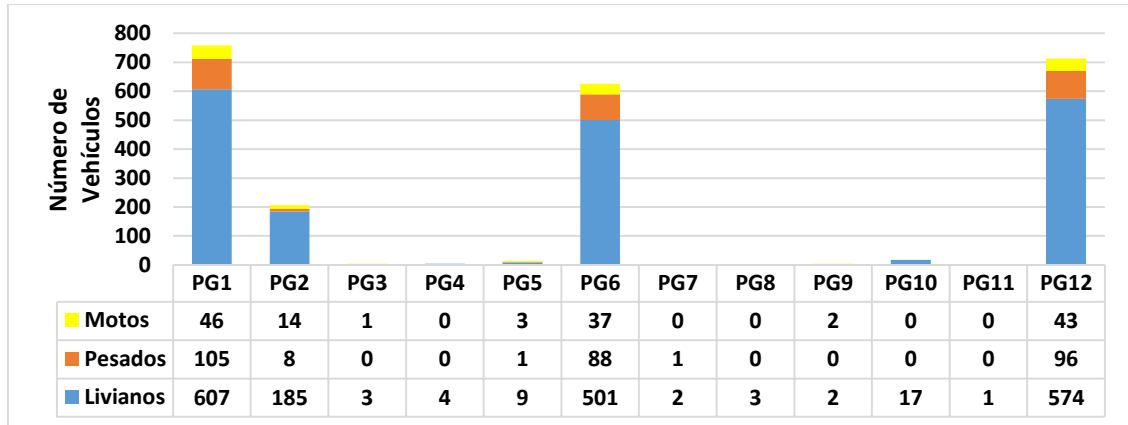


Figura 6. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

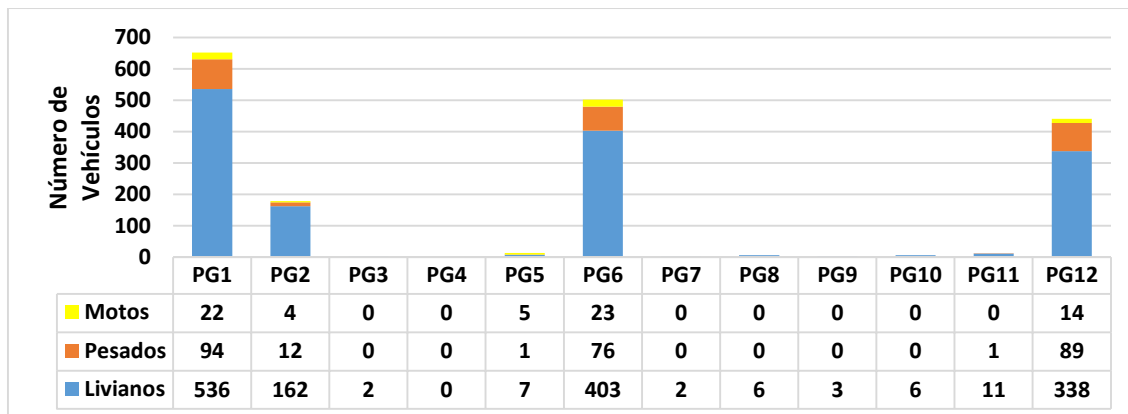


Figura 7. Contabilización de automotores en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

Para el conteo vehicular de la segunda etapa, las figuras 6 y 7, registran los mayores porcentajes vehiculares en los puntos: PG1, PG2, PG6 y PG12. En la figura 6 en el horario de 06:30h a 07:30h, se registra en el punto PG1, un total de 758,00 vehículos. Mientras que en la figura 7 en horario de 12:30h a 13:30h, se presenta en el mismo punto un total de 652,00 vehículos. En las dos figuras 6 y 7, los vehículos livianos representan alrededor del 80 % de toda la clasificación vehicular.

5.3. Niveles de presión sonora en los puntos monitoreados en el casco central de la parroquia El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

Para el análisis de los niveles de presión sonora muestreados en cada punto de estudio se comparó los datos obtenidos con los límites establecidos en la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 5), en función al uso de suelo. El Plan De Ordenamiento Territorial (PDOT),



del casco urbano de la parroquia El Valle, dato proporcionado por la Ilustre Municipalidad de Cuenca, detalla el uso de suelo en todos los 12 puntos como “RESIDENCIAL” (Municipio de Cuenca, 2003).

En la figura 8, se muestra el nivel de presión sonora de las 2 etapas de monitoreo (eje y), para cada punto de monitoreo (eje x).

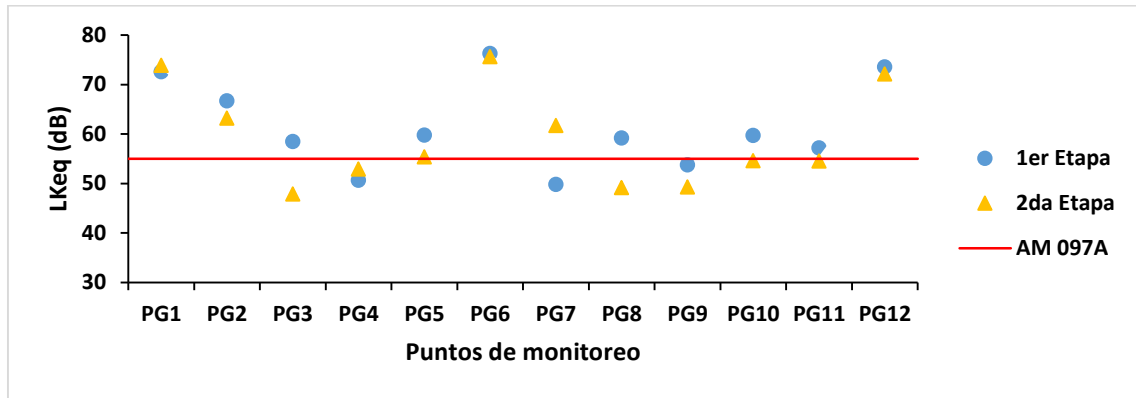


Figura 8. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

En la primer etapa, se determinó que el 75 % de los puntos de monitoreo sobrepasan la normativa nacional; el nivel más alto de presión sonora se registra en el punto PG6, con un valor de 76,33 dB, ubicado en las coordenadas X=726103.00, Y=9675117.00; mientras que el nivel más bajo de presión sonora corresponde al punto PG7 con un valor de 49,86 dB. El PG6 que presenta un nivel elevado se atribuye al flujo vehicular donde se registró un total de 757,00 vehículos, de los cuales el 80 % pertenecen a vehículos livianos y el 15% a vehículos pesados. Además cabe recalcar que en este sector se registra un elevado número de actividades comerciales, lo cual contribuye al incremento de los niveles de presión sonora, coincidiendo con una informe denominado “Registro de Ruido Ambiente 2015, en 30 sitios de monitoreo de la ciudad de Cuenca”, donde los niveles máximos registrados se atribuyen a la dinámica entre el ruido generado por comercio y tráfico vehicular.

En la segunda etapa, los niveles de presión sonora registran una tendencia muy próxima a los de la primera etapa, en la cual el 50 % de los niveles sobrepasan la normativa nacional. Los niveles máximos se presentan en el punto PG6, con un nivel de 75,65 dB; mientras que el nivel de presión sonora más bajo se muestra en el PG3, con un valor de



47,92 dB. Al relacionar los niveles de presión sonora con la circulación vehicular, se indica que en el punto PG6, se contabilizó un total de 626,00 vehículos, y en el PG3, un total de 4,00 vehículos; por lo cual, se analiza que el tráfico vehicular es la fuente principal del incremento de ruido.

En la figura 9, se muestra el nivel de presión sonora de las 2 etapas de monitoreo (eje y), para cada punto de monitoreo (eje x).

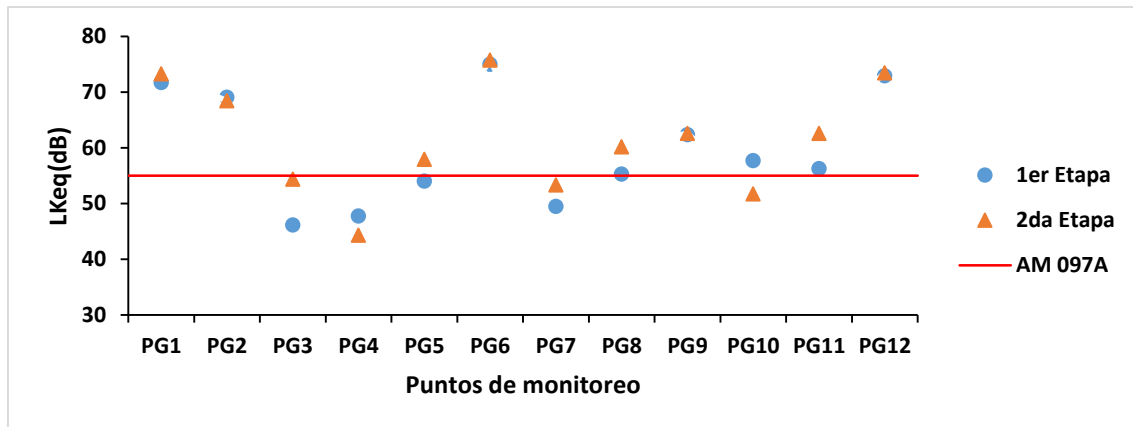


Figura 9. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa se determinó que el 50 % de los puntos monitoreados sobrepasan la normativa nacional, presentando el nivel de presión sonora más elevada en el punto PG6, con un valor de 74,96 dB; mientras el menor nivel de presión sonora está en el PG3, con un valor de 46,18 dB. Siendo influenciado el punto PG6 por actividades comerciales y tráfico vehicular, con un total de 598,00 vehículos.

En la segunda etapa, se identifican un 67 % de puntos que sobrepasan la normativa vigente referente al nivel de presión sonora. Presentando el nivel más alto en el punto PG6, con un valor de 75,72 dB; mientras que el punto de menor nivel de presión sonora está en el punto PG4, con un valor de 44,31 dB. En comparación con la primera etapa, se observa que ambos niveles de presión sonora son aproximadamente similares en el punto PG6, por lo tanto la principal causa de la generación de ruido es la actividad comercial y el tráfico vehicular.

En la figura 10, se muestra el nivel de presión sonora en horario nocturno (eje y), para cada punto de monitoreo (eje x); con el límite impuesto por la normativa nacional (AM 097A-Anexo 4).

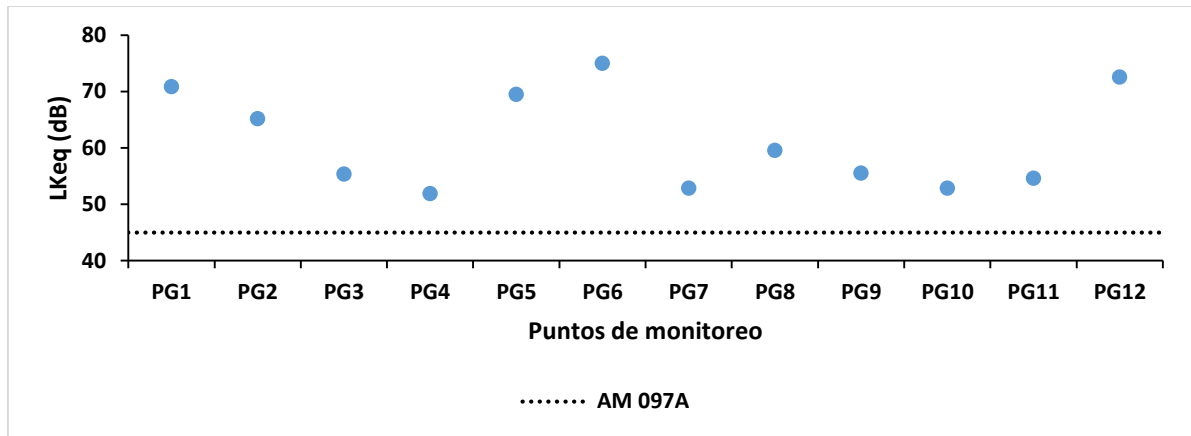


Figura 10. Niveles de presión sonora (LKeq) registrados en los puntos de monitoreo del casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 19:00h a 20:00h.

Fuente: Autor

Se muestra un incumplimiento de la normativa nacional del 100 % de los sitios monitoreados, evidenciando un mayor nivel de presión sonora en el punto PG6, con un valor de 75,03dB; mientras que el menor nivel de presión sonora está en el PG4, con un valor de 51,86dB. Los sitios que presentaron mayor tráfico vehicular son los puntos: PG1, PG6 y PG12; que están localizados en vías de primer orden. Sin embargo en los otros puntos de monitoreo, la mayor causa de los niveles de presión sonora son por: presencia de animales domésticos (perros) y la acción del viento.

5.4. Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

En la figura 11, se muestra la concentración de material sedimentable (eje y), para los puntos de monitoreo (eje x); con el límite impuesto por la normativa nacional (AM 097A-Anexo 4).

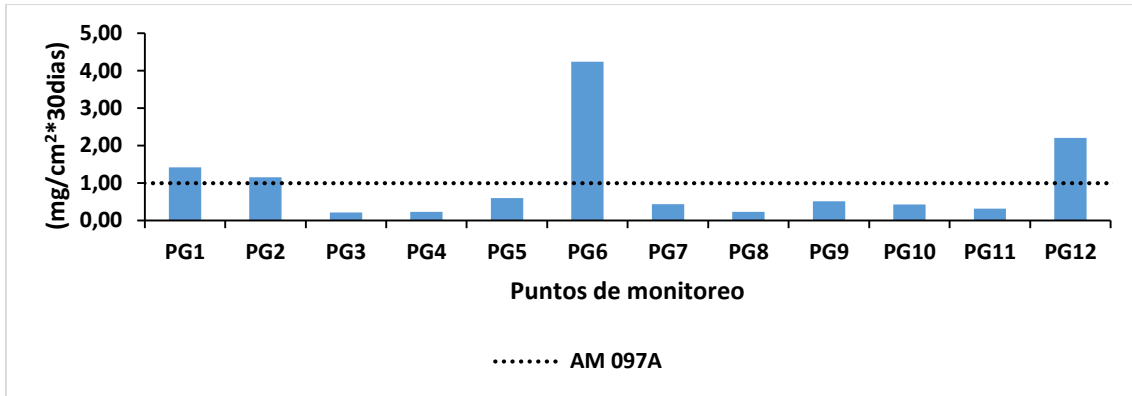


Figura 11. Concentración de material sedimentable en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019.

Fuente: Autor

De los 12 sitios de estudio, el 33 % superan la normativa nacional con concentraciones que varían entre $1,16 \text{ mg/cm}^2$ a $4,24 \text{ mg/cm}^2$, registrándose la mayor concentración en el punto PG6. En este punto se encuentra un semáforo, siendo causa del aumento de tráfico vehicular. También es un espacio reducido por las edificaciones que están de extremo a extremo de la vía principal, como también es un área poco ventilada. El punto de menor concentración se da en el punto PG3, con un valor de $0,22 \text{ mg/cm}^2$, el sitio presenta un número limitado de viviendas, sin embargo se caracteriza por ser un área de cultivo. Un informe realizado para el año 2015 y 2017, sobre la calidad del aire en la ciudad de Cuenca, hace referencia que la presencia de material sedimentable se debe a la acción del tráfico vehicular, el viento, y ejecución de obras civiles. Otro estudio denominado “Análisis de partículas sedimentables y niveles de presión sonora, en el área urbana y periférica de Cuenca” realizado en el año 2018, da a conocer sobre la presencia de material sedimentable, atribuyendo dicho contaminante a la presencia de tráfico vehicular. Por lo tanto las concentraciones de material sedimentable registradas en la parroquia el Valle tienen como fuente de emisión a la vía de primer orden, calles de tercer orden de lastre o tierra, los comercios de venta de material pétreo, la fabricación de bloques, la circulación vehicular, el hollín de los vehículos pesados, y la acción del viento.

5.5. Concentración de material particulado PM10 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

En las figura 12 y 13, se muestra que las concentraciones de material particulado PM10 (eje y) de las dos etapas de monitoreo, para los puntos monitoreados (eje x). Además se representan los límites establecidos por la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4) y



la Organización Mundial de la salud, cuyos valores, no deben exceder los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente en un lapso de 24 horas.

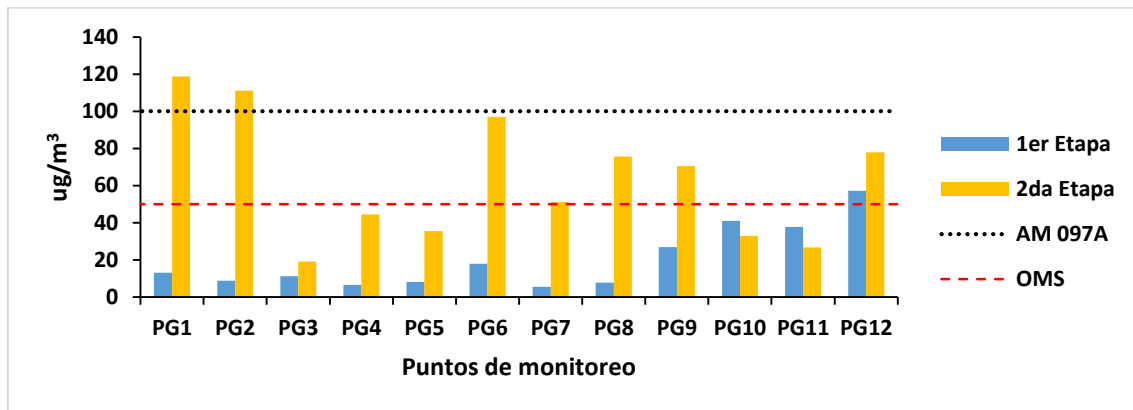


Figura 12. Concentración de material particulado PM10 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa, se observa que todos los 12 puntos cumplen con lo establecido en la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), sin embargo en cuanto a la normativa internacional dada por la OMS, el único punto que no cumple es el PG12, con un valor máximo $57,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La menor concentración se da en el PG7, con un valor de $5,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la segunda etapa, los puntos que no cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), son: PG1 y PG2; la mayor concentración está en el PG1, con $118,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$; y la menor concentración es el PG3 con valor de $19,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por lo tanto al verificar el límite máximo por la OMS, el 58 % de los 12 puntos monitoreados no cumplen con esta normativa.

Al comparar las etapas de monitoreo en la figura 12, se muestra un aumento significativo en la segunda etapa con respecto a la primera etapa. Los factores que disminuyen las concentraciones de PM10, son: la temperatura, la humedad, el viento y la precipitación. Según el informe realizado en el 2015 sobre la Calidad del Aire en la ciudad de Cuenca, da a conocer que el aumento de la concentración de PM10, se produce en épocas de sequía; donde además influye la emisión de vehículos, el polvo que se encuentra en vías y las calles de tercer orden, que están conformadas por lastre y tierra.

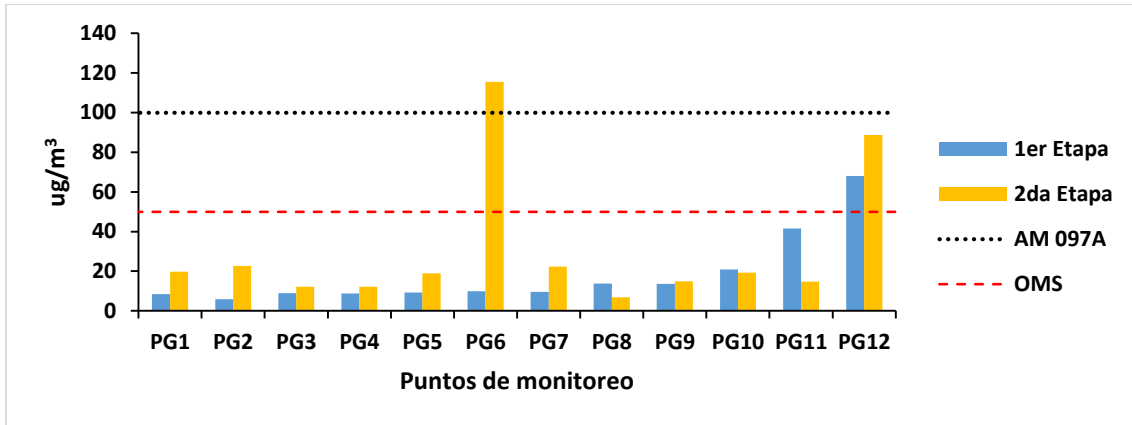


Figura 13. Concentración de material particulado PM10 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa, se observa que el 100 % de los puntos cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), sin embargo en la normativa por la OMS, el único punto que no cumple es el punto PG12, con un valor máximo de $68,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la menor concentración se da en el punto PG2, con $(5,94 \mu\text{g}/\text{m}^3)$.

Sin embargo en la segunda etapa, se observan que el punto PG6, no cumple con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), mientras que para la normativa de la OMS no cumplen 2 puntos: PG6 y PG12. La mayor concentración está en el punto PG6, con $115,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que el punto de menor concentración es en el punto PG8 ($6,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se observa un aumento significativo en el punto PG6 de la segunda etapa, ya que se encuentra ubicado en una zona comercial, con alto tráfico vehicular y el funcionamiento de un semáforo; se puede decir que es similar al centro de la ciudad de Cuenca, donde las calles son estrechas con edificaciones altas y poca ventilación. La mayor concentración de contaminantes en este punto se pudiera deberse a la circulación de los vehículos pesados a diésel que generan en gran cantidad el hollín al poner en marcha el vehículo cuando el semáforo cambia a luz verde.

5.6. Concentración de material particulado PM2,5 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

En las figura 14 y 15, se muestra que las concentraciones de partículas PM2,5 (eje y), de las dos etapas de monitoreo, para los puntos monitoreados (eje x). Se representa la



normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), que indica que no debe exceder los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; mientras que la normativa OMS indica que no debe exceder los 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un lapso de 24 horas.

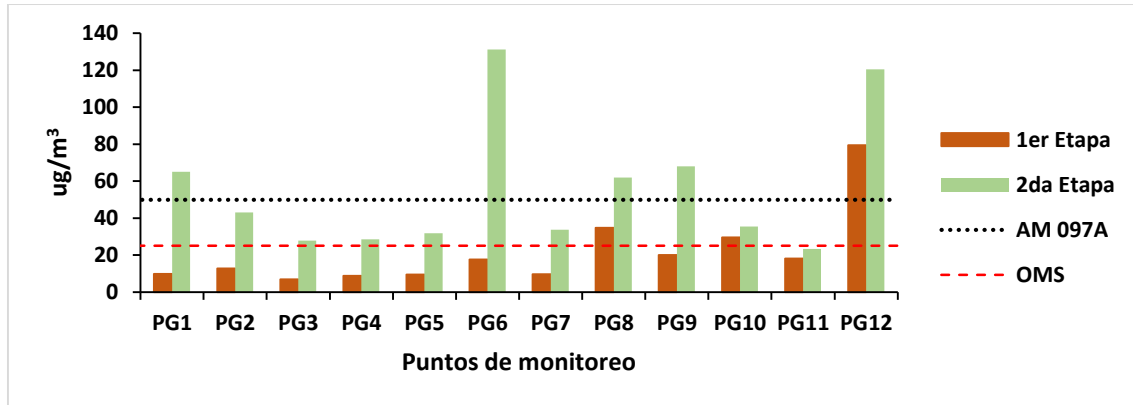


Figura 14. Concentración de material particulado PM2,5 en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa, se muestran bajas concentraciones de PM2,5 respecto a la segunda etapa. Además, se observa que en la misma, el punto que no cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), es el PG12, mientras que para la normativa de la OMS los puntos que no cumplen representan el 25 % de los puntos de monitoreo. El de mayor concentración está en el PG12, con (79,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); y el de menor concentración el PG3, con un valor de 6,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para la segunda etapa, los puntos que no cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), representan el 42% de los puntos monitoreados y para la normativa OMS el único que cumple es el PG11. La mayor concentración está en el PG6 con (131,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que la menor concentración se presenta en el PG11 con (23,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se observa un aumento de la concentración de material particulado PM2,5 en el punto PG6 de la segunda etapa, ya que al estar ubicado en una zona de poca ventilación, alta actividad comercial y tráfico vehicular lento; genera un incremento del contaminante. El mayor influyente en el punto PG6 es el tráfico vehicular sin embargo en los puntos ubicados en calles de tercer orden, el factor que influye es el polvo. En el artículo “Niveles de material particulado en la zona urbana de Cuenca-Ecuador y su relación con el tráfico vehicular” en el año 2018, se da a conocer que la principal fuente de emisión de PM2,5 es la alta densidad de tráfico vehicular.

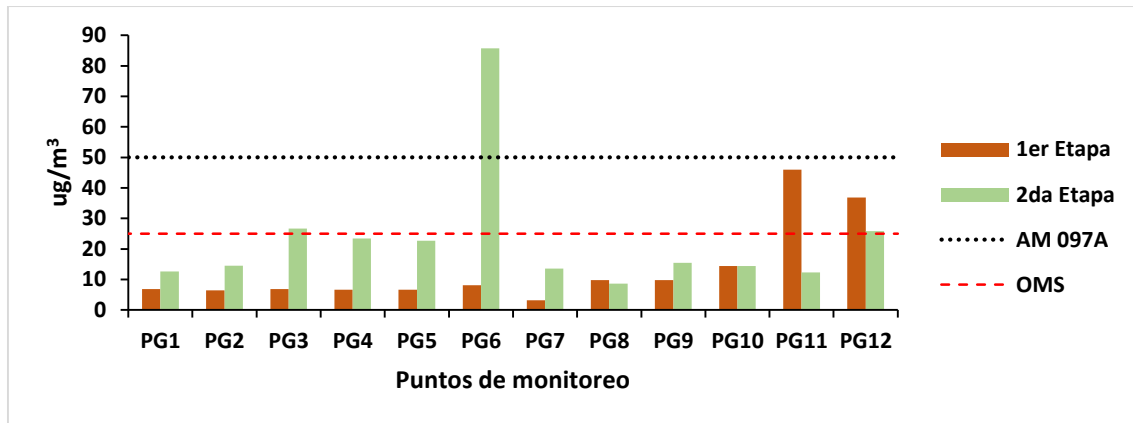


Figura 15. Concentración de material particulado PM_{2,5} en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa, se observa que todos los puntos cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4); mientras que para la normativa de la OMS, los puntos que no cumplen son los puntos: PG11, PG12. Siendo el de mayor concentración el punto PG11 con un valor de 45,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y de menor concentración en el punto PG7 (3,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Para la segunda etapa, el único punto que no cumple con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4), es el PG6; mientras que para la normativa OMS los que no cumplen son los puntos: PG6, PG3, PG12. La mayor concentración se presenta en el punto PG6 con un valor de 85,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; y la menor concentración se registra en el PG8 (8,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Al comparar el flujo vehicular de la primera y segunda etapa, con respecto a la concentración de PM_{2,5}; se evidencia una menor cantidad de vehículos en la segunda etapa; con una diferencia de 96 vehículos totales. Sin embargo el incremento se puede atribuir al lento tráfico vehicular en horas pico. Mientras que en los puntos PG11 y PG12 de la primera etapa, se observa un aumento de las concentraciones. El punto PG11, está localizado en una calle de tercer orden conformada por lastre, siendo la principal fuente el polvo levantado por la acción del viento; y el punto PG12 está ubicado en la vía principal Cuenca-Sígsig, sin embargo, las vías de tercer orden de esta zona influyen en el arrastre de material sólido, por la circulación vehicular y acción del viento.



5.7. Análisis de correlación

5.7.1. Análisis de correlación entre la concentración de material sedimentable y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.

En la figura 16, se indica la relación entre la concentración de material sedimentable registrada en los puntos monitoreados (eje y), con el número de vehículos (eje x), en un lapso de 30 días.

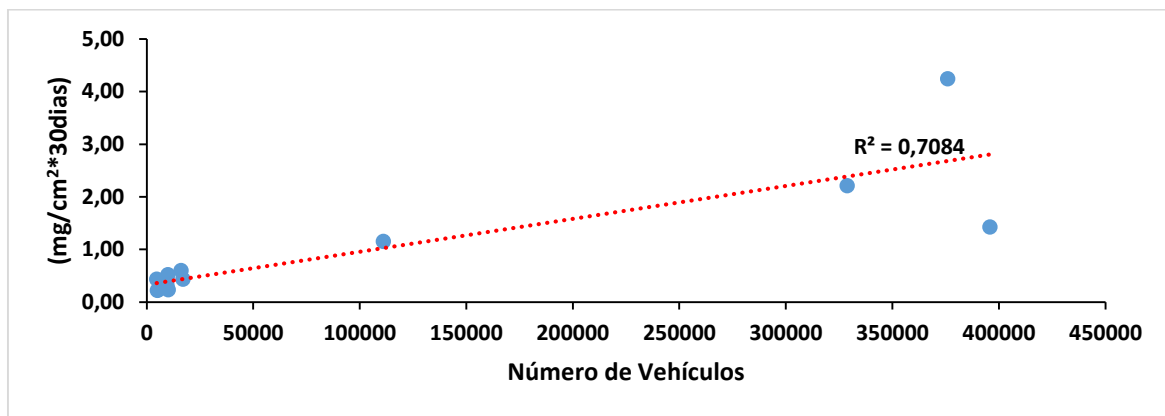


Figura 16. Correlación entre la concentración de material sedimentable y el número de vehículos. Periodo Junio-Julio del 2019.

Fuente: Autor

La correlación de Pearson que existe entre el número de vehículos y la concentración de material sedimentable ($\text{mg}/\text{cm}^2 * 30 \text{ días}$), presenta un coeficiente de correlación $R=0,8417$ y $R^2=0,7084$; indicando que existe relación positiva y directa, entre las dos variables.

5.7.2. Análisis de correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.

En las figuras 17 y 18, se indica la relación entre la concentración de PM10 (eje y), para el número de vehículos (eje x).

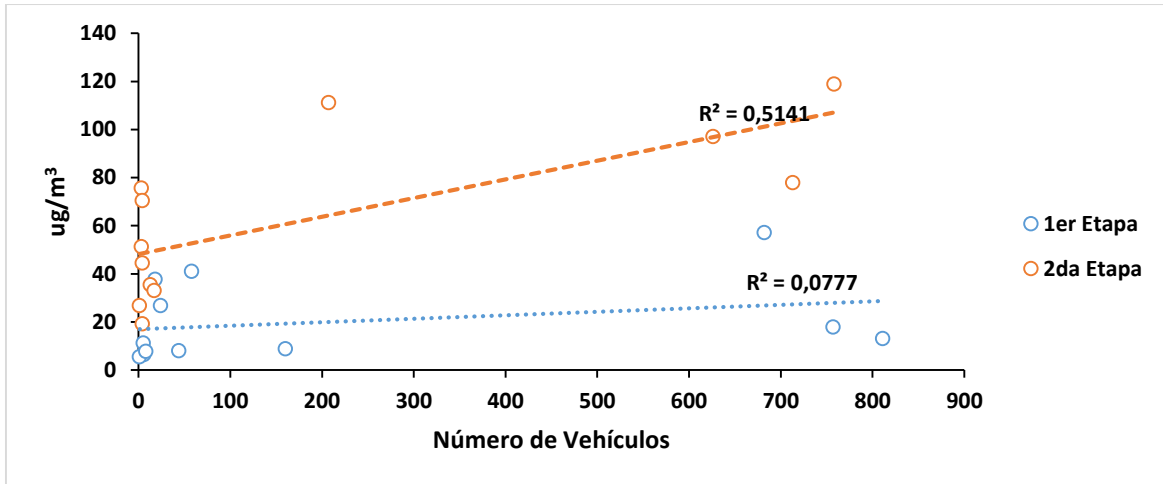


Figura 17. Correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

En la primera etapa, se observa una correlación de Pearson de $R=0,2787$ y $R^2=0,0777$, entre las variables de PM10 y el número de vehículos; existiendo una relación positiva baja y directa.

En la segunda etapa, existe un aumento de correlación con un valor $R=0,7170$ y $R^2=0,5141$, para lo cual se define como una relación positiva alta y directa.

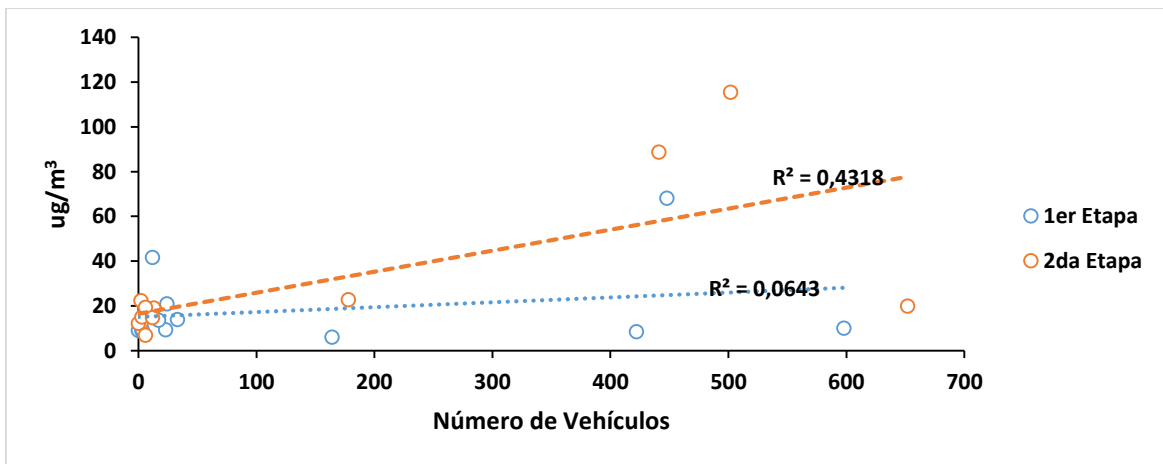


Figura 18. Correlación entre la concentración de material particulado PM10 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.
Fuente: Autor

En la primera etapa, la correlación de Pearson da un valor $R=0,2535$ y $R^2=0,0643$ entre las variables de PM10 y el número de vehículos; de manera que se puede definir que existe una relación positiva baja y directa.



En la segunda etapa, se puede encontrar que existe un aumento de correlación con un valor $R=0,6571$ y $R^2=0,4318$, para lo cual se define como una relación positiva alta y directa.

5.7.3. Análisis de correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos en el casco central de la parroquia El Valle.

En las figuras 19 y 20, se indica la relación entre la concentración de PM10 (eje y), para el número de vehículos (eje x).

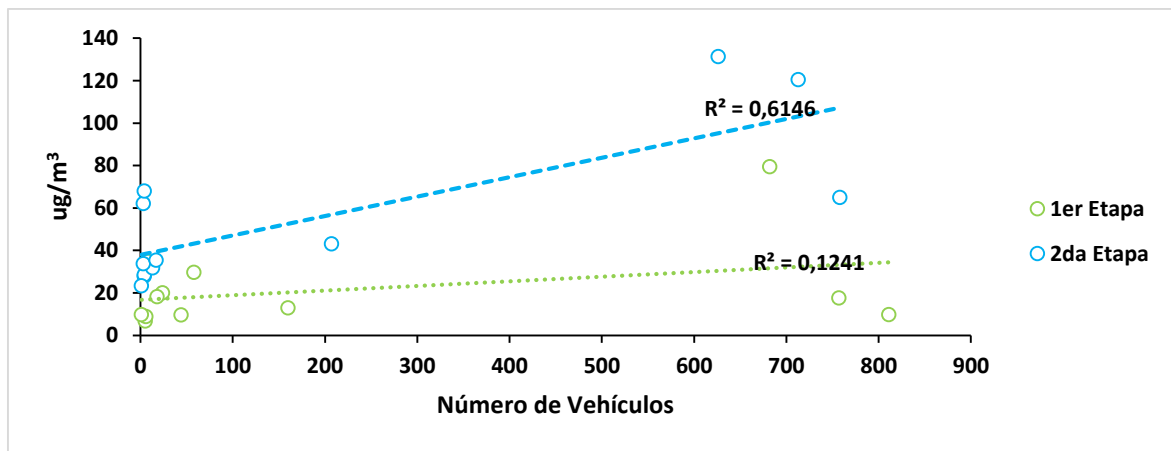


Figura 19. Correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa se observa una correlación de Pearson de $R=0,3522$ y $R^2=0,1241$ entre las variables de PM2,5 y el número de vehículos; de manera que se analiza como una correlación positiva baja y directa.

En la segunda etapa, se observa un aumento de correlación con un valor $R=0,7840$ y $R^2=0,6146$, que se define como una correlación positiva alta y directa.

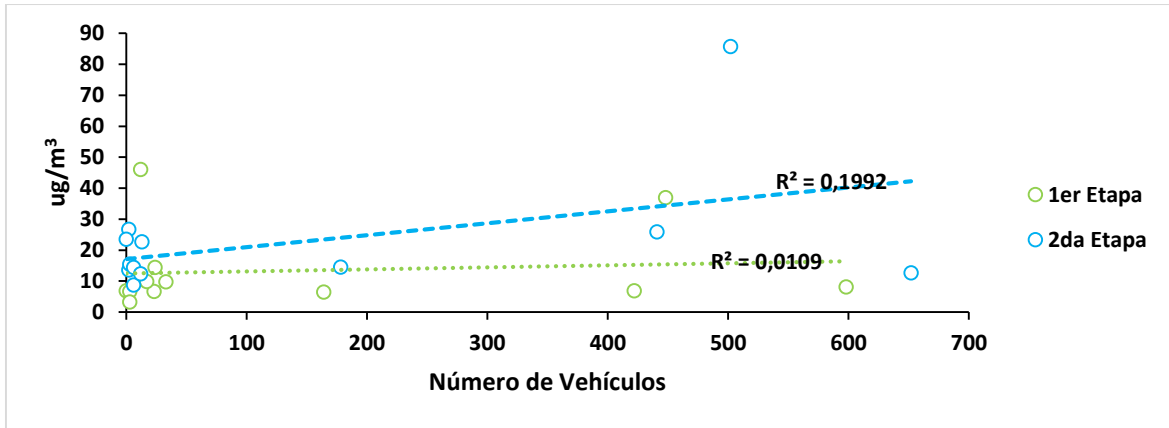


Figura 20. Correlación entre la concentración de material particulado PM2,5 y el número de vehículos registrados. Periodo Junio-Julio del 2019. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la primera etapa, se observa una correlación de Pearson de $R=0,1045$ y $R^2=0,0109$ entre las variables de PM2,5 y el número de vehículos; de manera que se define como una correlación positiva muy baja y directa.

En la segunda etapa, se muestra un aumento de correlación con un valor $R=0,4463$ y $R^2=0,1992$, que indica que posee una correlación positiva moderada y directa.

5.7.4. Relación entre el material particulado (PM10, PM2,5) VS las condiciones meteorológicas

Las figuras: 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28; analiza la correlación entre la concentración de material particulado PM10 y PM2,5; datos registrados durante las dos etapas de monitoreo en el casco central de la parroquia El Valle, versus las condiciones meteorológicas: velocidad del viento, temperatura y humedad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

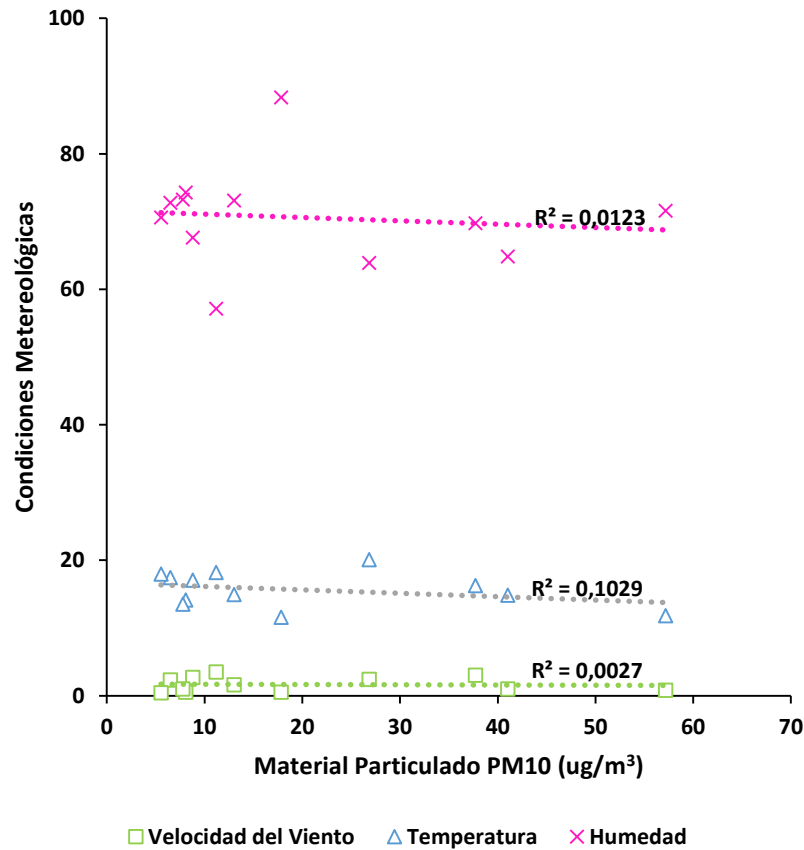


Figura 21. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

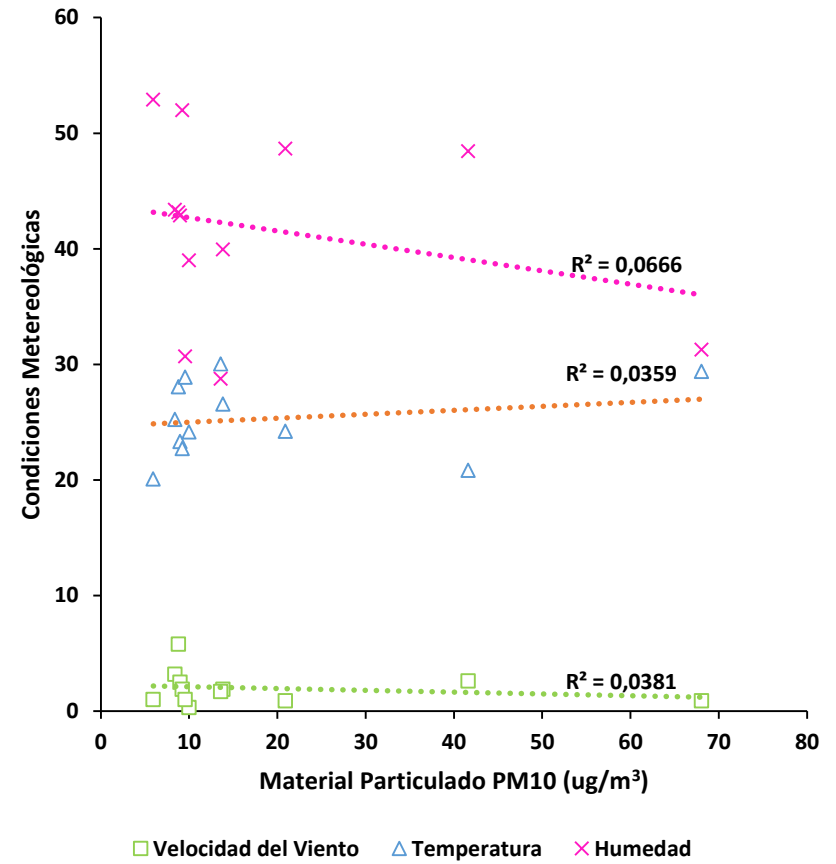


Figura 22. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.
Fuente: Autor

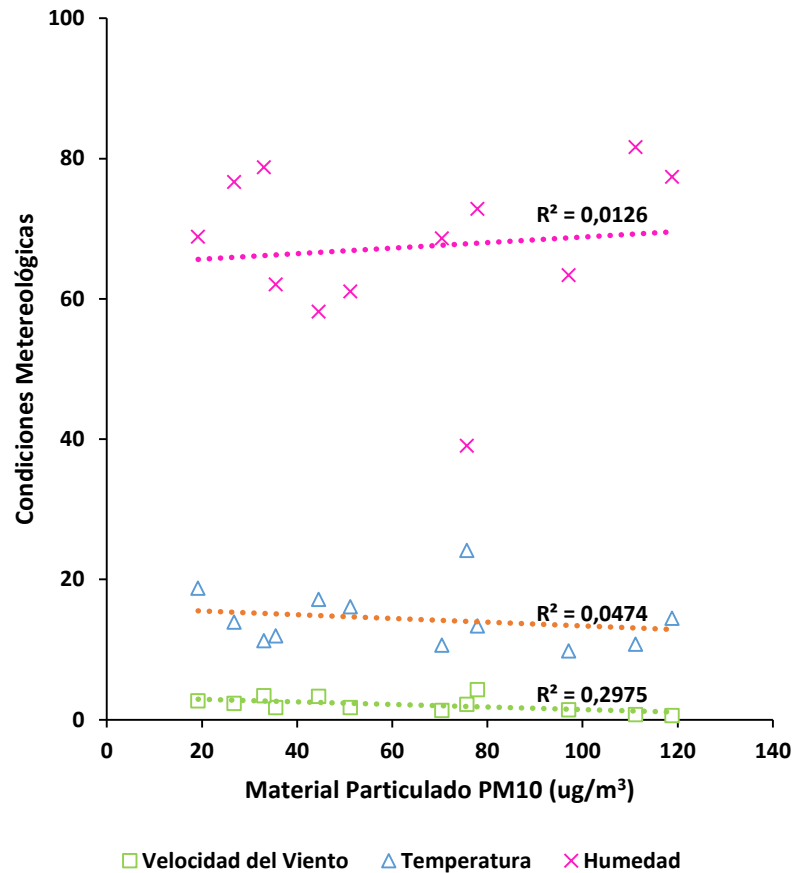


Figura 23. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

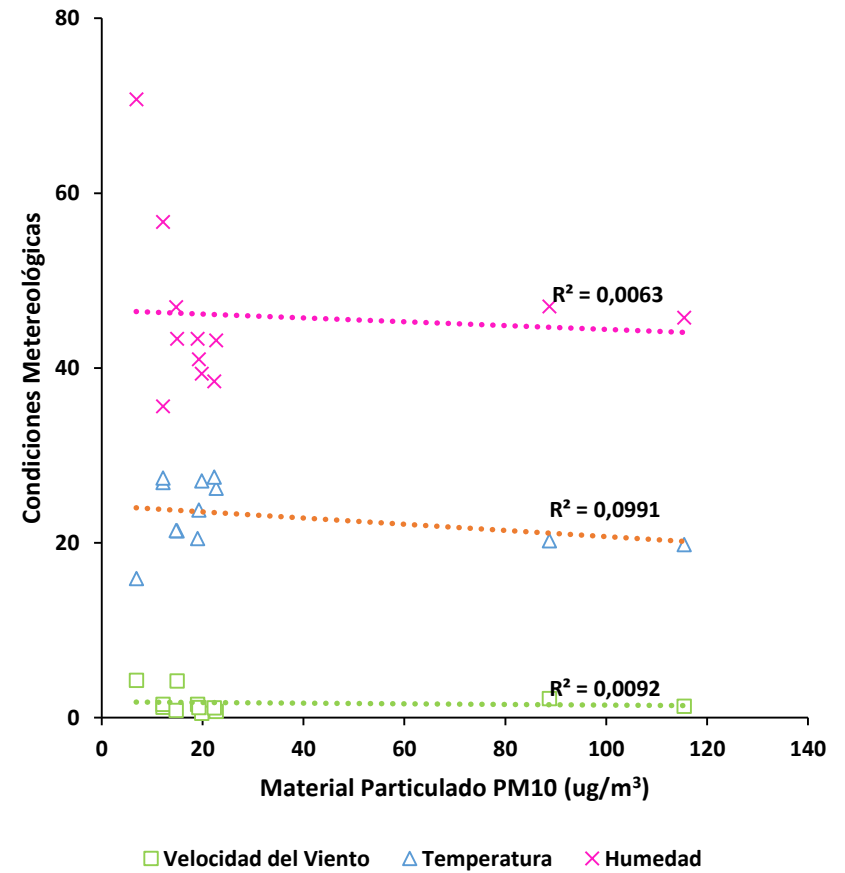


Figura 24. Correlación entre la concentración de PM10 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.
Fuente: Autor



UNIVERSIDAD DE CUENCA

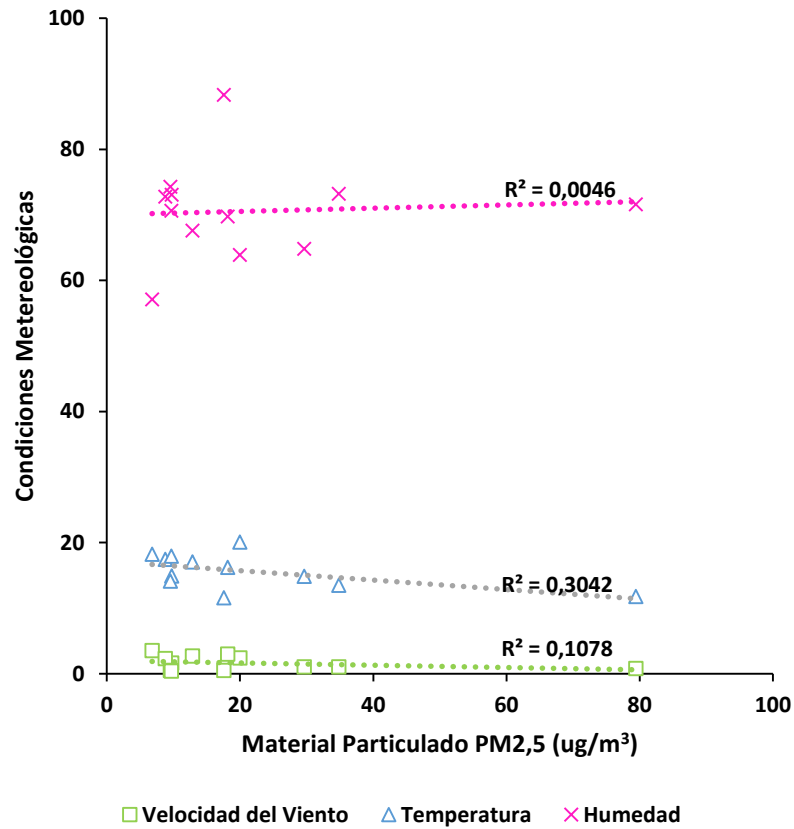


Figura 25. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

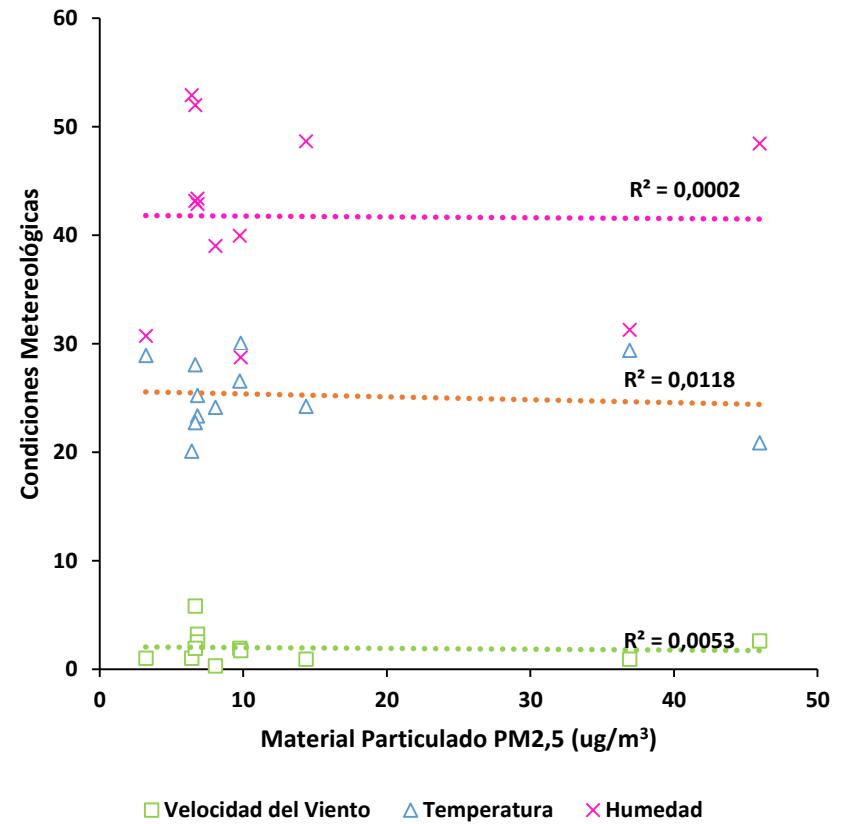


Figura 26. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.
Fuente: Autor



UNIVERSIDAD DE CUENCA

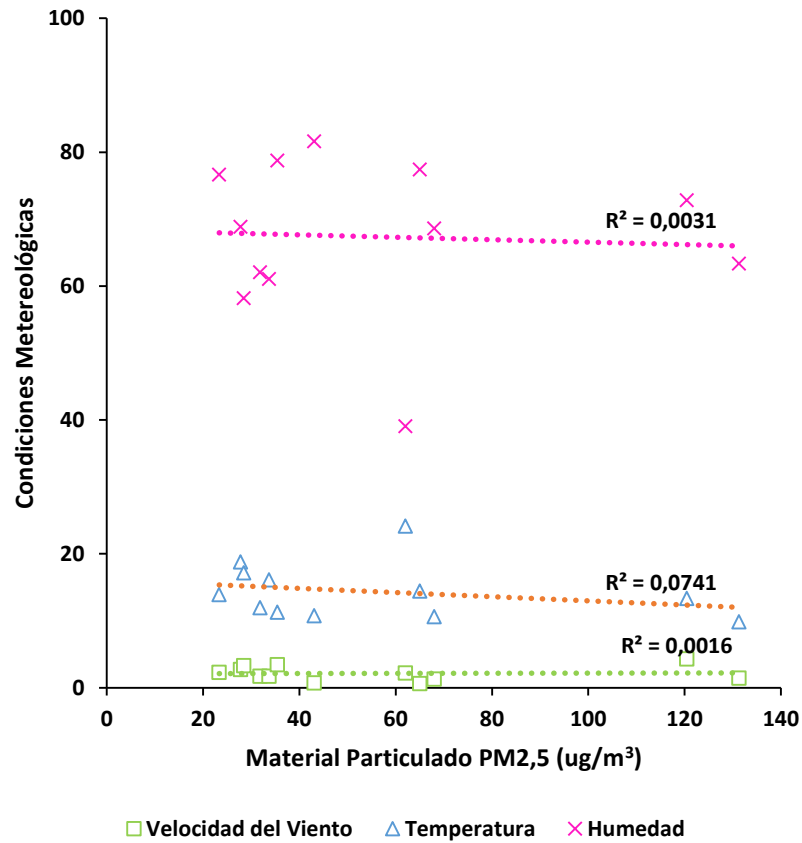


Figura 27. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.
Fuente: Autor

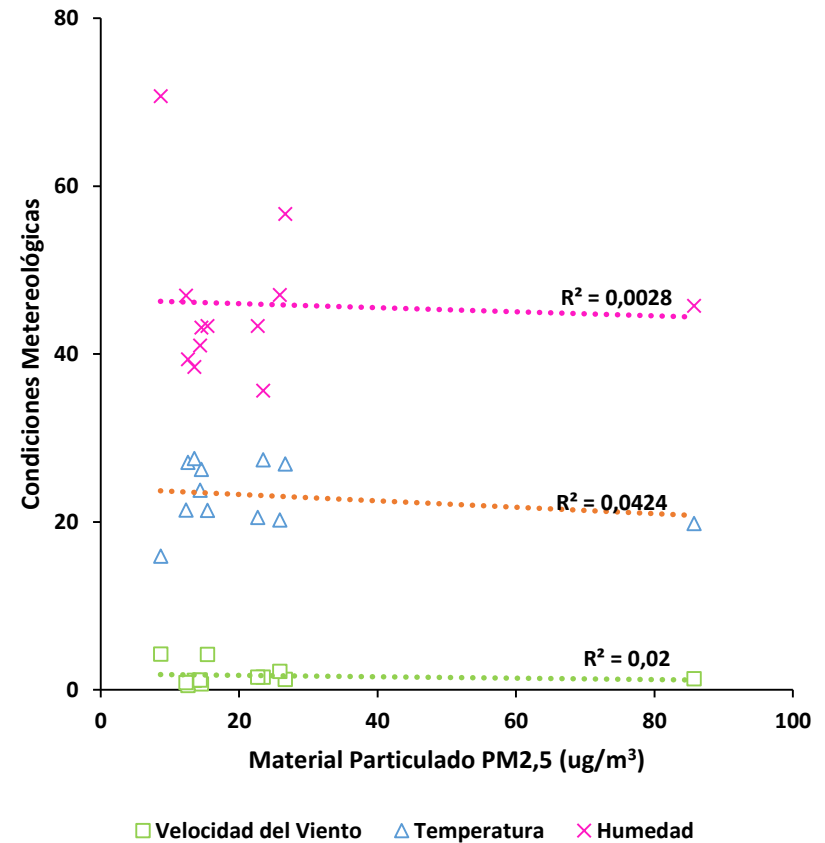


Figura 28. Correlación entre la concentración de PM2,5 y las condiciones meteorológicas registradas. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.
Fuente: Autor



Las condiciones meteorológicas promedio registradas en horario de la mañana 06:30-07:30, durante la primera etapa de monitoreo, fueron: velocidad de viento de 1,6 m/s, temperatura de 15,6 °C y humedad de 70,6 %; para la segunda etapa fueron: velocidad de viento 2,1 m/s, temperatura 14,4 °C y humedad 67,4 %. Mientras que para el horario de la tarde de 12:30-13:30, fue: velocidad de viento 2,0 m/s, temperatura 25,3 °C y humedad 41,8 %; y en la segunda etapa se registraron promedios de: velocidad de viento de 1,7 m/s, temperatura de 23,2 °C y humedad de 45,9 %.

En las figuras 21 y 22, de la primera etapa de monitoreo, en los dos horarios 06:30-07:30 y 12:30-13:30, indica que no existe relación entre las concentraciones de PM₁₀ y las variables meteorológicas (Velocidad de viento, Temperatura y Humedad), los rangos de correlación varían entre $R^2=0,0027$ y $R^2=0,1029$, da tal manera que los valores son bajos por lo cual no existe correlación. Para la segunda etapa de monitoreo en las figuras 23 y 24, en los dos horarios, se indican condiciones similares al anterior, con rangos de correlación de $R^2=0,0063$ y $R^2=0,2975$, indicando que no existe relación entre las variables.

En las figuras 25 y 26, de la primera etapa de monitoreo en los dos horarios 06:30-07:30 y 12:30-13:30, se muestra una tendencia lineal de concentración, la cual indica que no existe relación entre las concentraciones de PM_{2,5} y las variables meteorológicas (Velocidad de viento, Temperatura y Humedad), los rangos de correlación varían entre $R^2=0,0002$ y $R^2=0,3042$, de tal manera que los valores son bajos por lo cual no existe correlación. Para la segunda etapa de monitoreo las figuras 27 y 28, muestran que en los dos horarios se registran condiciones similares al anterior, con rangos de correlación de $R^2=0,0016$ y $R^2=0,0741$, indicando que no existe relación entre las variables.

Estudios similares donde se analizó la correlación entre las concentraciones de PM₁₀ y condiciones meteorológicas muestran un comportamiento similar a este estudio (Astudillo, 2014), las concentraciones del contaminante no depende de las condiciones meteorológicas, de manera que no existe correlación por los valores de R, siendo resultados no significativos. En la investigación se concluye que a medida que aumenta la humedad, el material particulado tiende a sedimentar; por lo tanto, la concentración de estas partículas en el aire disminuye. De manera que se asume que la concentración de material particulado está asociada con la presencia de automotores que circulan por el área de evaluación (Astudillo, 2014).



5.8. Flujo vehicular en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

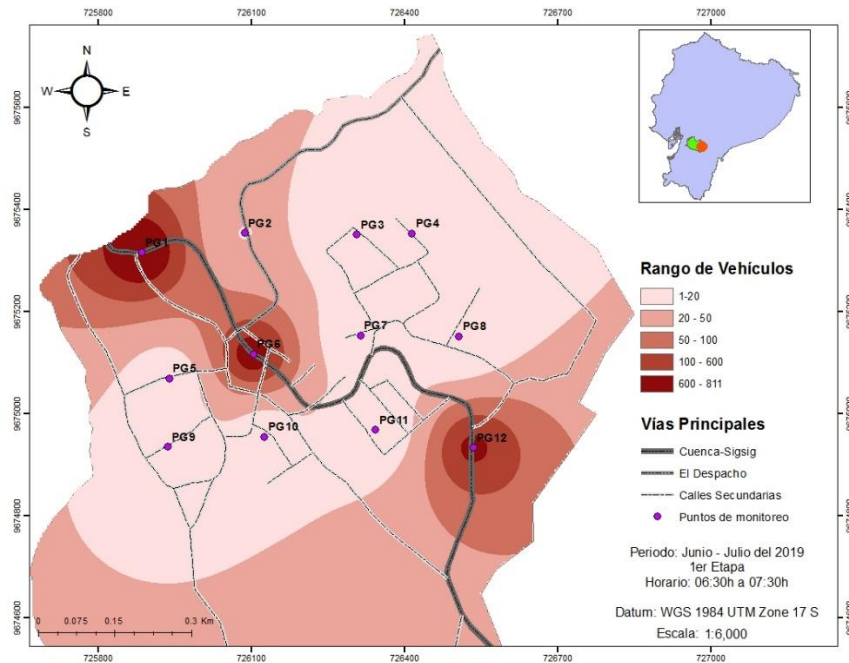


Figura 29. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

La figura 29, pertenece al horario de la mañana de 06:30h a 07:30h; se muestra que existe mayor flujo de vehículos en los 3 puntos: PG1, PG6 y PG12; ubicados en la vía principal de dos carriles Cuenca-Sígsig. Siendo una vía de primer orden, por lo cual posee un elevado flujo vehicular. Las personas que habitan en la parroquia del Valle, se trasladan a la ciudad de Cuenca, para realizar sus labores diarias y los estudiantes para ir a los centros educativos, de manera que se genera mayor tráfico en horas pico, haciendo que el tráfico se torne demasiado lento, lo que dificulta la rápida circulación vehicular, sobre todo en dirección a la ciudad de Cuenca.

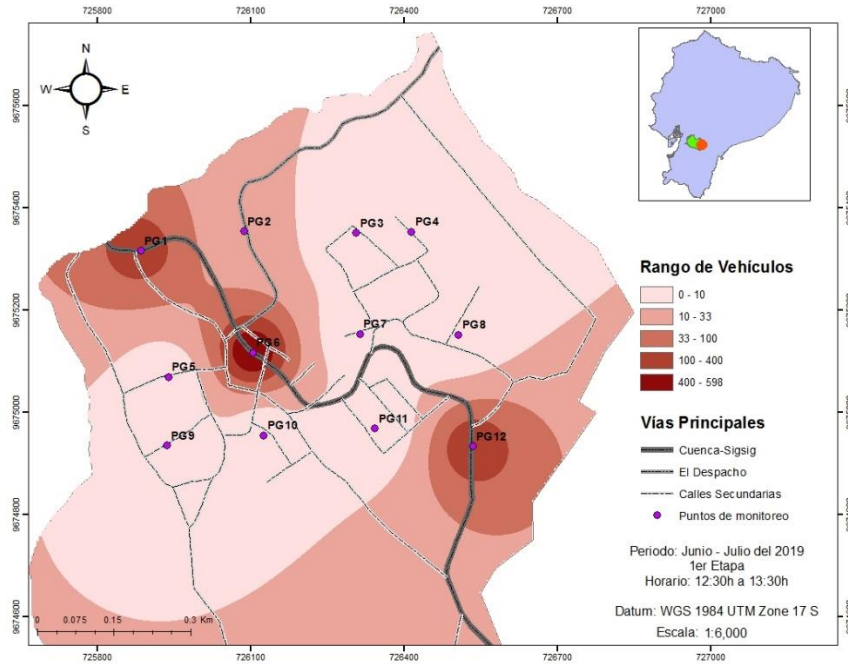


Figura 30. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

La figura 30, pertenece al horario de la tarde de 12:30h a 13:30h, presentando mayor flujo de vehículos en los 3 puntos: PG1, PG6 y PG12, ubicados en la vía principal Cuenca-Sigsig. Pero se evidencia el mayor rango de vehículos en el punto PG6, donde se localiza la zona del semáforo siendo un punto crítico.

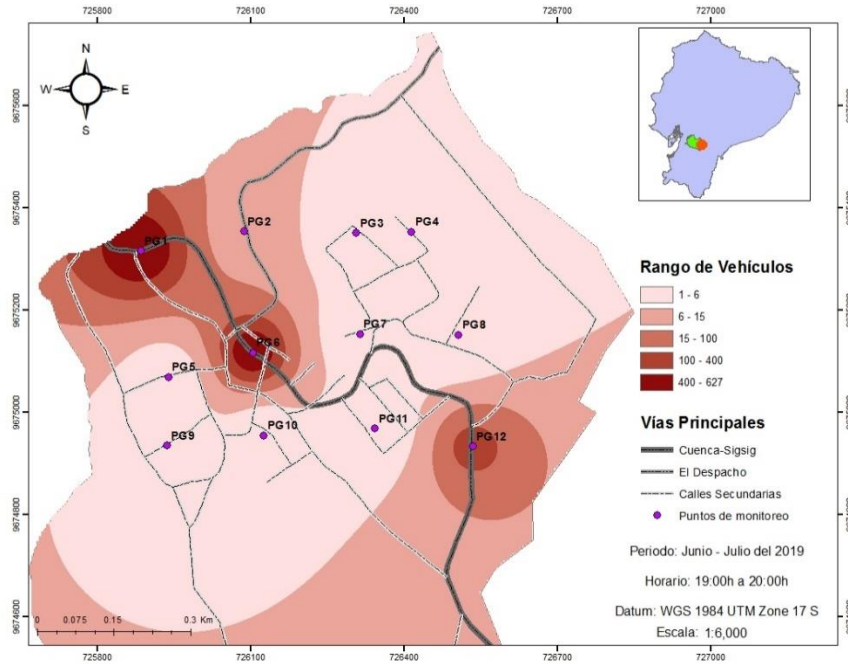


Figura 31. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 19:00h a 20:00h.

Fuente: Autor

La figura 31, perteneciente al horario de la noche de 19:00h a 20:00h, indica que existe mayor flujo de vehículos en 3 puntos: PG1, PG6 y PG12. Estos puntos se ubican en la vía principal Cuenca-Sígsig. Durante la noche en la vía que conduce al Sígsig desde la ciudad de Cuenca, se registra alto tráfico vehicular, debido a que los habitantes retornan a sus hogares a esa hora.

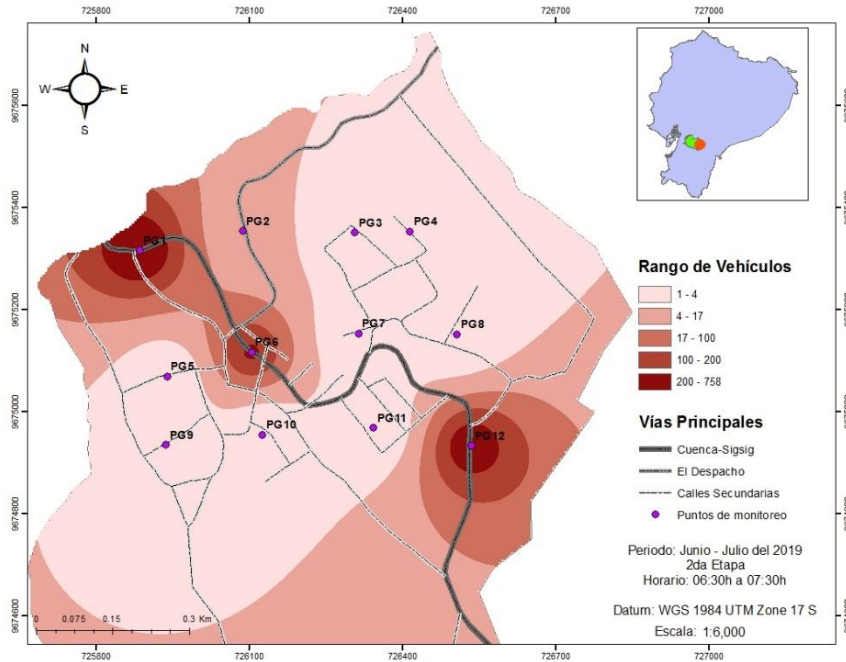


Figura 32. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

La figura 32, pertenece a la segunda etapa de monitoreo, en el horario de la mañana de 06:30h a 07:30h, indica que existe mayor flujo de vehículos en los 3 puntos: PG1, PG6 y PG12, ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig. Durante la segunda etapa de monitoreo, las escuelas y los colegios salían de vacaciones, por cuanto el flujo vehicular disminuyó.

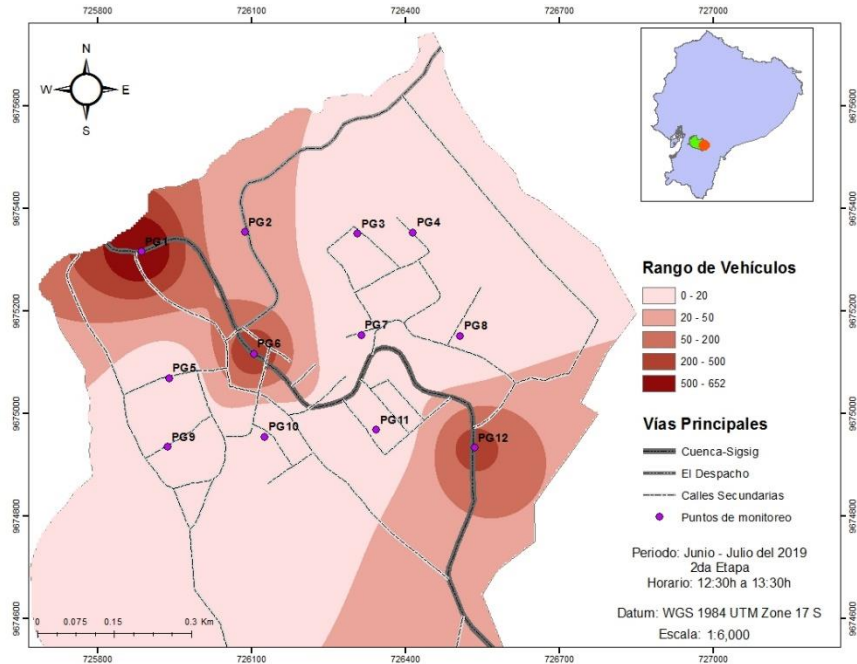


Figura 33. Flujo vehicular en el casco central de la parroquia El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

La figura 33, pertenece al horario de la tarde de 12:30h a 13:30h, indica que existe mayor flujo de vehículos en 3 puntos: PG1, PG6 y PG12, estos puntos se ubican en la vía principal Cuenca-Sígsig. En los puntos PG1 y PG6, los automóviles circulan a mayor velocidad que el punto PG6, ya que este está ubicado en el centro del Valle y además este se localiza junto al semáforo.



5.9. Presión sonora en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

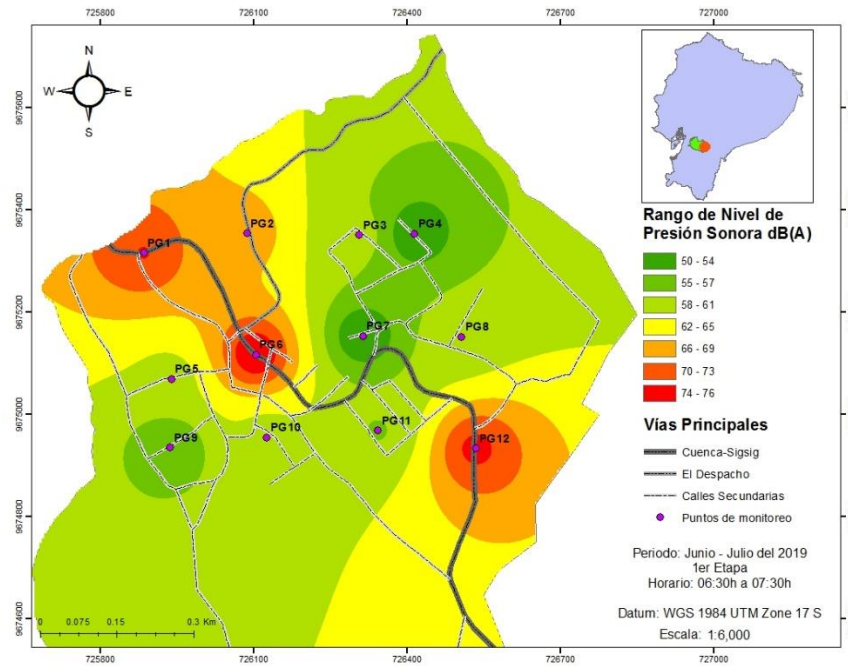


Figura 34. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la figura 34, se muestran los niveles de presión sonora registrados en cada punto de monitoreo en horario de la mañana de 06:30h a 07:30h; los puntos PG6 y PG12, ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig, alcanzan un nivel de presión sonora elevado en un rango que oscila entre los 74,00 dB a 76,00 dB. Mientras que los niveles de presión sonora más bajos, se localizan en los puntos ubicados en las calles de tercer orden del casco central de la parroquia.

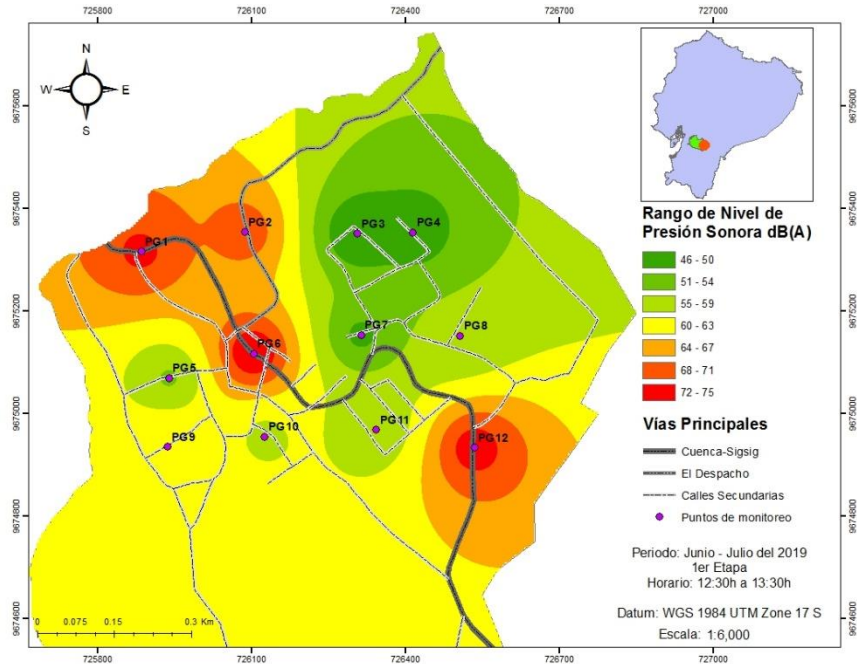


Figura 35. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la figura 35, se evidencian que los sitios que presentan los mayores niveles de presión sonora, están ubicados en la vía principal que conecta la ciudad de Cuenca y el cantón Sigsig, niveles que varían entre los 72,00 dB a 75,00 dB, atribuyéndose dichos niveles al parque automotor. Los menores niveles de presión sonora se generan al noroeste de la parroquia, con niveles que oscilan entre los 46,00 dB a 50,00 dB, sitios localizados donde existe ausencia de actividades comerciales y flujo vehicular.

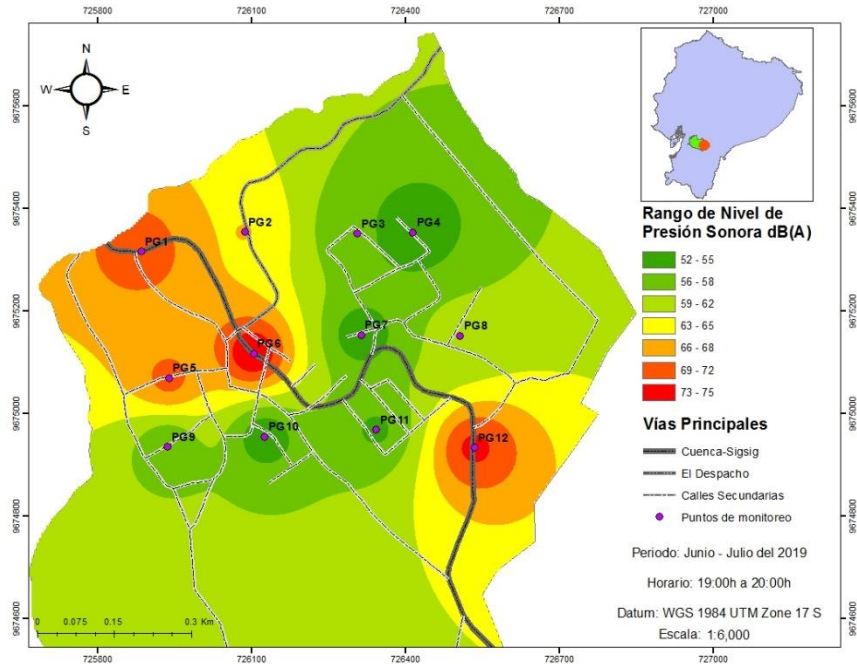


Figura 36. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 19:00h a 20:00h.

Fuente: Autor

En la figura 36, se muestra que durante la noche los puntos que están ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig son los que alcanzan un mayor nivel de presión sonora. En los puntos PG6 y PG12, los niveles oscilan entre los 73,00 dB a 75,00 dB; mientras que los puntos ubicados en las calles de tercer orden se encuentran en un rango de 52,00 dB a 55,00 dB.

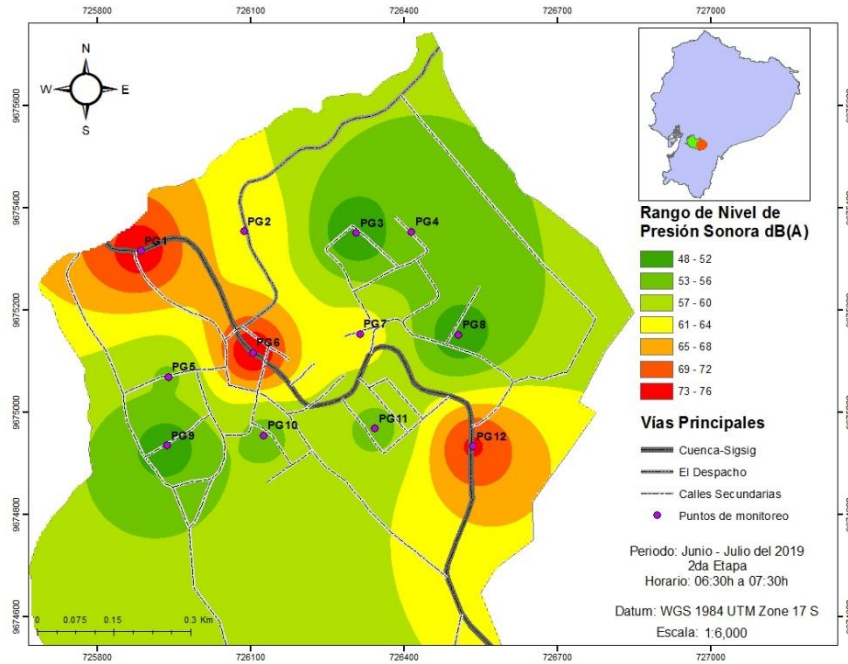


Figura 37. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h. Fuente: Autor

En la figura 37, se evidencia que los puntos ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig, se genera mayor nivel de presión sonora, a causa de la circulación vehicular que alcanza un rango de 73,00 dB a 76,00 dB. Mientras que los niveles de presión sonora más bajos se producen en los puntos ubicados en las calles de tercer orden, en el casco central de la parroquia con un rango de 48,00 dB a 52,00 dB.

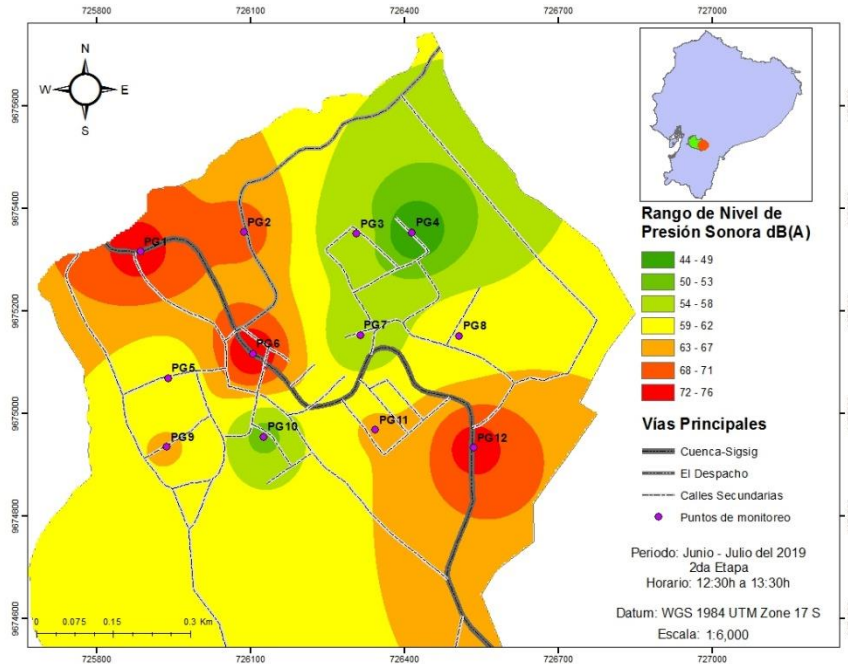


Figura 38. Presión sonora en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h. Fuente: Autor

En la figura 38, se evidencia que los puntos ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig, presenta un mayor nivel de presión sonora, siendo la causa principal la circulación vehicular, los niveles registrados varían entre los 72,00 dB a 76,00 dB; mientras que el nivel de presión sonora más bajo se produce en el punto PG4, con niveles que oscila entre 44,00 dB a 49,00 dB.

5.10. Concentración de PM10 y PM2,5 en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

Las figuras 39, 40, representan el mapa de concentración de PM10 en el periodo de Junio a Julio del 2019, perteneciente a la primera etapa de monitoreo.

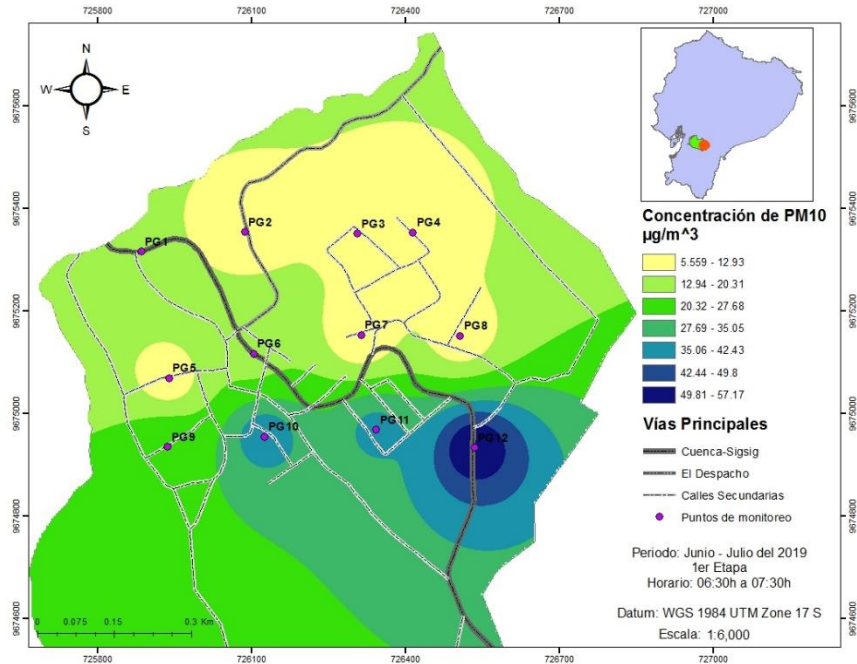


Figura 3939. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la figura 39, muestra una concentración mayor de PM10, al sureste de la parroquia, donde está localizado el punto PG12, con una concentración que oscila entre los 49,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 57,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los sitios de menor concentración de PM10, se localizan al noroeste de la parroquia, conjuntamente con el punto PG5, donde alcanzan una concentración de 12,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

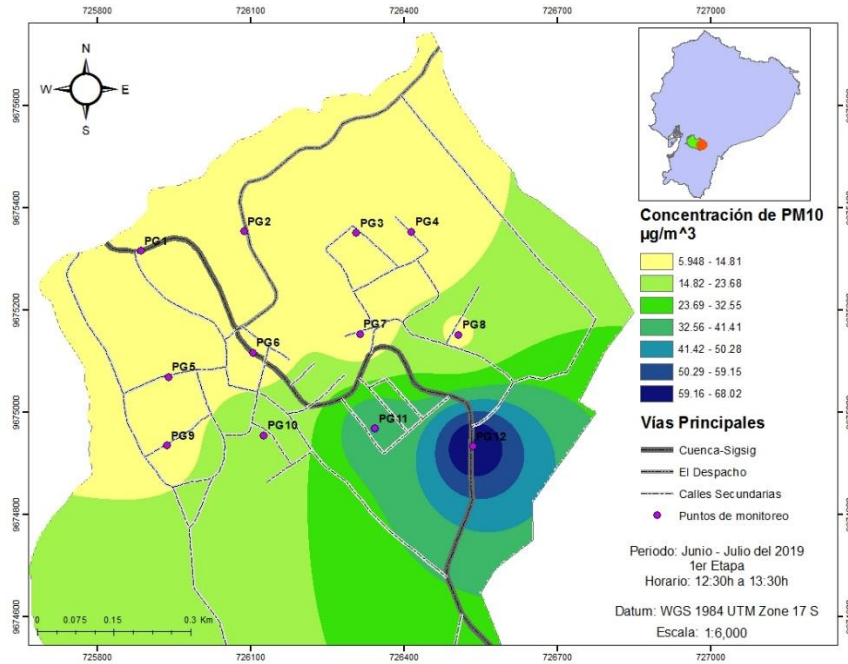


Figura 40. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la figura 40, se muestra que la mayor concentración se presenta al sureste de la parroquia en el punto PG12, cuya concentración oscila entre los $59,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $68,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que la menor concentración de PM10, se presenta en dirección norte y noroeste de la parroquia, con un rango de $5,548 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $14,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las figuras 41 y 42, representan el mapa de concentración de PM10, en el periodo de Junio a Julio del 2019, perteneciente a la segunda etapa de monitoreo.

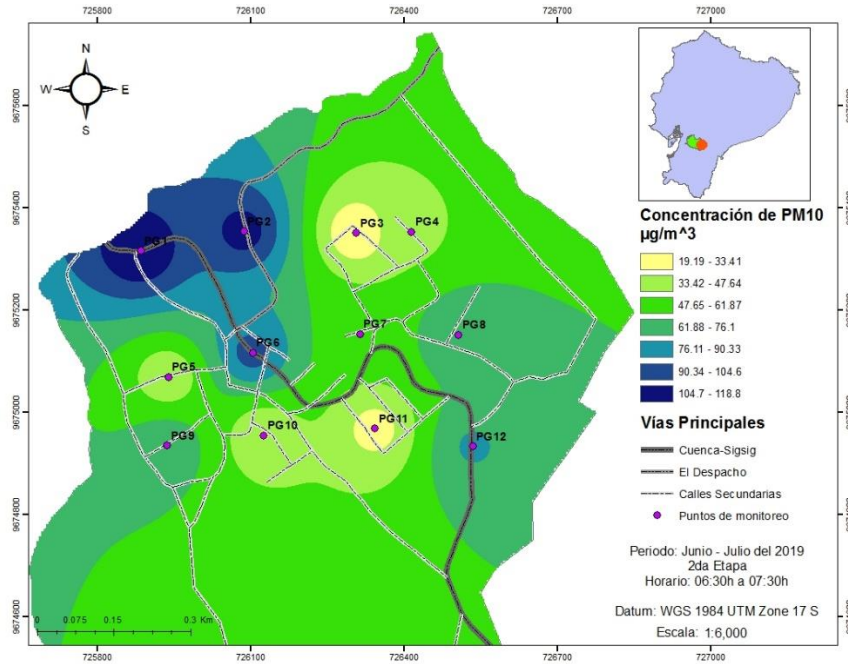


Figura 41. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

En la figura 41, la máxima concentración se localiza al noroeste del mapa, en los puntos PG1, PG2 y PG6; ubicados en sitios de alto flujo vehicular, que alcanzan concentraciones que oscilan entre los $104,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $110,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La menor concentración de PM10 se muestra en los puntos PG3 y PG11, en dirección norte y sur, que alcanzan concentraciones en rangos que varían entre los $19,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $33,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

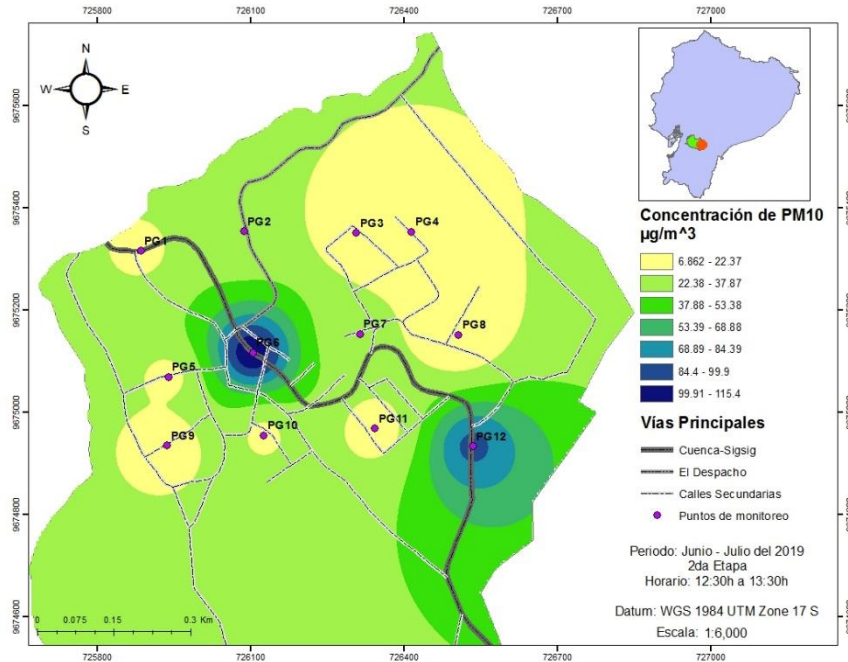


Figura 42. Concentración de PM10 en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la figura 42, se identifican claramente los sitios de máxima concentración, siendo estos los puntos PG6 y PG12, que alcanzan concentraciones entre los $99,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $115,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los puntos de menor concentración se hallan dispersos, quedando localizados en las calles de tercer orden, con una concentración que oscila entre los $6,862 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $22,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo la concentración que abarca la mayor parte de toda el área de estudio están en un rango de concentración que varía entre los $22,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $37,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las figuras 43 y 44, representan el mapa de concentración de PM2,5 en el periodo de Junio a Julio del 2019, perteneciente a la primera etapa de monitoreo.

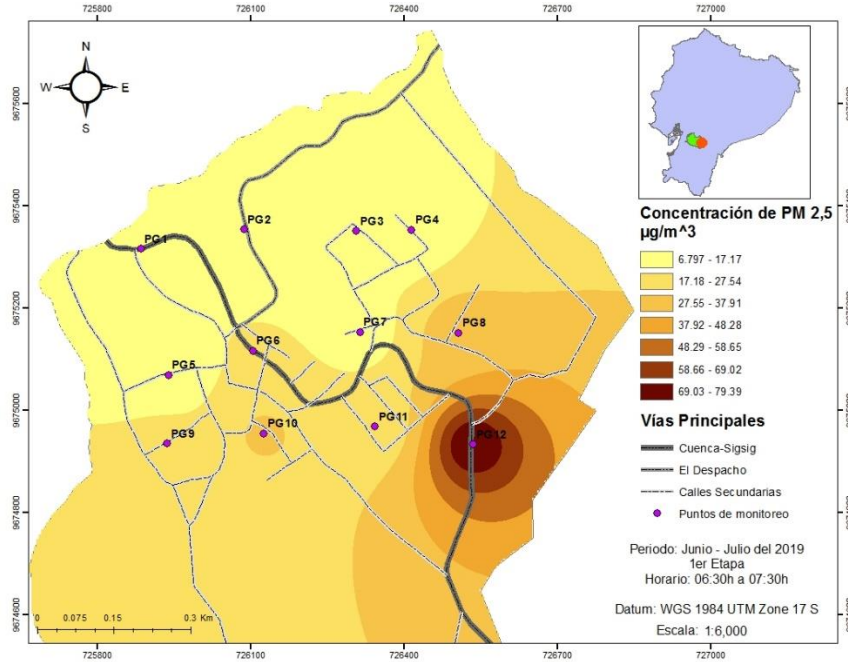


Figura 43. Concentración de PM_{2,5} en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

La figura 43, muestra la máxima concentración de PM_{2,5}; en dirección sureste en el punto PG12, con una concentración que oscila entre los 69,03 µg/m³ a 79,39 µg/m³. Sin embargo la menor concentración se presenta en dirección norte y noroeste, donde alcanza una concentración de 6,797 µg/m³ a 17,17 µg/m³.

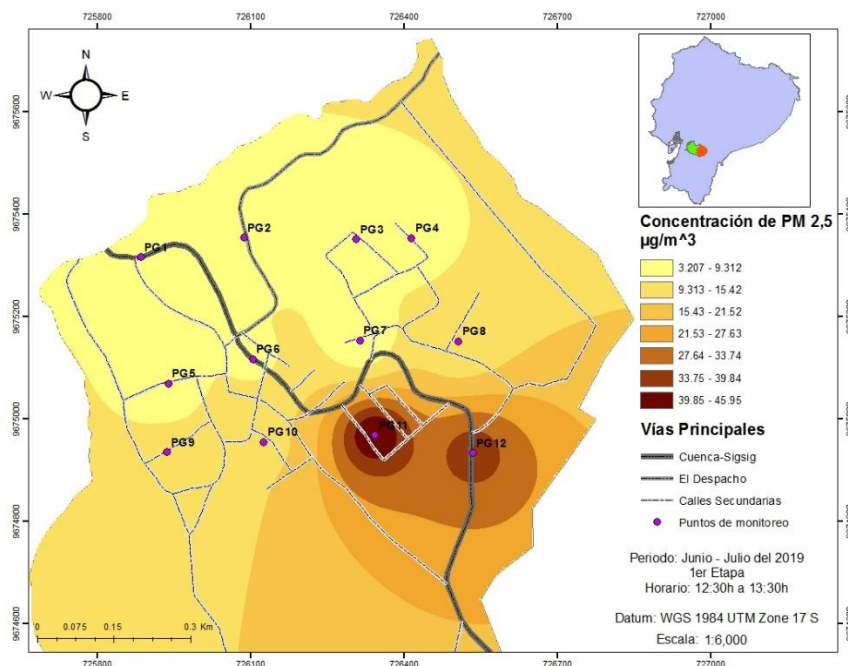


Figura 44. Concentración de PM_{2,5} en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 1er Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor



En la figura 44, la mayor concentración de PM_{2,5}; se muestra en la dirección sureste en el punto PG11, con valores que oscilan entre los 39,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 45,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; este punto se sitúa en una calle de tercer orden, ya que existe presencia de polvo, además se encontraba una edificación en etapa de construcción. Mientras que la menor concentración se presenta al norte y noroeste del mapa con concentraciones que varían entre los 3,207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 9,312 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las figuras 45, 46, representan el mapa de concentración de PM_{2,5} en el periodo de Junio a Julio del 2019, perteneciente a la primera etapa de monitoreo.

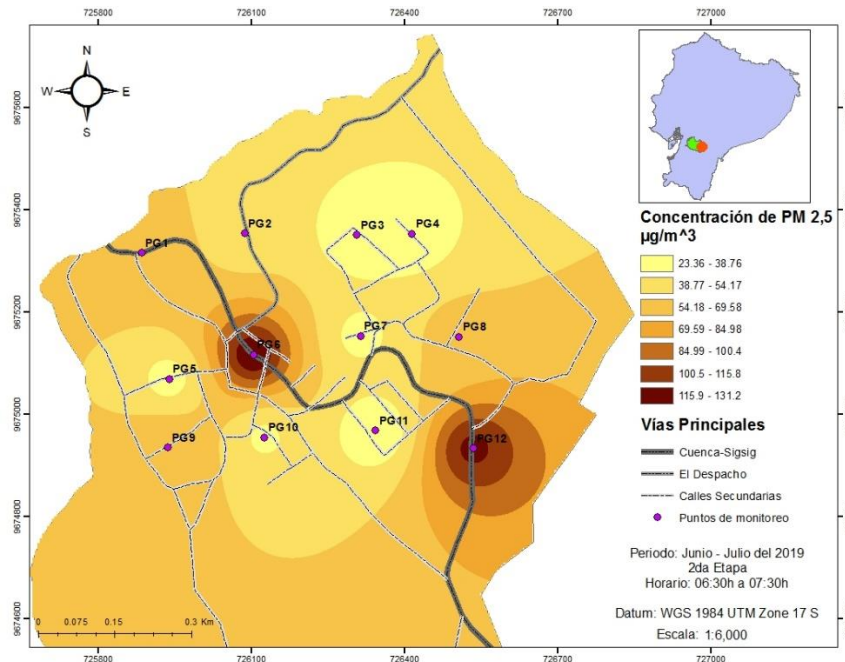


Figura 4545. Concentración de PM_{2,5} en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 06:30h a 07:30h.

Fuente: Autor

La figura 45, muestra la mayor concentración de PM_{2,5} en la vía principal Cuenca-Sígsig, ubicado en dos puntos: PG6 y PG12; que lleva un rango entre los 115,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 131,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que la menor concentración se muestra en los puntos ubicados en las calles de tercer orden con un rango entre los 23,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 38,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

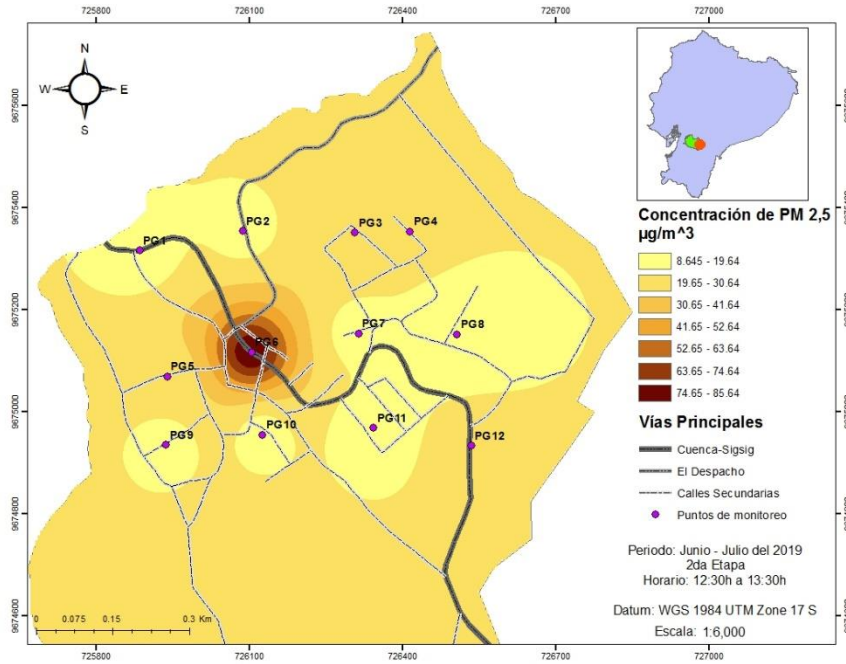


Figura 46. Concentración de PM_{2,5} en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019. 2da Etapa. Horario 12:30h a 13:30h.

Fuente: Autor

En la figura 46, se muestra que la máxima concentración de PM_{2,5} se halla en el punto PG6, en un rango de 74,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 85,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que las menores concentraciones se presentan en los puntos ubicados en las calles de tercer orden, alcanzando un rango entre los 8,645 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 19,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.11. Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle, durante los meses Junio-Julio del 2019.

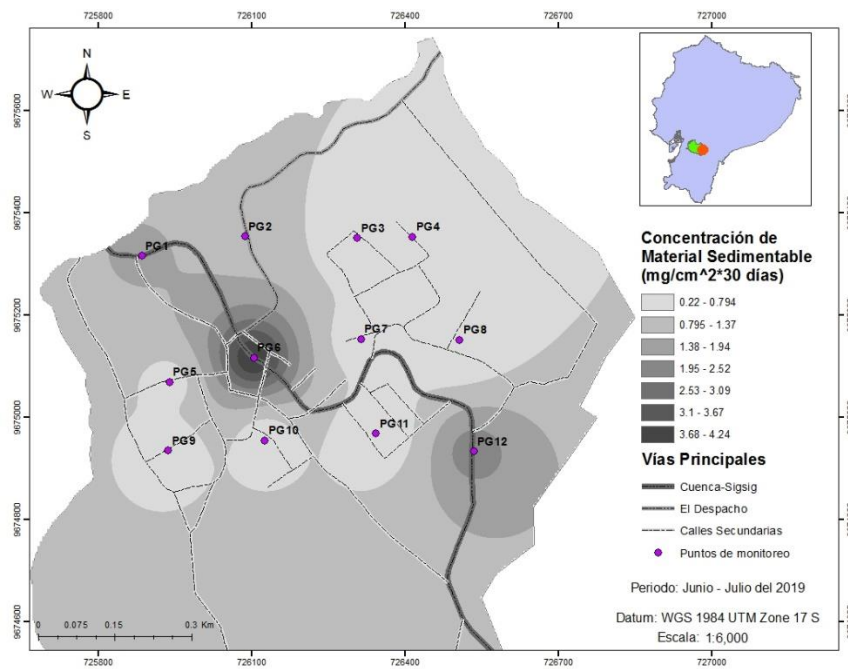


Figura 47. Concentración de material sedimentable en el casco central de El Valle. Periodo Junio-Julio del 2019.

Fuente: Autor

En la figura 47 se evidencia una alta concentración de material sedimentable en los puntos: PG1, PG6 y PG12; esto se atribuye a que por los puntos pasa la vía principal Cuenca-Sígsig, presentándose un alto flujo vehicular. En el punto PG6, se muestra una mayor concentración de material sedimentable, que oscila entre los 3,68 mg/cm² a 4,24 mg/cm²; ya que es un sitio de poca ventilación. En esta zona se concentran sitios comerciales, también existe mayor circulación vehicular; además otro problema es un semáforo colocado en este punto, que genera un flujo vehicular lento. De tal manera que, cuando los vehículos pesados aceleran, llegan a emanar una gran cantidad de hollín, resultado de la combustión incompleta de los combustibles fósiles; creando un ambiente muy contaminado. Sin embargo la menor concentración se presenta en calles de tercer orden, que alcanzan un rango entre 0,22 mg/cm² a 0,79 mg/cm²; estas calles se encuentran en dirección noreste del mapa, que conducen a sitios residenciales, por lo cual, presenta un menor flujo vehicular.



6. CONCLUSIONES

- Durante el primer monitoreo (06:30h a 07:30h) ciertos días amanecieron con humedad considerable (85%); por lo cual, los datos referentes a la medición de material particulado pudieron ser afectados. Por otro lado, en la segunda etapa las instituciones educativas al estar en fechas vacacionales, influyó en la toma de datos.
- Al comparar los datos de niveles de presión sonora entre las 2 etapas de monitoreo se identificó que la mayoría de puntos muestreados no cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 5), donde se registraron picos pronunciados en los puntos: PG1, PG6 y PG12; los mismos que se ubican en la vía principal Cuenca-Sígsig, siendo altamente transitada. No obstante, el mayor nivel de presión sonora se presenta en el punto PG6, en ambas etapas alcanzando los 76 dB.
- Durante el monitoreo de nivel de presión sonora, en horario nocturno se evidenció que los 12 puntos no cumplen con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 5). En el punto PG4 se determinó el menor nivel de presión sonora (51,86 dB). Cabe señalar que en los puntos alejados de la vía principal Cuenca-Sígsig, los animales domésticos (canes) fueron la causa principal de ruido.
- Por otra parte, la mayor concentración de material particulado PM10 se registró en el punto PG12, durante la primera etapa de monitoreo con una concentración de 57,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por la mañana (06:30h a 07:30h). Asimismo, en la tarde (12:30h a 13:30h), la concentración máxima corresponde al PG12 (68,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En la segunda etapa de monitoreo en horario matutino (06:30h a 07:30h), la máxima concentración se presentó en el punto PG1 (118,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); por la tarde (12:30h a 13:30h) la concentración máxima se presentó en el PG6 (115,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Los análisis realizados sobre la concentración de material particulado PM2,5 demuestran que en la primera etapa de monitoreo, en horario de 06:30h a 07:30h, la concentración máxima se presentó en el punto PG12 (79,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); mientras que en horario de la tarde (12:30h a 13:30h) se presentó en el PG11 (45,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En la segunda etapa de monitoreo en horario (06:30h a 07:30h) la máxima concentración se presenta en el punto PG6 (131,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); mientras que, en horario vespertino (12:30h a 13:30h) se presentó en el punto PG6 (85,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



- La concentración máxima de material sedimentable se identificó en el punto PG6 ($4,24 \text{ mg/cm}^2$), incumpliendo con la normativa ecuatoriana (AM 097A-Anexo 4); pudiendo ser el principal emisor contaminante el parque automotor.
- Para el análisis de correlación entre el material sedimentable, material particulado (PM10 y PM2,5) VS para el flujo vehicular, indica que existe correlación positiva directa. Por lo tanto, al haber mayor flujo vehicular existe mayor concentración de material sedimentable y particulado (PM10 y PM2,5).
- Se determinó que la relación entre las concentraciones de contaminantes de material particulado (PM10 y PM2,5) y las condiciones meteorológicas es inexistente.
- El estudio realizado en el casco central de la parroquia El Valle, determina que los puntos con altos niveles de contaminación (nivel de presión sonora, material particulado (PM10 y PM2,5) y material sedimentable), son: PG1, PG6 y PG12. Como se ha descrito anteriormente, dichos puntos al estar ubicados en la vía principal Cuenca-Sígsig son influenciados por el alto tráfico vehicular en la zona. Cabe señalar que el punto PG6 presentó el mayor nivel de contaminación debido las condiciones de su localidad.



7. RECOMENDACIONES

- Desarrollar ordenanzas que puedan controlar el ruido excesivo en el casco central de la parroquia por actividades comerciales o el mal uso de las bocinas de vehículos; con el objetivo de garantizar el buen vivir de la población del casco central, a través del GAD Parroquial El Valle.
- Emplear campañas de socialización para comunicar sobre el proyecto que se va a desarrollar, con la finalidad de evitar malos entendidos con los habitantes. Mediante un cartel se puede informar a los conductores, ya que algunos se detienen a preguntar cerca de los equipos y esto puede interferir en la medición.
- Controlar los sitios comerciales que vendan productos comestibles, expuestos a la intemperie como: panaderías, tiendas de vegetales, fruterías, etc.; cercanos a las áreas de mayor contaminación de material particulado (PM10 y PM2,5); evitando que dichas partículas se depositen en los productos y afecten a la salud de los consumidores.
- Implementar cercas vivas en los extremos de las vías, con la finalidad de retener material sedimentable y particulado, de manera que no sea arrastrado por el viento y la circulación de los vehículos.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. (2014). Fitotoxicidad del material particulado sedimentable (MPS) generado en la zona urbana del cantón Cuenca . Cuenca: Universidad de Cuenca .
- Adrian. (27 de 08 de 2018). El sonido. Obtenido de <https://estudiarfisica.com/2018/08/27/estudiar-fisica-de-bachillerato-27-el-sonido/>
- Araujo, F. (2017). Análisis comparativo de los niveles de presión sonora registrados en el área urbana del cantón Cañar. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26984/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Arias, N. (03 de 2014). Desarrollo de un Sistema De Adquisición Del Nivel De Presión Sonora y Variables Climáticas Utilizando Sistemas Embebidos. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10819/5915>
- Astudillo, A. (2006). Determinación del nivel de material particulado en diferentes zonas de la ciudad de Cuenca. Cuenca.
- Astudillo, A. (2014). Estudio de genotoxicidad de material particulado PM10 en la zona urbana del Cantón Cuenca. (Tesis). Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ballester, F. (2005). Contaminación Atmosférica, Cambio Climático y Salud. Revista de Salud Pública.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. (1999). Guías para el ruido urbano. Londres: OPS, CEPIS.
- Bermúdez, M. (2017). Contaminación y Turismo Sostenible. Obtenido de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Bravo, L. (2017). Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el canton urbano del cantón de Portovelo. CUENCA . Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27760/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Castillo, G. (2017). Partículas Sedimentables del Aire y su Influencia en las Afecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba. Tayabamba: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- CECOR. (20 de 12 de 2010). cecorsl. Obtenido de <http://www.cecorsl.com/2010/12/20/mapas-de-ruido/>
- Chávez, M. (2012). Gestión Sobre Ruido Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- CITEPA. (25 de 9 de 2017). Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique. Obtenido de Particulate matter: <https://www.citepa.org/en/air-and-climate/pollutants-and-ghg/particulate-matter>
- COA. (2017). Código Organico del Ambiente. Quito : Asamblea Nacional .



- Dalmaso, A., Candia, R., & LLera, J. (1997). La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico. Obtenido de https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal//multequina/indice/pdf/06/6_7.pdf
- Dávila, F., & Camacho, E. (4-5 de 10 de 2012). Ibercarto. Obtenido de Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. “Propuesta Metodológica”: <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CTC-Ibercarto-V-Georreferenciacion.pdf>
- Días, V. (2017). Informe de Calidad del Aire en Quito 2017. Quito .
- EMOV. (2015). Informe de Calidad del Aire, Cuenca . Cuenca : I. Municipalidad .
- EMOV. (2017). Informe de la Calidad Del Aire . Cuenca.
- Encinas, M. (2011). Medio Ambiente y Contaminación. Principios Básicos. Obtenido de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Enérgya MV. (27 de 08 de 2018). Cómo afecta la contaminación acústica al medio ambiente. Obtenido de <https://www.energyavm.es/como-afecta-la-contaminacion-acustica-al-medio-ambiente/>
- EPA. (17 de 2 de 2016). AirNow. Obtenido de Fundamentos del índice de calidad del aire (AQI): https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi_sp
- EPA. (19 de 1 de 2017). Environmental Protection Agency. Obtenido de <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#main-content>
- Estrada, L. (2015). El ruido: definición, tipos y efectos por la exposición en ambiente laboral. Obtenido de <http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/651/1/ruido.pdf>
- Kjaer, B. (2000). Bruel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S. Obtenido de <https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf>
- Libelium. (5 de 2015). New Particle Matter Dust Sensor (PM1 / PM2.5 / PM10). Obtenido de <http://www.libelium.com/particle-matter-dust-sensor-pm1-pm25-pm10-air-quality-smart-cities/>
- Li-Ramírez et al. (2016). Generation and representation of air quality indexes: A case study applied to Manizales. Colombia: Iteckne, 13(2), 174-184.
- Marcos, R; Valderrama, A. (2012). Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad Universitaria-UNMSM. Lima-Perú: Guzlop.
- Martínez, J., & Delgado, O. (2015). Registro de Ruido Ambiente 2015, en los 30 sitios de monitoreo de la ciudad de Cuenca. CUENCA : Universidad del Azuay.



- Mejía, D., Zegarra, R., Astudillo, A., & Moscoso, D. (2018). Análisis de Partículas Sedimentables y Niveles de Presión Sonora en el área urbana y periférica de Cuenca. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 10.
- Miller, B. (2017). *The Effect of Coal Usage on Human Health and the Environment*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012811365300003X>
- Ministerio del Ambiente., A. M.-A. (2015). Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y para Vibraciones. Libro VI, Anexo 5. En *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)*. Quito.
- Ministerio del Ambiente., A. M.-A. (2015). Norma de la calidad del aire ambiente o nivel de inmisión. Libro VI, Anexo 4. En *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)*. Quito.
- Mogrovejo, F. (2015). *Evaluación de las tendencias de calidad del aire en la zona metropolitana del Valle de Toluca durante los años 2000–2013*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Municipio de Cuenca. (2003). *Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial en la cabecera urbano parroquial el Valle: Determinaciones para el uso y ocupación de suelo urbano, plan vial y reserva de suelo para equipamiento comunitario*. Cuenca: Municipalidad de Cuenca, Secretaría de Planeamiento, Dirección de planificación.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=F12B93685A8E1D0F6875E85694E2579D?sequence=1
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *OMS*. Obtenido de https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf
- Oyarzun, M. (2010). *Contaminación aérea y sus efectos en la salud*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>
- Palacios, E., & Espinoza, C. (2014). *Contaminación del Aire Exterior. Cuenca-Ecuador, 2009-2013. Posibles Efectos en la Salud*. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 12.
- Pequeño, et.al. (2019). *Análisis de las partículas en suspensión depositadas sobre vegetación arbórea en el noreste de México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*, 9.



- Puerta J, C. G. (2019). Análisis de la incertidumbre asociada al georreferenciamiento de mediciones de ruido ambiental en la calibración de mapas de ruido. Medellín, Colombia.
- Rahul, J., & Kumar, R. (2014). An Investigation in to the Impact of Particulate Matter on Vegetation along the National Highway: A Review. Obtenido de <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=rjes.2014.356.372>
- Recio A., C. R. (2016). Efectos del ruido urbano sobre la salud: Estudios de Análisis de series temporales realizados en Madrid. Madrid: Instituto de Salud Carlos III.
- Robledo, F. H. (2015). Riesgos físicos I. ECOE. Obtenido de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Riesgos-fisicos-I.pdf>
- Romero, M. (5 de 2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008
- Sánchez C, Q. R. (2007). Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire en el Valle de Aburra con Medidores Pasivos. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/14849/1/9215-15473-1-PB.pdf>
- Saquisilí, S. (2015). Evaluación de la Contaminación Acústica en la Zona Urbana de la Ciudad de Azogues. Azogues: Universidad de Cuenca.
- Segués, F. (14 de 03 de 2007). Conceptos básicos de ruido ambiental. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10326/720>
- Toledo, J. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia El Valle . Cuenca.
- Unicosta, A. (04 de 07 de 2019). El ruido y sus efectos nocivos para la salud. Obtenido de El Heraldo : <https://www.elheraldo.co/barranquilla/el-ruido-y-sus-efectos-nocivos-para-la-salud-646910>
- Vásquez, L. L. (2017). Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del cantón Portovelo. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27760/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Vázquez, V., Astudillo, A., & Espinoza, C. (2011). Elaboración de un mapa acústico empleando un Sistema de Información Geográfica para la zona urbana de Cuenca. Cuenca: CIYTA.
- Vivar, E. (2014). Cuantificación de Material Particulado PM10, y su Efecto Toxicológico-Ambiental, en la Ciudad de Azogues. Azogues: Tesis.

9. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la cabecera central de la Parroquia El Valle.



Fuente: GAD Parroquial El Valle

Anexo 2.- Comunidades y barrios de la parroquia El Valle.

	Comunidad delimitada 2010	Comunidad o barrio registrado por el GAD
1	Baguanchi Cedillo	Baguanchi Cedillo
2	Baguanchi De El Valle	Baguanchi De El Valle Yesohuaico
3	Barrio Unido	Barrio Unido
4	Castilla Cruz	Castilla Cruz Castilla Cruz Alto La Libertad-Castilla Cruz
5	Chilcapamba	Chilcapamba
6	Cochapamba	Cochapamba Las Lagunas De Sol Las Minas
7	Carmen De Conchan	Carmen De Conchan
8	Conchan Del Cisne	Conchan Del Cisne



9	Conchan Del Milagro	Conchan Del Milagro
10	Corazón De Jesús	Corazón De Jesús
11	Cruce De Monay	Cruce De Monay El Aguacate
12	Cruz Del Camino	Cruz Del Camino La Playa
13	El Cisne	El Cisne El Coco
14	Despacho	Despacho Santa Sofía
15	El Salado	El Salado
16	El Tablón	El Tablón
17	Emilio Sarmiento	Emilio Sarmiento
18	Gualalcay	Gualalcay Dos Puentes Gualalcay Tierra Blanca
19	Guncay	Guncay
20	La Gloria Alta	La Gloria Alta La Gloria Baja
21	La Pradera	La Pradera
22	Los Cipreses	Los Cipreses
23	Los Geranios	Los Geranios
24	Laureles	Laureles
25	Maluay	Maluay Las Acacias
26	Morochoquigua	La Libertad
27	Paraíso Alto	Paraíso Alto
28	Paraíso Bajo	Paraíso Bajo
29	Paredones	Paredones San Pedro De Paredones
30	Poloma	Poloma
31	Primero De Enero	Primero De Enero
32	Pucacruz	Pucacruz
33	Quillopungo	Quillopungo
34	San Antonio De Gapal	San Antonio De Gapal
35	San Isidro	San Isidro
36	San José De La Playa	San José De La Playa
37	San Juan Loma	San Juan Loma
38	San Miguel	San Miguel San Miguel Alto San Carlos San Francisco
39	San Pedro	San Pedro
40	Santa Catalina	Santa Catalina
41	Santa Martha	Santa Martha
42	Subida de San Juan Loma	Cuatro Esquinas



43	Tierras Coloradas	Tierras Coloradas
44	Totoracocha Alta	Totoracocha Alta
45	Totoracocha Baja	Totoracocha Baja
46	Urbano Parroquial	El Valle Centro San Judas Tadeo
47	Victoria Alta	Victoria Alta
48	La Victoria Baja	La Victoria Baja San Carlos-Victoria Baja
49	Victoria Centro	Victoria Centro

Fuente: (Toledo, 2015)

Anexo 4: Colocación de los baldes en los punto de muestreo



Fotografía 1. Ubicación: PG1
Fuente: Autor



Fotografía 2. Ubicación: PG9
Fuente: Autor



Fotografía 3. Ubicación: PG12
Fuente: Autor

Anexo 5: Monitoreo de Nivel de Presión Sonora y Material Particulado (PM10 y PM2,5).



Fotografía 4. Monitoreo de Nivel de presión Sonora y Material Particulado (PM10 y PM2,5). Ubicación: PG1. Periodo: Junio-Julio del 2019. Horario: 06:30 a 07:30.
Fuente: Autor



Fotografía 5. Monitoreo de Nivel de presión Sonora y Material Particulado (PM10 y PM2,5). Ubicación: PG3. Periodo: Junio-Julio del 2019. Horario: 12:30 a 13:30.

Fuente: Autor



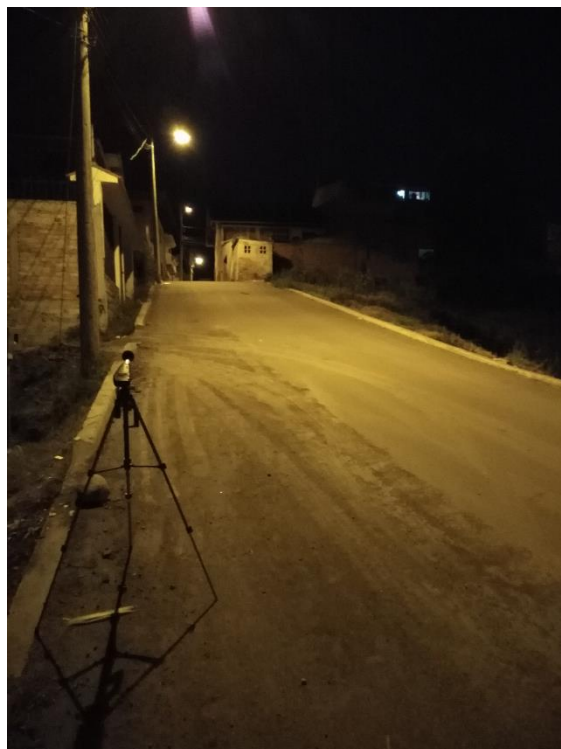
Fotografía 6. Monitoreo de Nivel de presión Sonora y Material Particulado (PM10 y PM2,5). Ubicación: PG6. Periodo: Junio-Julio del 2019. Horario: 06:30 a 07:30.

Fuente: Autor



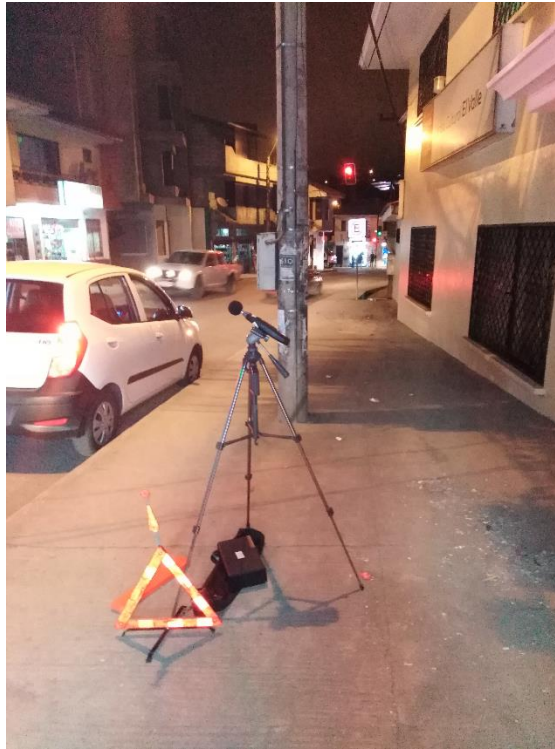
Fotografía 7. Monitoreo de Nivel de presión Sonora y Material Particulado (PM10 y PM2,5). Ubicación: PG8. Periodo: Junio-Julio del 2019. Horario: 12:30 a 13:30.

Fuente: Autor



Fotografía 8. Monitoreo de Nivel de presión Sonora. Ubicación: PG5. Periodo: Junio-Julio del 2019. Horario: 19:00 a 20:00.

Fuente: Autor



Fotografía 9. Monitoreo de Nivel de presión Sonora. Ubicación: PG6. Periodo: Junio-Julio del 2019.
Horario: 19:00 a 20:00.
Fuente: Autor

Anexo 6: Análisis de laboratorio del material sedimentable.



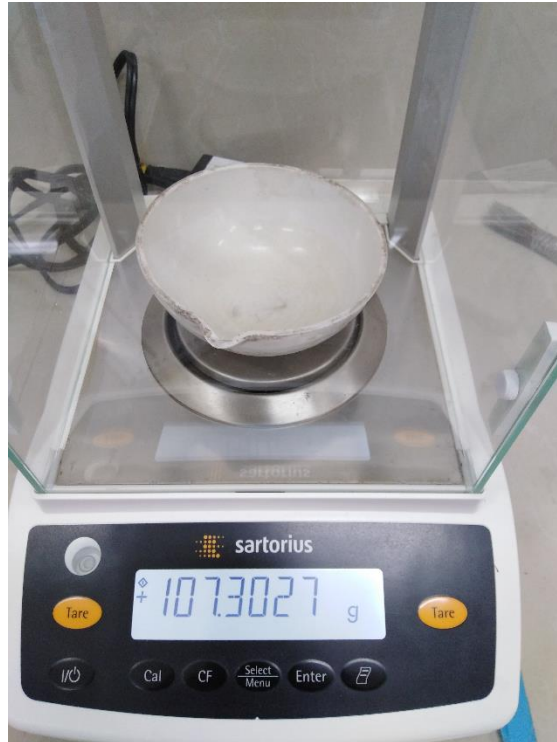
Fotografía 10. Filtrado de Material Sedimentable. Periodo: Junio-Julio del 2019.
Fuente: Autor



Fotografía 11. Pesaje del papel filtro + material sedimentable insoluble. Periodo: Junio-Julio del 2019.
Fuente: Autor



Fotografía 12. Papel filtro + material sedimentable. Periodo: Junio-Julio del 2019.
Fuente: Autor



Fotografía 13. Pesaje de la cápsula + material sedimentable soluble. Periodo: Junio-Julio del 2019.
Fuente: Autor