UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL CON METODOLOGÍA IRAP EN LA AV. DE LAS AMÉRICAS, TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL REDONDEL SIMÓN BOLÍVAR Y EL PARQUE MIRAFLORES EN LA CIUDAD DE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

AUTOR: FREDDY OSWALDO GUALAN TENE

TUTOR: ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Freddy Oswaldo Gualan Tene con documento de identificación N° 1104777535, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 24 de julio del 2024

Atentamente,

Freddy Oswaldo Gualan Tene
1104777535

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Freddy Oswaldo Gualan Tene con documento de identificación N° 1104777535, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: "Auditoría de seguridad vial con metodología iRap en la Av. de las Américas, tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y el parque Miraflores en la ciudad de Cuenca", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de julio del 2024

Atentamente,

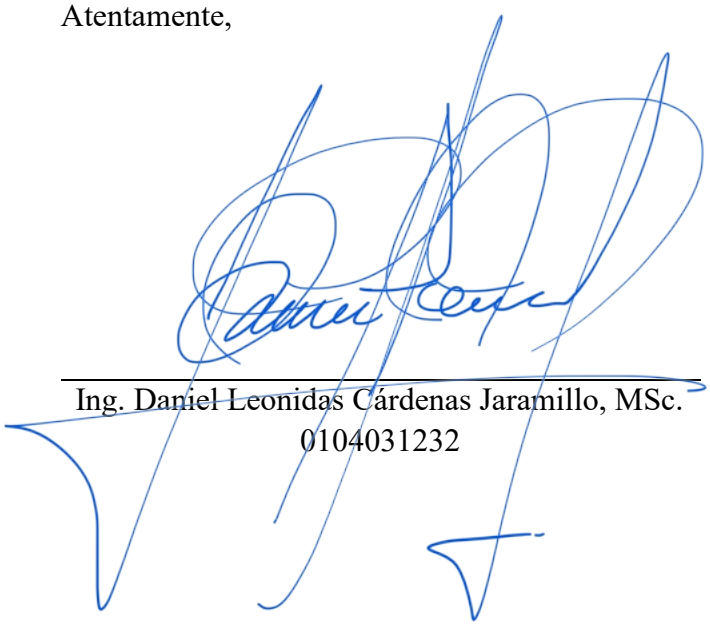
Freddy Oswaldo Gualan Tene
1104777535

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo con documento de identificación N° 0104031232, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL CON METODOLOGÍA IRAP EN LA AV. DE LAS AMÉRICAS, TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL REDONDEL SIMÓN BOLÍVAR Y EL PARQUE MIRAFLORES EN LA CIUDAD DE CUENCA", realizado por Freddy Oswaldo Gualan Tene con documento de identificación N°1104777535, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de julio del 2024

Atentamente,



Ing. Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo, MSc.
0104031232

Dedicatoria

Este proyecto va dedicado a mis padres Manuel Gualán e Inés Tene, quienes siempre me han brindado su apoyo y amor incondicional a la vez que son mi ejemplo a seguir, por ser unas personas luchadoras, que nunca se dan por vencidos y a pesar de las adversidades siempre han sabido salir adelante, por eso agradezco a Dios por haberme dado unos padres tan ejemplares como ustedes. Este logro es tanto mío como el de ustedes, ya que todo lo que he logrado es gracias a ustedes.

A mis hermanas Tania Gualán y Leidy Gualán por siempre estar pendientes de mí pese a la distancia, por darme su amor incondicional y sus ánimos a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi tía Sonia Tene quien ha sido uno de mis mayores apoyos durante esta etapa universitaria, gracias por siempre estar pendiente de mi pese a todas las circunstancias, esto no habría sido posible sin tu apoyo.

A mis amigos Ismael y Elian quienes han recorrido junto a mi esta etapa universitaria y han sido mis cómplices, gracias por hacer de esta experiencia algo único, y espero verlos triunfando como ingenieros.

Finalmente, pero no menos importante a mi primo Franklin Gualán, mis amigos Atik Medina, Ángel Medina gracias por siempre brindarme su apoyo y creer en mí.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la familia que tengo, por permitirme culminar esta etapa académica, por darme salud y no dejarme rendirme nuca.

A mi madre Inés Tene, por darme su amor incondicional y tus palabras de aliento siempre estarán presentes en mi corazón, por estar siempre al pendiente de mí, por inculcarme valores de perseverancia y dedicación, te amo mamá. A mi padre Manuel Gualán por darme la confianza en cada decisión que he tomado y por su apoyo incondicional.

A mis hermanas Tania Gualán y Leidy Gualán por ser un pilar fundamental en mi vida y por brindarme todo su amor.

A mis amigos Ismael y Elian quienes siempre han estado a mi lado compartiendo sus momentos de alegría y tristeza, sus conocimientos y por nunca dejarme solo, por ser mi hogar lejos de casa, por hacer de esta etapa universitaria la mejor de las experiencias.

Por último, agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Daniel Cárdenas por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto, por compartirme sus conocimientos, su experiencia y tiempo para la elaboración de este proyecto. La calidad de esta tesis no sería la misma sin sus recomendaciones.

Resumen

Una de las principales causas de muerte en el mundo se da por siniestros de tráfico, esto se debe a que existe una mala gestión en temas de seguridad vial o no se le da la importancia que se merece. Para mitigar este suceso existen varias medidas de evaluación de la infraestructura vial, uno de estos es la metodología iRAP (International Road Assessment Programme), la cual está dando buenos resultados en temas de seguridad vial en el mundo. Esta metodología se basa en la recopilación de información de campo con la que se realizar una evaluación de la situación en torno a la seguridad vial de una vía. Es así que, este proyecto tiene como objetivo realizar una auditoría de seguridad vial de la Av. de las Américas en el tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y parque Miraflores, mediante la metodología iRAP. Para ello, se considera un estudio de tipo descriptivo y modalidad de campo. Además, se cuenta con un software denominado ViDA que evalúa la seguridad vial en base a estrellas, en el tramo que se realizó en proyecto obteniendo una calificación de 3 y 2 estrellas para ocupante de vehículo, además, se obtuvo 3 y 2 para motociclista, para ciclistas de 2 y 1, y para peatones una calificación de 2. Estos resultados en su mayoría corresponden al nivel de seguridad bajo, por lo que se optó a realizar las contramedidas posibles, con el objetivo de mejor la seguridad vial en el tramo de estudio. Las contramedidas que se emplearon fueron carril bici, barreras laterales lado del conductor, semaforización en intersecciones de 3 ramas, bandas alertadoras sobre espaldón y señalamiento y delineación de las intersecciones. Aplicando estas contramedidas los resultados para ocupante de vehículo, motociclista y ciclista tubo un promedio general de 3 estrellas y 2 para los peatones.

Palabras clave: metodología iRAP, auditoría, seguridad vial, siniestros.

Abstract

One of the main causes of death in the world is traffic accidents, this is due to poor management of road safety issues or not being given the importance it deserves. To mitigate this occurrence there are several road infrastructure assessment measures, one of these is the iRAP (International Road Assessment Programme) methodology, which is giving good results in road safety issues in the world. This methodology is based on the collection of field information with which an assessment of the road safety situation of a road is carried out. Thus, the objective of this project is to conduct a road safety audit of Las Americas Avenue in the section between the Simón Bolívar traffic circle and Miraflores Park, using the iRAP methodology. For this purpose, a descriptive and field study is considered. In addition, there is a software called ViDA that evaluates road safety based on stars, in the section that was carried out in the project, obtaining a rating of 3 and 2 stars for vehicle occupants, in addition, 3 and 2 for motorcyclists, 2 and 1 for cyclists, and a rating of 2 for pedestrians. Most of these results correspond to the low safety level, so it was decided to implement the possible countermeasures in order to improve road safety in the study section. The countermeasures used were bicycle lanes, lateral barriers on the driver's side, traffic lights at three-branch intersections, warning strips on the guardrail, and signaling and delineation of intersections. Applying these countermeasures, the results for vehicle occupant, motorcyclist and cyclist had an overall average of 3 stars and 2 for pedestrians.

Key words: iRAP methodology, audit, road safety, accidents.

Índice general

Introducción 1

1. Problema 4

1.1. Antecedentes 4

1.2. Descripción del problema 7

1.3. Importancia y alcances 8

1.4. Delimitación 10

2. Objetivos 11

2.1. Objetivo general 11

2.2. Objetivos específicos 11

3. Marco teórico 12

3.1. Seguridad vial 12

3.1.1. Visión cero 12

3.1.2. Política de seguridad 13

3.1.3. Sistema seguro 14

3.1.4. ES-SEGURA 15

3.2. Metodología IRAP (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras) 16

3.2.1. Plan del iRAP para la segunda década 20

3.2.2. Acción de la seguridad 21

3.3. Diseño geométrico de carreteras 21

3.3.1. Radios mínimos de curva 21

3.3.2. Velocidad de circulación 22

3.4. Redondel 22

3.5. Uso del suelo 24
3.6. Ciclovía 27
3.6.1. Objetivo de la Ciclovía 28
3.6.2. Identificación de una ciclovía 29
3.6.3. Tipos de infraestructuras ciclísticas 29
3.6.4. Dimensiones básicas del conjunto bicicleta-ciclista y de los distintos tipos de infraestructura ciclista 30
3.1. Metodología de la velocidad del percentil 85 32
4. Marco metodológico 33
4.1. Metodología 33
4.2. Área de estudio 35
4.3. Recolección de información 36
4.4. Fases del proyecto de evaluación de carreteras de iRAP 36
4.4.1. Recolección de datos en campo 36
4.4.2. Procesamiento de la información recopilada 37
4.4.3. Codificación de los atributos que inciden en la seguridad vial 37
4.4.4. Clasificación por estrellas 37
4.5. Uso del software ViDA 38
4.5.1. Investigación de la metodología iRAP 38
4.5.2. Recopilación de información para el software ViDA 39
4.5.3. Conteo del flujo peatonal, motorizados y ciclistas 44
4.5.4. Cálculos de intensidad, pendiente, radios y velocidad 45
4.5.5. Diseño geométrico de la ciclovía y redondel 52
4.5.6. Análisis de los datos en el software ViDA 53

4.5.7. Procedimientos de datos 54
5. Resultados 56
5.1. Resultados de analizar las condiciones de velocidad en el tramo Simón Bolívar y Parque Miraflores 57
5.2. Resultados de realizar la clasificación por estrellas a través de la metodología iRAP 59
5.2.1 Resultados sin contramedidas 59
5.2.2. Contramedidas Propuestas y Resultados 103
5.2.3 Comparación entre el análisis sin contramedidas y con contramedidas 134
5.3. Resultados de análisis de diseño geométrico 145
6. Conclusiones 149
7. Recomendaciones 150
8. Referencias bibliográficas 151
9. Anexos 157

Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de infraestructuras ciclísticas..... 29

Tabla 2 Dimensiones básicas del conjunto bicicleta-ciclista..... 30

Tabla 3 Actividades en el segundo tramo..... 41

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación por estrellas iRAP 6

Figura 2. Área de estudio-Sector 10

Figura 3. Diseño inicial de una carretera 17

Figura 4. Diseño inicial de una carretera 18

Figura 5. Construcción de una carretera 18

Figura 6. Abierto al tráfico 19

Figura 7. Mantener y operar 19

Figura 8. Redondel 23

Figura 9. Elementos del redondel 23

Figura 10. Uso de suelo en la Avenida de las Américas, Cuenca 25

Figura 11. tipología de usos y ocupación del suelo 26

Figura 12. Ciclovía 28

Figura 13. Beneficios de la bicicleta y la importancia de adecuar vías para su uso masivo 28

Figura 14. Área de estudio 35

Figura 15. Inspección en intersección Mariscal Lamar y Avenida de las Américas 40

Figura 16. Realización de conteo en el sector Universidad Católica 44

Figura 17. Resultados del conteo realizado sector Universidad Católica 45

Figura 18. Mapa de Intensidad Media Diaria en la ciudad de Cuenca 46

Figura 19. Tabla y gráfico con detalle de la IMD de Cuenca 46

Figura 20. Trazado de la ruta y obtención de pendientes 47

Figura 21. Trazado de Curvas sector parque Miraflores 48

Figura 22. Toma de tiempos de los vehículos en el sector parque Miraflores 49

Figura 23. Resultado del cálculo de velocidad con el percentil 85 50
Figura 24. Mapa de distribución de las vías temporales, 50 y 40 en Cuenca 51
Figura 25. Características generales de las vías 50 51
Figura 26. Diseño redondel Simón Bolívar esquemático 53
Figura 27. Bandas de la clasificación por estrellas 53
Figura 28. Ejemplo de la clasificación por estrellas en el tramo 22 54
Figura 29. Velocidad máxima y mínima 57
Figura 30. Velocidad obtenida aplicando el percentil 85 58
Figura 31. Calificación por estrellas tramo (Redondel Simón Bolívar y parque Miraflores) (Sección 1 al 22) 60
Figura 32. Calificación por estrellas tramo (Redondel Simón Bolívar y parque Miraflores) (Sección 23 al 43) 61
Figura 33. Mapa de la clasificación por estrellas para ocupante de vehículo 62
Figura 34. Mapa de la clasificación por estrellas para motociclistas 63
Figura 35. Mapa de la clasificación por estrellas para ciclistas 64
Figura 36. Mapa de la clasificación por estrellas para peatones 65
Figura 37. Gráfico de calificación por estrellas Automóviles 66
Figura 38. Gráfico de calificación por estrellas Motocicletas 66
Figura 39. Gráfico de calificación por estrellas Ciclistas 67
Figura 40. Gráfico de calificación por estrellas Peatones 67
Figura 41. Secciones con clasificación de 4 estrellas vehículos 68
Figura 42. Secciones con clasificación de 3 estrellas vehículos 68
Figura 43. Secciones con clasificación de 2 estrellas vehículos 69
Figura 44. Secciones con clasificación de 1 estrella vehículos 69

Figura 45. Número de secciones y porcentajes para cada estrella vehículo 70
Figura 46. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas vehículo 70
Figura 47. Gráfica del número de secciones por número de estrellas vehículo 71
Figura 48. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) vehículo 72
Figura 49. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) vehículo 73
Figura 50. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) vehículo ... 75
Figura 51. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) vehículo . 76
Figura 52. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado vehículo 77
Figura 53. Secciones con clasificación de 1 estrellas motociclistas 77
Figura 54. Secciones con clasificación de 2 estrellas motociclistas 78
Figura 55. Secciones con clasificación de 3 estrellas motociclistas 79
Figura 56. Número de secciones y porcentajes para cada estrella motociclistas 79
Figura 57. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas motociclistas 80
Figura 58. Gráfica del número de secciones por número de estrellas motociclistas 80
Figura 59. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) motociclistas 82
Figura 60. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) motociclistas 83
Figura 61. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) motociclistas 84

Figura 62. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) motociclistas 85
Figura 63. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados motociclistas 86
Figura 64. Secciones con clasificación de 2 estrellas ciclistas 86
Figura 65. Secciones con clasificación de 1 estrella ciclistas 87
Figura 66. Secciones con clasificación de 3 estrellas ciclistas 87
Figura 67. Secciones sin clasificación de estrellas ciclistas 88
Figura 68. Número de secciones y porcentajes para cada estrella ciclistas 88
Figura 69. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas ciclistas 89
Figura 70. Gráfica del número de secciones por número de estrellas ciclistas 89
Figura 71. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) ciclistas 90
Figura 72. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) ciclistas 91
Figura 73. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) ciclistas 92
Figura 74. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) ciclistas 93
Figura 75. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados ciclistas 94
Figura 76. Secciones con clasificación de 1 estrella peatones 94
Figura 77. Secciones con clasificación de 2 estrellas peatones 95
Figura 78. Secciones con clasificación de 3 estrellas peatones 95
Figura 79. Secciones con clasificación de 4 estrellas peatones 96
Figura 80. Secciones sin clasificación de estrellas peatones 96

Figura 81. Número de secciones y porcentajes para cada estrella peatones..... 96
Figura 82. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas peatones..... 97
Figura 83. Gráfica del número de secciones por número de estrellas peatones 97
Figura 84. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) peatones 99
Figura 85. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) peatones 100
Figura 86. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) peatones. 101
Figura 87. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) peatones 102
Figura 88. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados peatones 103
Figura 89. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 1 al 9) 104
Figura 90. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 10 al 19) 105
Figura 91. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 20 al 28) 105
Figura 92. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 29 al 37) 106
Figura 93. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 38 al 43) 106
Figura 94. Área Universidad Católica de Cuenca con ciclovía..... 108
Figura 95. Modelo de barrera lateral (guardarraíl)..... 109
Figura 96. Mapa donde se propone los semáforos 110
Figura 97. Ejemplo de señalamiento en intersecciones..... 110
Figura 98. Ejemplo bandas alertadoras..... 111
Figura 99. Escaleras mal colocadas (Sección 29)..... 112
Figura 100. Clasificación por estrellas con las contramedidas (Sección 1 al 22) 113

Figura 101. Clasificación por estrellas con contramedidas (Sección 23 al 43) 114
Figura 102. Gráfico de clasificación por estrellas con las contramedidas para los Vehículos 115
Figura 103. Gráfico de clasificación por estrellas con las contramedidas para Motocicletas 115
Figura 104. Gráfico de clasificación por estrellas con contramedidas para Ciclistas 116
Figura 105. Gráfico de clasificación por estrellas con contramedidas para Peatones 116
Figura 106. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas vehículo 117
Figura 107. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas vehículo 117
Figura 108. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas vehículo 118
Figura 109. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas vehículo (Sección 1 al 23) 119
Figura 110. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas vehículo (Sección 24 al 43) 120
Figura 111. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado vehículo 121
Figura 112. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas motociclista 121
Figura 113. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas motociclista 122

Figura 114. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas motociclista..... 122
Figura 115. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas motociclista (Sección 1 al 23) 123
Figura 116. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas motociclista (Sección 24 al 43) 124
Figura 117. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado motociclista..... 125
Figura 118. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas ciclista 126
Figura 119. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas ciclista 126
Figura 120. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas ciclista..... 127
Figura 121. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas ciclista (Sección 1 al 23) 128
Figura 122. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas ciclista (Sección 24 al 43) 129
Figura 123. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado ciclista..... 130
Figura 124. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas peatones 130
Figura 125. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas peatones 131

Figura 126. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas peatones 131
Figura 127. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas peatones (Sección 1 al 23)..... 132
Figura 128. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas peatones (Sección 24 al 43)..... 133
Figura 129. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado contramedidas peatones..... 134
Figura 130. Comparación entre la clasificación por estrelles obtenidas en el análisis de inspección y aplicando las contramedidas (secciones 1 a 23)..... 135
Figura 131. Comparación entre la clasificación por estrelles obtenidas en el análisis de inspección y aplicando las contramedidas (secciones 24 a 43)..... 136
Figura 132. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas vehículo 137
Figura 133. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas motociclista..... 137
Figura 134. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas ciclistas 138
Figura 135. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas peatones 138
Figura 136. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación vehículo 139
Figura 137. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación vehículo 139

Figura 138. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación vehículo 140
Figura 139. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación motociclistas 140
Figura 140. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación motociclistas 141
Figura 141. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación motociclistas 141
Figura 142. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación ciclistas 142
Figura 143. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación ciclistas 142
Figura 144. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación ciclistas 143
Figura 145. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación peatones 144
Figura 146. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación peatones 144
Figura 147. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación peatones 145
Figura 148. Clasificación de redondel según el diámetro 146
Figura 149. Replica redondel Simón Bolívar 146
Figura 150. Trazado de ciclovía 147
Figura 151. Sección Tipo ciclovía 148

Introducción

La seguridad vial es sustancial para preservar la vida y el bienestar de las personas en las carreteras, por ello, garantizar un entorno seguro en carreteras y calles no solo protege a los conductores, ciclistas y otros. De hecho, la implementación de normas y prácticas de seguridad contribuye a reducir siniestros y minimizar sus consecuencias. Además, promover la conciencia sobre los riesgos viales fomenta una cultura de responsabilidad y respeto entre todos los usuarios de la vía, contribuyendo así a la construcción de sitios seguros.

La falta de cumplimiento de normas de tránsito constituye un grave problema que genera inseguridad vial. Conductores que ignoran límites de velocidad, evaden señales de tráfico o hacen uso indebido de espacios contribuyen a un ambiente peligroso en las carreteras. Este comportamiento irresponsable aumenta significativamente el riesgo de siniestros, poniendo en peligro no solo a quienes lo practican, sino también a otros usuarios de la vía. Abordar la falta de cumplimiento de normas se convierte, por tanto, en un aspecto crucial para reducir los accidentes.

Asimismo, de acuerdo con la Agencia Nacional de Tránsito (2021) en Ecuador, varios factores contribuyen a los siniestros de tránsito, generando graves resultados para la seguridad vial. Entre ellos se encuentran el consumo de alcohol al conducir, siendo uno de los principales orígenes de sucesos, ya que afecta el juicio del conductor. El exceso de velocidad es otro factor crítico, ya que aumenta tanto la probabilidad de accidentes como la severidad de las lesiones resultantes.

Las distracciones al volante, como el uso de dispositivos móviles, desvían la atención del conductor y elevan el riesgo de colisiones. Además, la falta de uso de compendios de seguridad como cascos, cinturones de seguridad infantil incrementa la vulnerabilidad de los ocupantes en caso de accidente. Por tanto, abordar estos factores es fundamental para mejorar la seguridad vial en Ecuador y reducir la cantidad de siniestros de tránsito (Agencia Nacional de Tránsito [ANT], 2021).

En Ecuador, la auditoría de seguridad vial es una causa diseñada para evaluar y mejorar las situaciones de seguridad en las vías de circulación. Este tipo de auditoría involucraría la revisión de la infraestructura vial, señalización, diseño de intersecciones y condiciones ambientales, identificando posibles puntos críticos y áreas de riesgo. (Miranda, 2023)

Además, se evalúa manejos y prácticas de seguridad en la vía, incluyendo la implementación y cumplimiento de normativas de tráfico. El objetivo es proponer recomendaciones y soluciones para mitigar riesgos, reducir accidentes y mejorar la seguridad en el transporte, contribuyendo con un sistema vial eficiente y seguro para todos los ciudadanos.

Para cumplir con una auditoría de seguridad vial se ha considerado la metodología IRAP que se refiere al "Programa Internacional de Evaluación de Carreteras" o "International Road Assessment Programme". Este programa es una iniciativa global que evaluar sistemáticamente de la infraestructura de carreteras.

iRAP utiliza una metodología de evaluación de riesgos para analizar diversos aspectos de las carreteras, como el diseño geométrico, las intersecciones, la señalización y otros factores. La evaluación se realiza mediante la identificación y clasificación de riesgos potenciales, lo que permite a las autoridades tomar medidas para mejorar la seguridad en carreteras específicas. (Murozi et al. 2022) Este programa ha sido adoptado en varios países como una herramienta para priorizar inversiones y mejoras en la infraestructura vial para reducir siniestros.

En términos generales, los programas de evaluación de carreteras suelen centrarse en la seguridad vial y gestión de riesgos en las carreteras. Estos programas suelen emplear metodologías y criterios para analizar aspectos como la infraestructura vial, la geometría de las carreteras, las condiciones del tráfico y otros factores relacionados con la seguridad.

1. Problema

1.1.Antecedentes

El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (IRAP) es una iniciativa global que se estableció en el año 1990 y desde entonces ha sido ampliamente adoptado en varios países como una herramienta para identificar y abordar los riesgos de seguridad en las carreteras. (Escobar et al. 2023)

Las auditorías de seguridad vial mediante la metodología IRAP han demostrado ser efectivas para identificar áreas de riesgo en las carreteras y recomendar medidas de mejora que pueden ayudar a reducir la incidencia de accidentes y salvar vidas. Estas auditorías de acuerdo con Mera y García (2023) suelen ser realizadas por equipos de expertos en seguridad vial, que utilizan tecnología avanzada, como imágenes de alta resolución y sistemas de información geográfica (GIS), para recopilar datos sobre las condiciones de la carretera. La auditoría de seguridad vial mediante la metodología IRAP es una herramienta importante en la gestión de la seguridad vial a nivel mundial.

Por tanto, en el trabajo realizado por Ante y Cerón (2019) han identificado que la seguridad vial a través de la auditoria tiene falencias que aquejan la seguridad de los peatones en las acciones operativas. Además, en el tramo analizado por los autores existe un desorden de movilidad por la saturación de la zona comercial. También, en este mismo trabajo se ha identificado que existe señalización vertical que no son respetadas por los conductores, así como estacionamiento indebido por un lapso corto de tiempo, esto provoca riesgos de accidentes. Otro de los problemas registrados es la falta de mantenimiento del tramo, de la señalética y de los senderos direccionados a los peatones.

En el caso del trabajo realizado por Gómez (2020) se emplea datos operativos y técnicos para desarrollar un modelo basado en el programa iRAP, utilizando inspecciones visuales grabadas en video y el uso de Street View de Google Earth como herramienta de apoyo. Esto permitió caracterizar y codificar elementos viales relevantes para la seguridad de conductores, motociclistas, ciclistas y peatones. Además, mediante un software se asignaron clasificaciones por estrellas a los tramos de carretera identificados, lo que proporcionó una herramienta para identificar áreas de riesgo y deficiencias en la seguridad vial, estimando también el potencial de accidentes y lesiones graves. Los resultados sirvieron como base para el diagnóstico de seguridad vial y la elaboración de un plan de inversión destinado a mejorar la seguridad en las vías, proponiendo contramedidas para reducir la cantidad y gravedad de los accidentes. (Gómez, 2020)

Seguido, en el estudio de García et al. (2021) el iRAP ofrece una herramienta valiosa para evaluar la seguridad vial de tramos de carreteras lo que les permite cumplir con el objetivo de reducir accidentes y su gravedad. En Ecuador, a pesar del alto número de siniestros viales, las inspecciones de seguridad vial son escasas debido a la falta de conocimiento técnico.

Este artículo explora el uso del iRAP en dos tramos de carreteras de dos carriles en Ecuador, analizando 25 km en total. Los resultados muestran que, a pesar de algunas variables no claras y errores menores, la metodología se puede aplicar con éxito, determinando puntajes de calificación por estrellas (figura 5) y mostrando mejoras potenciales en la seguridad vial con la implementación de contramedidas. Este estudio puede servir de referencia para la aplicación del iRAP en el tramo de estudio.

Figura 1. Clasificación por estrellas iRAP

Clasificación por Estrellas mediante iRAP	Interpretación del Riesgo por Estrellas
★★★★★	Riesgo Mínimo
★★★★	Riesgo Aceptable
★★★	Riesgo Moderado
★★	Riesgo Elevado
★	Riesgo Grave

Fuente: Metodología iRAP (2020) citado por Llangari y Tierra (2022).

En el estudio desarrollado por Llangari y Tierra (2022) se evalúa las condiciones de la infraestructura vial de la red estatal E-35 en el tramo Riobamba-Ambato con la finalidad de disminuir los siniestros de tránsito. Con un estudio de campo se ha usado la metodología iRAP para recopilar datos a lo largo de los 55.7 km del tramo mediante videos y fotografías.

Con la aplicación del protocolo del iRAP, se identifican puntos críticos en varios sectores, evidenciando problemas como la falta de señalización, el ancho de la vía y la iluminación inadecuada. Como resultado, se ha propuesto recomendaciones para mejorar la infraestructura vial en concordancia con la metodología. Por tanto, este estudio destaca la necesidad de abordar los problemas existentes para garantizar una mayor seguridad en la carretera E-35.

En el trabajo realizado por Sánchez (2022) se aborda los accidentes de tráfico, destacando su impacto en términos de pérdidas humanas, económicas y sociales, especialmente en un contexto de crecimiento poblacional y aumento del tráfico vehicular. Por tanto, la autora evalúa las metodologías para clasificar problemas de seguridad vial en una vía, particularmente utilizando la metodología IRAP y comparándola con la metodología TCA.

Se seleccionaron tramos de una misma carretera para el análisis, identificando secciones críticas con la plataforma ViDA según la cantidad de incidencias encontradas. Los resultados muestran que ambas metodologías detectan problemas de seguridad, aunque IRAP destaca por su capacidad para señalar segmentos específicos con mayores dificultades, a diferencia de TCA que ofrece resultados en rangos más amplios.

Seguido, como antecedente bibliográfico se expone que en la Av. de las Américas se han registrado para el año 2003, 85 siniestros de tránsito, asimismo, en esta avenida se han registrado alrededor de 78 muertes y 105 heridos. Estos datos han sido proporcionados por Diario El Universo (2003) quién cita a la Oficina de Investigación de Accidentes de Tránsito (OIAT), sin embargo, bajo los datos concerniente a la Agencia Nacional de Tránsito se han registrado hasta el 2023, 186 siniestros de tránsito en la avenida, registrando más de 161 heridos (Agencia Nacional de Tránsito [ANT], 2024).

1.2.Descripción del problema

La Av. de las Américas en la ciudad de Cuenca es una arteria vial de gran importancia, ya que conecta puntos estratégicos como el redondel Simón Bolívar y el parque Miraflores (GAD Municipal de Cuenca, 2018). A pesar de su relevancia, esta avenida ha mostrado serios problemas de seguridad vial, reflejados en la frecuencia de accidentes de tránsito y las preocupaciones de los ciudadanos sobre la infraestructura y las condiciones de la vía. Estos problemas afectan tanto a conductores como a peatones, haciendo necesaria una intervención integral que permita mejorar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes.

Entre estos tramos se encuentran la presencia de intersecciones mal señalizadas, cruces peatonales insuficientes o mal ubicados, y la falta de elementos de contención adecuados en algunos sectores. Además, la coexistencia de diferentes tipos de usuarios, como vehículos motorizados, ciclistas y peatones, agrava el riesgo de accidentes si no se cuenta con una infraestructura que permita una interacción segura entre ellos.

Por tanto, la aplicación de la metodología iRap en la Av. de las Américas no solo tiene el potencial de mejorar la seguridad vial, sino que también puede servir como modelo para otras intervenciones en la ciudad de Cuenca y en otras localidades. La implementación de las recomendaciones surgidas de la auditoría podría transformar este tramo en un ejemplo de buenas prácticas en seguridad vial, demostrando los beneficios de una planificación basada en datos y análisis rigurosos. Esto, a su vez, contribuiría a una movilidad más segura y eficiente en la ciudad, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

1.3.Importancia y alcances

Llevar a cabo una auditoría de seguridad vial en la Av. de las Américas, en el tramo entre el redondel Eloy Alfaro y parque Miraflores, mediante la metodología IRAP, es fundamental para conocer la necesidad de mejorar la seguridad de una de las arterias viales más transitadas de la ciudad. Esta avenida conecta zonas residenciales, comerciales e industriales, lo que la convierte en un corredor vital para el flujo de tráfico urbano.

Por ende, se debe considerar que, las vías deben diseñarse teniendo en cuenta una variedad de características para garantizar la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad del transporte. De acuerdo con el Plan de movilidad y espacios públicos (2019) las aceras deben ser amplias, mismas que proporcionan espacio seguro para los peatones, fomentando el

caminar y promoviendo la accesibilidad. Además, las ciclovías segregadas facilitan el desplazamiento seguro de los ciclistas, fomentando el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible.

Por otro lado, las vías exclusivas para transporte público mejoran la puntualidad y eficiencia de los autobuses y tranvías, reduciendo la congestión del tráfico. Las áreas de espera para transporte público ofrecen a los pasajeros lugares seguros y cómodos para abordar los vehículos. La vía para automóviles se diseña para facilitar el flujo de tráfico, y su integración con otras modalidades de transporte es clave para evitar conflictos.

La infraestructura verde, como árboles y zonas ajardinadas, aporta belleza y mejora la calidad del aire. El mobiliario urbano, como bancos y señales, crea entornos acogedores y funcionales. Los estacionamientos de bicicletas fomentan su uso al ofrecer lugares seguros para guardarlas. Por último, los cruces peatonales seguros, con semáforos y señales claras, permiten a los peatones cruzar las calles con seguridad y confianza. Juntas, estas características contribuyen a una vía más segura, eficiente y agradable para todos los usuarios.

De esta manera, el alto volumen de vehículos, combinado con la presencia de peatones y ciclistas, así como la complejidad de la infraestructura vial y las intersecciones en el tramo mencionado, hacen que sea crucial evaluar y abordar cualquier riesgo potencial para la seguridad vial. La realización de una auditoría utilizando la metodología IRAP permitirá identificar de manera sistemática y precisa los puntos críticos y las deficiencias en la infraestructura vial que podrían estar contribuyendo a la ocurrencia de accidentes.

Además, al aplicar la metodología IRAP, se podría obtener una clasificación objetiva de la seguridad vial del tramo, lo que proporcionará una base sólida para la implementación de medidas de mejora específicas y efectivas. Estas medidas se podrán incluir desde la optimización de la señalización y la iluminación hasta la modificación de la geometría de la vía o la introducción de medidas de control de velocidad.

En efecto, la auditoría de seguridad vial de la Avenida de las Américas en el tramo mencionado es esencial para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía y reducir la incidencia de accidentes, lo que contribuiría a la creación de un entorno vial más seguro y eficiente para la comunidad.

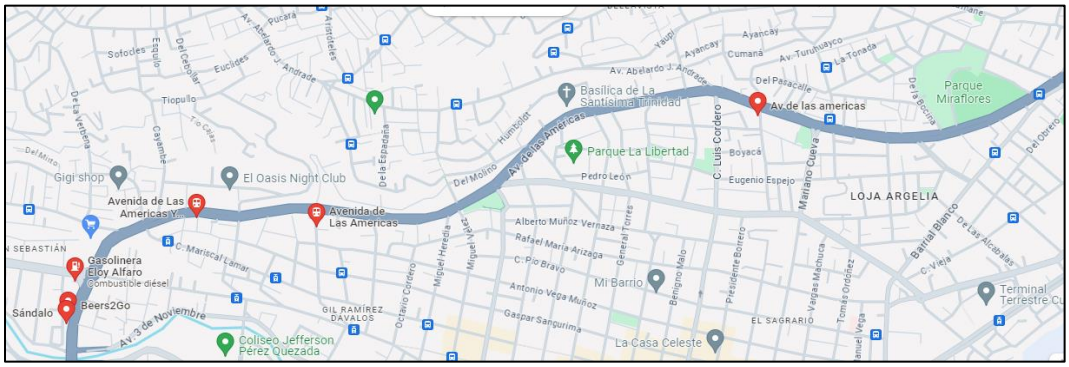
1.4. Delimitación

Delimitación geográfica (espacial): Se considera la Av. de las Américas en la ciudad de Cuenca.

Delimitación temporal: La investigación se desarrolla en el año 2024.

Delimitación sectorial: El tramo elegido para la investigación es el tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y el parque Miraflores.

Figura 2. Área de estudio-Sector



Fuente: Google Maps (2024)

Delimitación institucional: La investigación está dirigida al tráfico en el área de estudio, es decir, a los vehículos que transitan por la Av. de las Américas.

2. Objetivos

2.1.Objetivo general

Realizar una auditoría de seguridad vial de la Av. de las Américas en el tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y parque Miraflores, mediante la metodología iRAP.

2.2.Objetivos específicos

- Realizar el análisis de diseño geométrico de la Av. de las Américas en el tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y parque Miraflores.
- Analizar las condiciones de velocidad en el tramo redondel Simón Bolívar y parque Miraflores para proponer medidas que contribuyan a mejorar la seguridad vial y reducir posibles riesgos de accidentes.
- Realizar la clasificación por estrellas a través de la metodología iRAP en la Av. de las Américas tramo redondel Simón Bolívar y parque Miraflores para mitigar riesgos y accidentes viales.

3. Marco teórico

3.1.Seguridad vial

Se refiere a las medidas y destrezas consignadas a advertir accidentes de tráfico y resguardar la vida y la salud de los beneficiarios de las vías de tránsito (Solís, 2022). La seguridad vial reside en el amparo de la vida que utilizan las vías de tráfico, ya sean conductores, pasajeros, peatones o ciclistas.

De acuerdo con Rodríguez (2019) promover la seguridad vial no solo reduce el riesgo de lesiones y muertes en accidentes de tráfico, sino que también contribuye a la reducción de costos asociados a la atención médica, rehabilitación y pérdida de productividad. Además, una mejor seguridad vial fomenta la confianza de la comunidad en el transporte, estimula el desarrollo económico al reducir los tiempos de viaje y mejora la calidad de vida en general. Por tanto, la seguridad vial es fundamental para garantizar un entorno vial seguro, eficiente y sostenible para todos.

3.1.1. Visión cero

La estrategia de seguridad vial tiene como fin eliminar los accidentes viales que resulten en pérdidas humanas o lesiones graves. Se fundamenta en el principio de que la pérdida de vidas en las vías no es aceptable y que la seguridad vial debe ser una prioridad absoluta en la planificación, el diseño y la gestión del tráfico (Congacha, 2019).

Esta estrategia implica la adopción de medidas integrales que incluyan mejoras en la infraestructura vial, cambios en la legislación y aplicación de la ley, educación pública y campañas de concientización, así como el fomento de la responsabilidad compartida entre todos los usuarios de la vía. De acuerdo con el Informe de resultados de CalSTA (2020), la

Visión Cero es un enfoque proactivo y holístico que busca crear un entorno vial seguro para todos los participantes del tráfico, con el objetivo último de prevenir tragedias viales y proteger la vida humana.

3.1.2. Política de seguridad

La política de seguridad de la Visión Cero se basa en un enfoque integral que prioriza la protección de la vida y la salud de todos los usuarios de las vías de tránsito. Además, las políticas reconocen que las muertes y lesiones graves en accidentes de tráfico son prevenibles y no son aceptables.

Entre las políticas de seguridad que propone Hurtado et al. (2015) se incluyen:

- Compromiso con el objetivo de reducir a cero el número de muertes y lesiones graves en accidentes de tráfico.
- Adopción de medidas proactivas y preventivas para mejorar la seguridad vial en todas las etapas del diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial.
- Implementación de políticas y regulaciones que promuevan el cumplimiento de normas de tráfico, la reducción de la velocidad, el uso de sistemas de retención infantil y el respeto a los peatones y ciclistas.
- Fomento de una cultura de seguridad vial que valore la responsabilidad compartida de todos los usuarios de la vía y promueva comportamientos seguros y respetuosos.
- Inversión en educación pública y campañas de concientización para aumentar la conciencia sobre los riesgos viales y fomentar conductas seguras.

- Uso de datos y análisis para identificar áreas de alto riesgo y priorizar intervenciones efectivas para mejorar la seguridad vial.

Estas políticas buscan crear un entorno vial seguro y proteger la vida de todos los usuarios de la vía mediante la adopción de medidas integrales y la promoción de una cultura de seguridad vial (Congacha, 2019).

3.1.3. Sistema seguro

Se refiere a un entorno de transporte que está diseñado y operado de manera que minimiza el riesgo de accidentes y lesiones graves. Esto implica la implementación de medidas de seguridad en todas las áreas del sistema de transporte, incluyendo vehículos, infraestructura vial, y el comportamiento de los usuarios de la vía (De Solminihac, 2019).

Un sistema seguro de transporte no solo se enfoca en la infraestructura física y los vehículos, sino que también promueve una cultura de seguridad entre los usuarios. Esto incluye campañas de concienciación y educación vial para fomentar comportamientos responsables, como el uso del cinturón de seguridad, la conducción a velocidades adecuadas y la no conducción bajo los efectos del alcohol o drogas. (De Solminihac, 2019).

Entonces, un sistema seguro implica la utilización de tecnología avanzada para monitorear y gestionar el tráfico en tiempo real, reduciendo así la probabilidad de choques. La colaboración entre autoridades, organizaciones y la comunidad es esencial para mantener y mejorar continuamente los estándares de seguridad, asegurando que todos los componentes del sistema trabajen en armonía para proteger la vida y la integridad física de las personas.

Vehículo

Es un medio de transporte diseñado para el desplazamiento de personas o carga. Pueden ser motorizados, como automóviles, camiones o motocicletas, o no motorizados, como bicicletas o patinetes. La seguridad vehicular se refiere a las características y tecnologías implementadas en los vehículos para proteger a los ocupantes en caso de accidente y minimizar el riesgo de lesiones (Acevedo & Morales, 2020).

Carretera

Es una vía de transporte terrestre destinada al tráfico de vehículos motorizados y peatones. La seguridad vial en carreteras implica el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructuras viales que minimicen el riesgo de accidentes y proporcionen condiciones seguras para todos los usuarios (Sánchez, 2022).

Infraestructura vial

Instalaciones físicas y estructuras necesarias para el funcionamiento de un sistema de transporte, incluyendo carreteras, puentes, señalización vial, cruces peatonales, y otras obras públicas. La seguridad de la infraestructura vial implica el diseño y mantenimiento de estas instalaciones, reduciendo el riesgo de accidentes y lesiones (López et al. 2019).

3.1.4. ES-SEGURA

La Estrategia Nacional de Seguridad Vial (ES-SEGURA) del Ecuador es un plan integral desarrollado por el gobierno ecuatoriano con el objetivo de reducir las muertes y lesiones graves en accidentes de tránsito en el país. Esta estrategia se basa en los principios de la Visión Cero y busca crear un sistema de transporte más seguro y sostenible para todos los usuarios de las vías (ES-SEGURA, 2022).

La ES-SEGURA establece una serie de acciones y medidas específicas en áreas clave como la infraestructura vial, el comportamiento del usuario, la educación vial, la aplicación de la ley y el fortalecimiento institucional. Estas acciones están diseñadas para abordar los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico y promover una cultura de seguridad vial en la sociedad ecuatoriana.

Entre las metas de la ES-SEGURA se incluyen la reducción del número de muertes y lesiones graves en accidentes de tráfico, la mejora de la infraestructura vial, la promoción de comportamientos seguros en la conducción y la creación de conciencia sobre la importancia de la seguridad vial (Moreno, 2019). La ES-SEGURA es un plan integral y ambicioso que busca transformar el sistema de transporte del Ecuador para hacerlo más seguro y proteger la vida de todos los usuarios de las vías.

3.2.Metodología IRAP (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras)

El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (IRAP) es una iniciativa global que tiene como fin mejorar la seguridad vial mediante la evaluación sistemática de la infraestructura de carreteras. Se estableció en el año 1990 y desde entonces ha sido adoptado en varios países como una herramienta para identificar y abordar los riesgos de seguridad en las carreteras (International Road Assessment Programme [iRAP], 2021).

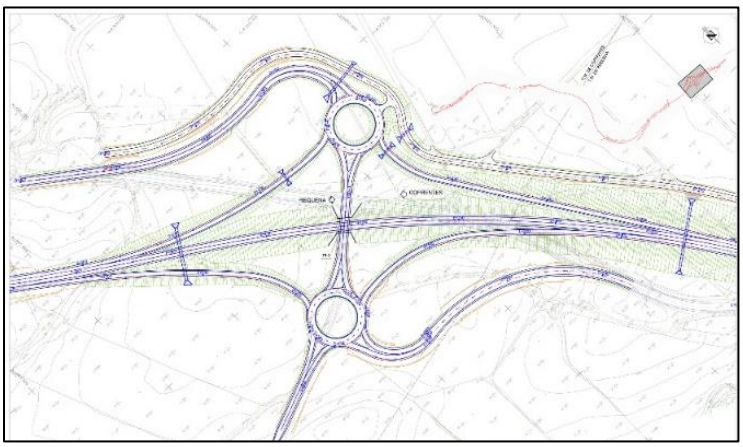
La metodología se basa en la evaluación de riesgos mediante la inspección y el análisis detallado de diversos aspectos de la infraestructura vial, como la geometría de la carretera, la señalización, la presencia de obstáculos y la calidad del pavimento (Murozi et al. 2022). Estos aspectos se evalúan en función de su impacto potencial en la seguridad vial, utilizando criterios y estándares específicos desarrollados por expertos en seguridad vial.

Para desarrollar la metodología iRAP se debe conocer en primera instancia el ciclo de vida de una carretera, y de acuerdo con De Solminihac (2019) abarca seis etapas cruciales, cada una con sus propios objetivos y procesos:

Planificación: En esta fase, se determinan las necesidades de la carretera en términos de conectividad, capacidad y función. Se consideran factores como el tráfico, el desarrollo urbano y las consideraciones ambientales y económicas.

Diseño inicial: Se lleva a cabo un diseño preliminar que establece la geometría básica, la ubicación y las características generales de la carretera. Esta etapa implica decisiones importantes sobre el trazado y los elementos estructurales.

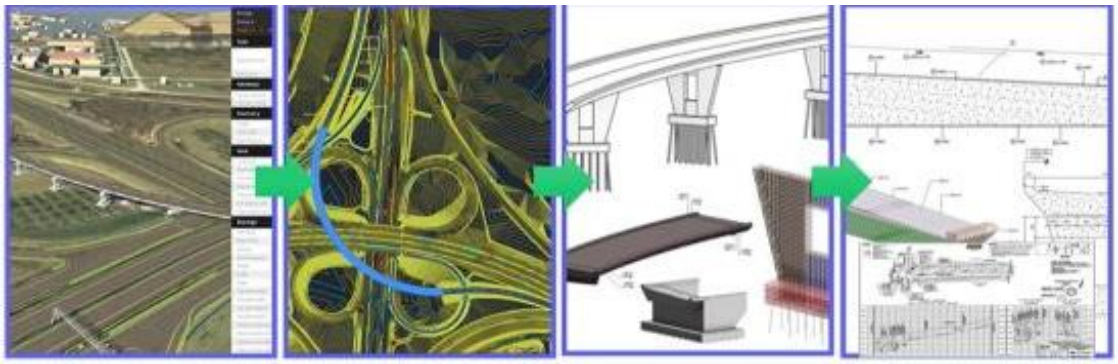
Figura 3. Diseño inicial de una carretera



Fuente: Acero Estudio (2024)

Diseño detallado: Aquí, se refinan los detalles del diseño, incluyendo la topografía, la señalización, la iluminación y otros elementos específicos. También se preparan los documentos necesarios para la construcción.

Figura 4. Diseño inicial de una carretera



Fuente: Autodesk journal (2021)

Construir (durante la construcción): Se lleva a cabo la ejecución física del proyecto de construcción de la carretera según los planos y especificaciones detallados. Esto implica la preparación del terreno, la colocación de la base, la pavimentación y la instalación de elementos de seguridad.

Figura 5. Construcción de una carretera

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas (2021)

Abierto al tráfico: Después de la construcción y la finalización de pruebas de calidad, la carretera se abre al tráfico público. En esta etapa, se monitorea el rendimiento inicial y se implementan ajustes si es necesario.

Figura 6. Abierto al tráfico

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas (2021)

Mantener y operar: A medida que la carretera está en funcionamiento, se llevan a cabo actividades de mantenimiento rutinario para preservar la calidad del pavimento y garantizar la seguridad. También se pueden realizar mejoras o expansiones según sea necesario para adaptarse a cambios en la demanda de tráfico.

Figura 7. Mantener y operar

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas (2021)

Este ciclo de vida es cíclico y continuo, ya que las carreteras requieren mantenimiento a lo largo del tiempo para adaptarse a cambios en el entorno, tecnología y demanda de tráfico.

3.2.1. Plan del iRAP para la segunda década

Desde una perspectiva general sobre posibles áreas de enfoque para el International Road Assessment Programme (IRAP) en los próximos 10 años, se puede mencionar sus objetivos y tendencias en el campo de la seguridad vial.

- Expansión Global: Expandir su alcance a nivel mundial, colaborando con más países para implementar sus metodologías de evaluación de carreteras y mejorar la seguridad vial en todo el mundo.
- Tecnología Innovadora: Aprovechar los avances tecnológicos emergentes, como la inteligencia artificial, aprendizaje automático y recopilación de datos en tiempo real, para mejorar la eficacia y la precisión de sus evaluaciones de seguridad vial.
- Enfoque en grupos vulnerables: Continuar centrando esfuerzos en la protección de grupos vulnerables, como peatones, ciclistas y usuarios de motocicletas, mediante la identificación de áreas de riesgo específicas.
- Promoción de Políticas: Desempeñar un papel más activo en la promoción de políticas y regulaciones que mejoren la seguridad vial a nivel nacional e internacional, abogando por estándares más estrictos de diseño de carreteras.
- Educación y Concientización: Intensificar sus esfuerzos en programas de educación y concientización pública sobre seguridad vial, destacando la importancia de comportamientos seguros en la conducción y el uso de la vía. (iRAP, 2021)

Estas son solo algunas áreas potenciales en las que el iRAP podría enfocarse en la próxima década para continuar su misión de mejorar la seguridad vial a nivel global.

3.2.2. Acción de la seguridad

Se refiere a las medidas y acciones específicas implementadas para mejorar la seguridad en cualquier contexto, ya sea en el hogar, en el trabajo, en la comunidad o en el ámbito público en general. Estas acciones pueden incluir políticas, programas, procedimientos, tecnologías, campañas de concientización, entrenamiento y cualquier otra iniciativa diseñada para prevenir accidentes, reducir riesgos y proteger la vida y la salud de las personas (Rodríguez, 2019).

En el contexto de la seguridad vial, implica la implementación de medidas destinadas a reducir los accidentes de tráfico y sus consecuencias. Para Arias et al. (2022) esto puede incluir la mejora de la infraestructura vial, la promoción de comportamientos seguros en la conducción, la aplicación de leyes y regulaciones de tráfico, la educación pública sobre seguridad vial y la adopción de tecnologías de seguridad en vehículos, entre otras acciones.

3.3. Diseño geométrico de carreteras

Proceso de planificación y diseño de la infraestructura vial, que incluye la determinación de la alineación horizontal y vertical de la carretera, así como la configuración de intersecciones, accesos y otros elementos que afectan la seguridad y funcionalidad de la vía (Granda, 2023). Esto implica considerar factores como el tráfico esperado, la topografía del terreno, la visibilidad, y los estándares de seguridad para garantizar un diseño que optimice la seguridad y la eficiencia del transporte.

3.3.1. Radios mínimos de curva

Medida del radio de la curvatura más pequeña permitida en una carretera sin comprometer la seguridad de los vehículos que circulan por ella; este radio es crucial en el

diseño geométrico de carreteras, ya que afecta la velocidad de circulación y comodidad del viaje (Condorena, 2021). Permite que los conductores mantengan el control del vehículo sin necesidad de reducir la velocidad o enfrentar riesgos de vuelco o deslizamiento.

3.3.2. Velocidad de circulación

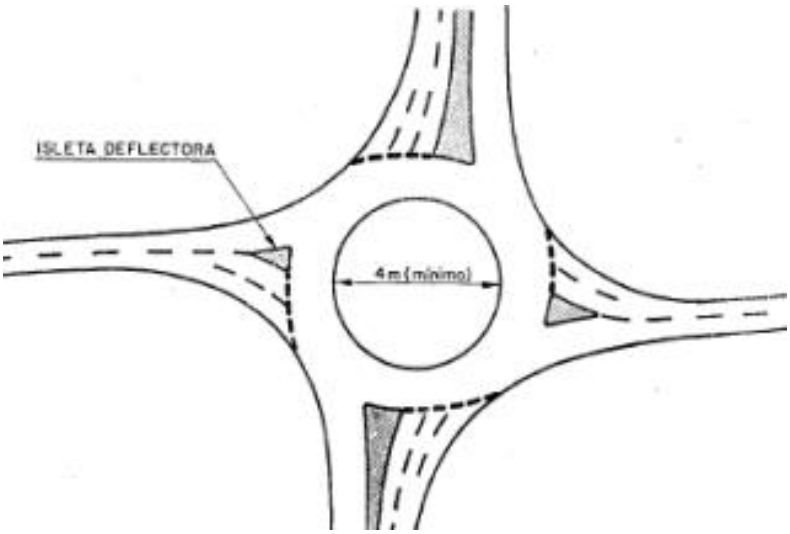
La velocidad de circulación se refiere a la velocidad a la que los vehículos viajan en una carretera en condiciones normales. Esta velocidad está influenciada por varios factores, incluyendo el diseño geométrico de la carretera, el estado del pavimento, la densidad del tráfico y las condiciones climáticas (Pineda, 2019).

Es importante que la velocidad de circulación sea adecuada y segura para el tipo de vía y las condiciones existentes, ya que velocidades inapropiadas pueden aumentar el riesgo de accidentes y lesiones. El diseño geométrico de carreteras, incluyendo los radios mínimos de curva, se ajusta para garantizar velocidades de circulación seguras y apropiadas para las condiciones específicas de la vía.

3.4. Redondel

El redondel conocido como rotonda, es una intersección circular donde el tráfico fluye alrededor de una isla central en una sola dirección, generalmente no en sentido contrario a las agujas del reloj en países con tráfico directo. Este diseño tiene varios objetivos, incluida la reducción de la velocidad de los vehículos, la disminución del número y la gravedad de los accidentes y la mejora del flujo de tráfico para minimizar las paradas y arranques comunes en las intersecciones con señales reguladas. (Cabrera, 2020)

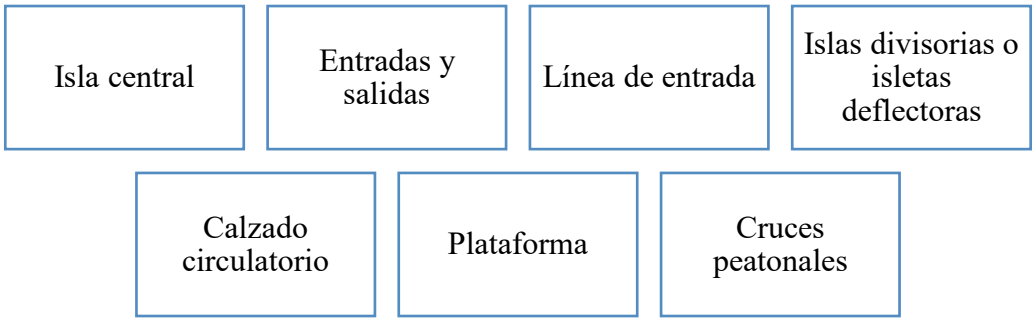
Figura 8. Redondel



Fuente: Google Imágenes (2024)

Como las rotondas son efectivas para gestionar intersecciones complejas y áreas de alto tráfico, su implementación puede contribuir significativamente a la seguridad y eficiencia del sistema de transporte. Para Montaño (2024) sus elementos son:

Figura 9. Elementos del redondel



Fuente: Montaño (2024)

El redondel esta de compuesto de ciertos elementos que aseguran su funcionamiento eficiente. La isla central es el área alrededor de la cual los vehículos circulan, seguido de las entradas y salidas son las vías por donde los vehículos ingresan y salen del redondel. Asimismo, la línea de entrada indica el punto donde los vehículos deben ceder el paso antes de ingresar al redondel. También, las islas divisorias que son pequeñas barreras que ayudan a dirigir el tráfico y separan las direcciones de entrada y salida, al igual que la calzada circulatoria donde los vehículos. La plataforma es la superficie total del redondel, finalmente, los cruces peatonales donde los peatones pueden cruzar de manera segura. (Montaño, 2024)

3.5. Uso del suelo

El uso del suelo, ayuda a disponerlas actividades que son lícitas al interior de un bien, los usos de suelo pueden ser muy diversos, ya que existe una variedad de actividades que ejecutan los individuos, para ello existen programas de desarrollo urbano en cada ciudad, con la finalidad de establecer la acción que se pueden llevar a cabo en cada sector, esto con la finalidad de tener una ciudad más ordenada y así evitar un caos en cada sector, y así mismo cada sector cuente con un espacio apropiado y tenga lo necesario para poder vivir en armonía. (Gonzáles, 2021)

Según, la Secretaría de Territorio (2024) los principales usos del suelo son:

- Uso principal: Es el uso especifico que se permite en su totalidad, en una cierta zona.

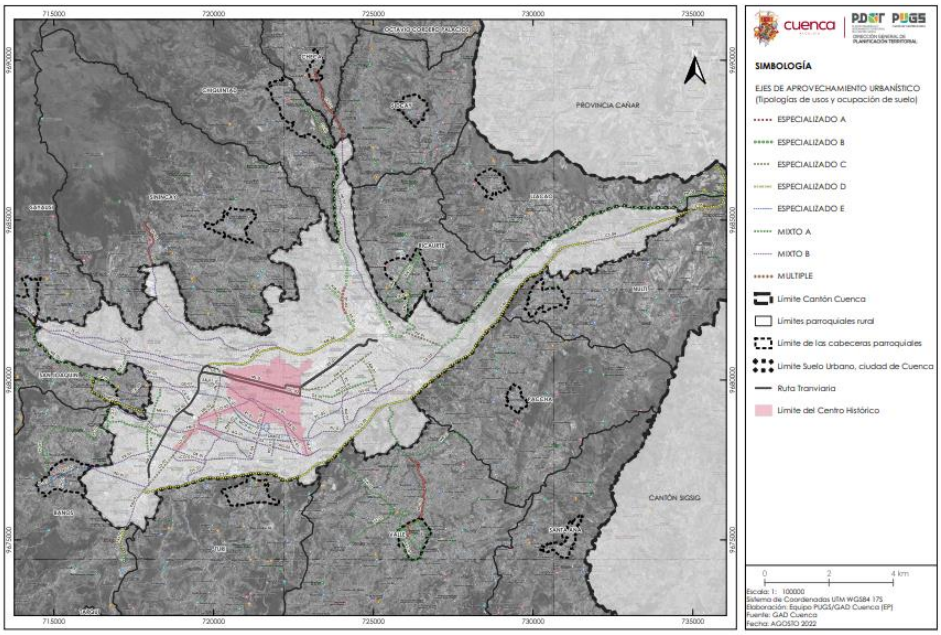
- Uso complementario: Es el que ayuda con el adecuando funcionamiento del uso principal, que son permitidos en las áreas que se señalan de forma específica.

- Uso restringido: Son las que no son permitidas para el correcto funcionamiento del uso principal, pero se pueden llevar a cabo bajo determinadas órdenes,

- Uso prohibido: Es el que no es compatible con el uso principal o complementario, y no se puede realizar en una determinada zona, por ellos los usos que no se encuentran como principales, complementarios, o restringidos, son prohibidos.

De acuerdo con Boca (2019) los tipos de usos de suelo dependen si es un sector rural o urbano, entre ellos el comercial, residencia, industrial y mixto. Es importante señalar que el actual trabajo se realiza es en la zona urbana, por tanto, se debe conocer el uso de suelo en la Avenida de las Américas, Cuenca – Ecuador.

Figura 10. Uso de suelo en la Avenida de las Américas, Cuenca



Fuente: Gad Municipal de Cuenca (2022)

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gad Municipal de Cuenca (2022) toma en cuenta la simbología del mapa, donde se observa los códigos que se encuentran en el sector de estudio, es así como se pudo constatar que la tipología de usos y ocupación del suelo es Especializado D, con el código (AM-03), este código permite identificar las actividades que se pueden realizar en el sector.

Figura 11. tipología de usos y ocupación del suelo

ANEXO 7.5 ASIGNACION DE USOS PARA EJES DE APROVECHAMIENTO URBANISTICO						
EJE	**USO GENERAL**	**USO PRINCIPAL**	**USOS COMPLEMENTARIOS**	**USOS RESTRINGIDOS**	**USOS PROHIBIDOS**	**CONDICIONES**
RMÑ-01	ESPECIALIZADO C: Servicios y comercio intermedio	COM_2B; COM_8A; SERV_ 1B; SERV_ 2B; SERV_ 3B; SERV_ 4B; SERV_ 5B, SERV_ 10B; SERV_ 14B; SERV_ 28A;	BDR; RMD; RAD COM_1; COM_2A; SERV_ 1A; SERV_ 2A; SERV_ 3A; SERV_ 4A; SERV_ 5A; SERV_ 7A; SERV_ 7B; SERV_ 14A; SERV_ 22A; SERV_ 27A; SERV_ 31; SERV_ 32; EQU_1; EQU_2; EQU_3; EQU_4; EQU_5; EQU_7; EQU_9 CONSERV_TRAD	COM_3A; COM_3B; COM_4A; COM_5A; COM_5B; COM_6A; COM_6B; COM_8B; COM_9A; COM_10A; COM_11A SERV_ 6; SERV_ 8; SERV_ 10A; SERV_ 11A; SERV_ 11B; SERV_ 15A; SERV_ 15B; SERV_ 19A; SERV_ 22B; SERV_ 24; SERV_ 25; SERV_ 26; SERV_ 27B; SERV_ 28A; SERV_ 29B; SERV_34 AG_01_A; AG_01_B; EQU_6; EQU_8; EQU_10 PA_T1; PA_T2; I TIPO A; I TIPO B		En el anexo 7.1 correspondiente al Listado de Usos de suelo, actividades, y condiciones, se encuentra el código del grupo al que pertenece, la descripción de las actividades del grupo y sus condiciones para el emplazamiento Las actividades que no estén descritas como usos principales, complementarios y restringidos, se entenderán como usos prohibidos.
UN-02	ESPECIALIZADO C: Servicios y comercio intermedio	COM_2B; COM_8A; SERV_ 1B; SERV_ 2B; SERV_ 3B; SERV_ 4B; SERV_ 5B, SERV_ 10B; SERV_ 14B; SERV_ 28A;	BDR; RMD; RAD COM_1; COM_2A; SERV_ 1A; SERV_ 2A; SERV_ 3A; SERV_ 4A; SERV_ 5A; SERV_ 7A; SERV_ 7B; SERV_ 14A; SERV_ 22A; SERV_ 27A; SERV_ 31; SERV_ 32; EQU_1; EQU_2; EQU_3; EQU_4; EQU_5; EQU_7; EQU_9 CONSERV_TRAD	COM_3A; COM_3B; COM_4A; COM_5A; COM_5B; COM_6A; COM_6B; COM_8B; COM_9A; COM_10A; COM_11A SERV_ 6; SERV_ 8; SERV_ 10A; SERV_ 11A; SERV_ 11B; SERV_ 15A; SERV_ 15B; SERV_ 19A; SERV_ 22B; SERV_ 24; SERV_ 25; SERV_ 26; SERV_ 27B; SERV_ 28C; SERV_ 29A; SERV_ 29B; SERV_34 AG_01_A; AG_01_B; EQU_6; EQU_8; EQU_10 PA_T1; PA_T2; I TIPO A; I TIPO B		En el anexo 7.1 correspondiente al Listado de Usos de suelo, actividades, y condiciones, se encuentra el código del grupo al que pertenece, la descripción de las actividades del grupo y sus condiciones para el emplazamiento Las actividades que no estén descritas como usos principales, complementarios y restringidos, se entenderán como usos prohibidos.
AM-03	ESPECIALIZADO D: Servicios y comercios al por mayor.	COM_4B; COM_4C; COM_6B; COM_7; SERV_ 27C	BDR; RMD; RAD COM_4A; COM_8B; COM_12A; COM_12B; SERV_ 14A; SERV_ 14B; SERV_ 27B;	COM_2B; COM_5B; COM_6A; COM_8A; COM_9A; COM_9B; COM_9C; COM_10A; COM_11A; COM_11B; COM_12C SERV_ 2B; SERV_ 3A; SERV_ 3B; SERV_ 4A; SERV_9; SERV_ 18; SERV_ 22B; SERV_ 24; SERV_ 25; SERV_ 26; SERV_ 28C; SERV_ 29C; SERV_ 33; SERV_35; SERV_36. EQU_1; EQU_3; EQU_4; EQU_5; EQU_7; EQU_2; EQU_9; EQU_10; EQU_6. EQU_8; EQU_11 AG_01_A; AG_01_B; PA_T1; PA_T2 I TIPO A; I TIPO B;		En el anexo 7.1 correspondiente al Listado de Usos de suelo, actividades, y condiciones, se encuentra el código del grupo al que pertenece, la descripción de las actividades del grupo y sus condiciones para el emplazamiento Las actividades que no estén descritas como usos principales, complementarios y restringidos, se entenderán como usos prohibidos. En el tramo comprendido entre las calles De las Pencas y el Molino, se aplicará las determinantes complementarias del PIT O-4 y lo establecido en la Disposición Transitoria Quinta de la presente Ordenanza.

Fuente: Gad Municipal de Cuenca (2022)

De forma que, existen 4 tipos de usos, como es el uso principal, uso complementario, usos restringidos, y usos prohibidos, los cuales cuentan con unos códigos para detalladamente conocer todas las actividades que se pueden y no realizar, en este caso los dos códigos que se encuentran en el lugar de estudio cuentan con actividades iguales.

3.6. Ciclovía

Una ciclovía es un área en las vías y avenidas consignado únicamente para los ciclistas. El propósito es que logren circular de los medios de transporte de un lado a otro en el día o noche de forma segura, sin rebasar los tramos. (Yerena, 2024)

Además, suelen estar localizado los lados externos de las vías de del tráfico. Si embargo, hay una pista, tanto de ida y de vuelta, para que el ciclista emprenda su viaje; en otro lado solo es de una dirección. (Yerena, 2024)

En este sentido, la infraestructura de la ciclovía va en función de ciertos criterios como es el tráfico, puntos focales de partidas o desplazamientos, y las señaléticas sobre el área debido a que es urbana (Mobility Friendly, 2024).

Por ende, los datos acerca de la movilidad ciclista brindan información valiosa de las rutas esto ayuda a que no pueda tener algún tipo de conflicto, determinar las zonas de o con la infraestructura, es por ello que es indispensable trabajar en el diseño de ciclovías, pesando en el bienestar tanto del ciclista como de quienes hacen se ven involucrados en el proceso del trabajo. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2020)

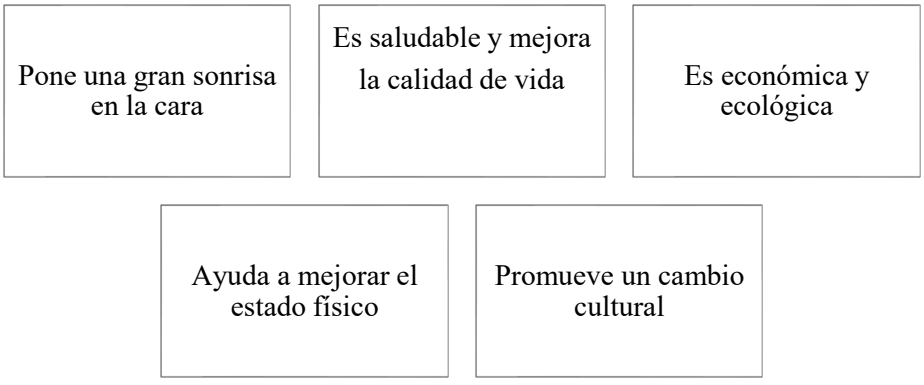
Figura 12. Ciclovía

Fuente: Google Imágenes (2024)

3.6.1. Objetivo de la Ciclovía

Crear una mejor organización y estudio vial para los beneficiarios, asimismo intenta avivar el uso de la bicicleta como un transporte sano y amigable con el medio ambiente. Por un lado, fortifica a la persona, la cual está haciendo ejercicio bastante completo. Además, es uno de los pocos medios que no contamina el espacio o zona ambiental donde se desempaña la actividad. (Yerena, 2024)

Figura 13. Beneficios de la bicicleta y la importancia de adecuar vías para su uso masivo



Fuente: Yerena (2024)

3.6.2. Identificación de una ciclovía

Para Arévalo (2020) una ciclovía esa desarrollada con base a lineamientos. Entre ellas están:

- Infraestructura preferencial y técnica para ciclistas
- Debe estar delineada y apartada realmente del tránsito vehicular
- Su tráfico debe ir conforme al sentido de los autos
- Elementos que sujeta al ciclistas y automovilistas por la noche
- Zonas de avenencia con peatones

3.6.3. Tipos de infraestructuras ciclísticas

Según la norma Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN 004-6 (2013) existen varios tipos de infraestructuras ciclísticas, por lo que hay que conocer el tipo de bicicleta para poder determinar el espacio necesario y tipo de infraestructura, como son las siguientes:

Tabla 1

Tipos de infraestructuras ciclísticas

Carril bicicleta	Es exclusivo para bicicletas y cuenta con compendios adyacentes (separativos) que aseguran un área dedicada únicamente para el tráfico de bicicletas en el camino.
Carril compartido	Se utiliza tanto por vehículos motorizados como no motorizados.
Ciclovía	Una infraestructura vial específicamente diseñada para la circulación de bicicletas que está físicamente apartada tanto del tráfico mecanizado como del peatonal.

Ciclovía en espaldón	Se trata de un carril adecuado al espaldón de las carreteras, tener bandas sonoras laterales.
Ciclovía segregada	Una ciclovía trazada adentro del derecho de vía.

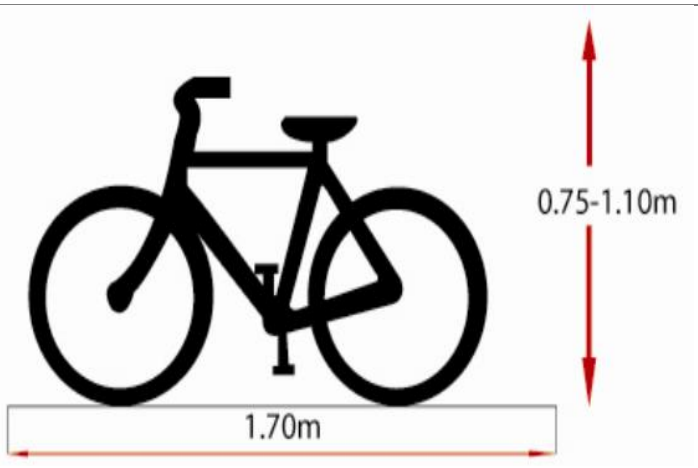
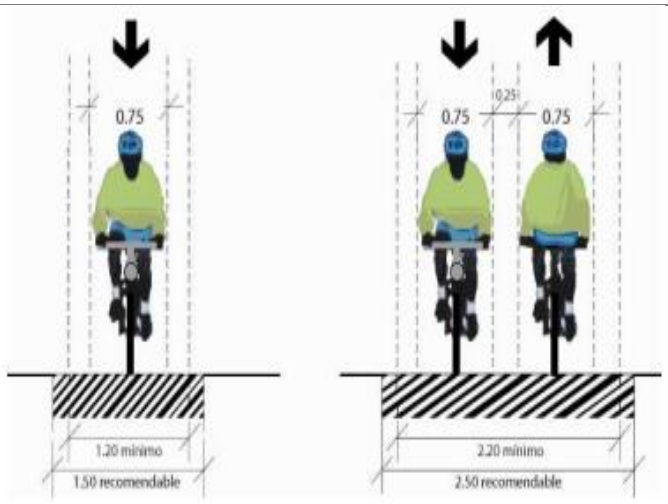
Fuente: INEN 004-6 (2013)

3.6.4. Dimensiones básicas del conjunto bicicleta-ciclista y de los distintos tipos de infraestructura ciclista

Tabla 2

Dimensiones básicas del conjunto bicicleta-ciclista

Características de la vía para señalizar carriles Bicicleta	• En zona urbana • Velocidad máxima: 50 km/h • Ancho del carril: 1,20 m	
Características de la vía para señalizar vías compartidas	Opción 1: • Velocidad máxima (limite): 30 km/h • Ancho del carril: hasta 3 metros • Marcas de pavimento: se colocarán en el centro del carril	Opción 2: • Velocidad máxima (limite): 50 km/h • Ancho de carril: mayor a 3 metros • Marcas de hormigón: se colocarán a lado derecho del carril
Características de la vía para señalizar ciclovías en espaldón	• Velocidad máxima: 90 km/h • Ancho de espaldón: 1,20 m (ideal 1,50 m)	
Características de la vía para señalizar ciclovías segregadas	• Señalizar ciclovías • Estudio de tráfico	

Tamaño	
Dimensiones	
Espacio de resguardo	Cuando una vía ciclista cuenta con bordillos que superan los 50 mm de altura, es esencial ampliar su sección en 200 mm adicionales a cada lado Para dificultades intermitentes como elementos urbano y árboles, considernaod tabien a los muros, debe haber una separación mínima de 400 mm desde la superficie de rodadura.

Fuente: INEN 004-6 (2013)

3.1. Metodología de la velocidad del percentil 85

Un elemento decisivo en el valor de los términos de velocidad es el percentil 85 de la velocidad predominante. Este conocimiento se centra en la mirada hacia el comportamiento natural de los conductores y su propensión a llevar a una velocidad que reflexionan indudable y cómoda, aparte del límite de velocidad determinado. La teoría detrás del percentil 85 es que el 85% de los conductores manejan a una velocidad que piensan es prudente y segura, mientras que el 15% restante van a alta velocidad en la carretera. (Legal, 2020)

Para establecer el percentil 85, los técnicos del tráfico ejecutan estudios de velocidad en las vías en cuestión, poniendo las velocidades a las que llevan los vehículos en contextos estándar. Estos datos se examinan para igualar la velocidad a la que el 85% de los vehículos circulan a o por debajo de esa velocidad (Yulius, 2024). Esta cifra se maneja como base para instituir el límite de velocidad, ya que se reflexiona que irradia la velocidad a la que los conductores consiguen viajar de modo seguro.

4. Marco metodológico

4.1. Metodología

La metodología iRAP integra seis etapas, siendo las siguientes:

1) Inspeccionar

Esta etapa implica la recopilación de datos visuales de la carretera utilizando tecnología avanzada, como videos o fotografías. Esto permite obtener una visión detallada de las condiciones de la carretera, incluyendo elementos como el pavimento, la señalización, la geometría de la carretera y las características del entorno.

2) Valorar

Durante esta fase, los inspectores registran los atributos identificados en la inspección para generar un inventario detallado de la carretera. Esto puede incluir información sobre la calidad del pavimento, la presencia de intersecciones peligrosas, la visibilidad de las señales y otras características relevantes para la seguridad vial.

3) Generar

En esta etapa, la información recopilada se analiza para identificar áreas de riesgo y se generan opciones para mejorar la seguridad en cada punto de la carretera. Esto puede implicar la identificación de medidas de mitigación específicas, como la instalación de barreras de seguridad, mejoras en la señalización o cambios en el diseño de la carretera.

4) Tasar

Una vez que se han identificado las opciones para mejorar la seguridad vial, se recomiendan programas con alto rendimiento que se consideren más efectivos para abordar los riesgos identificados en la evaluación. Estos programas pueden incluir una combinación de medidas de ingeniería, educación y aplicación de la ley para abordar los problemas de seguridad de manera integral.

5) Diseño

Se desarrolla un diseño detallado de los proyectos de mejora de la seguridad vial basado en las recomendaciones generadas durante la evaluación. Esto incluye la preparación de planos y especificaciones para la implementación de medidas de seguridad en la carretera.

6) Construir

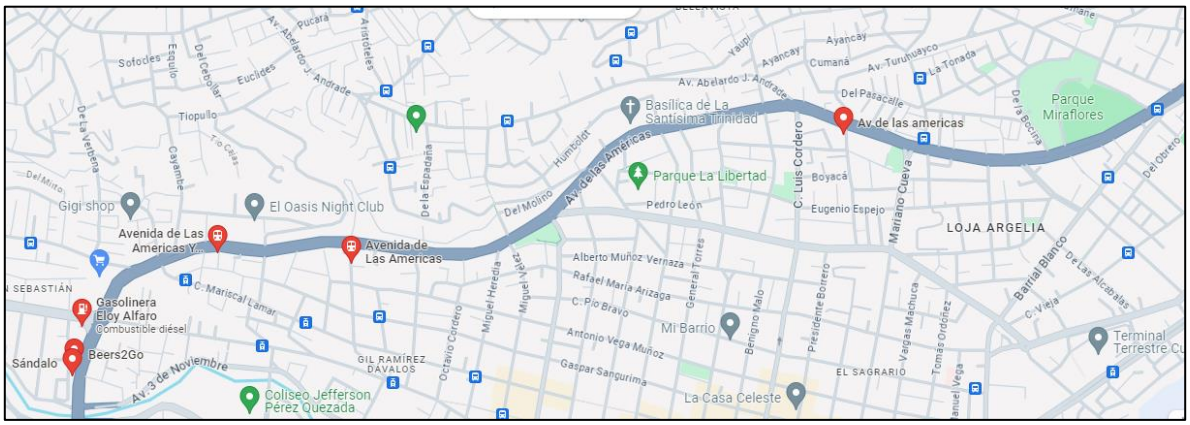
Finalmente, se implementan las mejoras de seguridad recomendadas durante la fase de construcción. Esto implica la ejecución física de las medidas de seguridad planificadas, como la instalación de nuevas señales de tráfico, la mejora de la visibilidad en intersecciones o la construcción de pasos de peatones seguros.

Estas etapas forman un proceso integral para evaluar, identificar y abordar los riesgos de seguridad vial en las carreteras, con el objetivo final de mejorar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes.

4.2. Área de estudio

La ubicación de estudio fue en el tramo de la Av. de las Américas comprendido entre el redondel Simón Bolívar y el parque Miraflores, esta sección es importante de la red vial de la ciudad, porque se encuentra en una zona urbana densamente poblada y con una alta actividad comercial y residencial.

Figura 14. Área de estudio



Fuente: Google Maps (2024)

En términos de infraestructura vial, esta sección de la Av. de las Américas tiene múltiples carriles, con intersecciones y cruces peatonales importantes. El diseño geométrico de la carretera incluye curvas suaves y pendientes graduales para facilitar el flujo del tráfico vehicular y garantizar la seguridad de los usuarios.

Debido a su ubicación céntrica, esta área experimenta un alto volumen de tráfico durante todo el día, con una combinación de vehículos privados, transporte público y peatones. Esto genera congestión vehicular en horas pico y aumenta el riesgo de siniestros de tráfico, especialmente en intersecciones y zonas de cruce peatonal.

4.3.Recolección de información

Se realizó un relevamiento de campo detallado, donde se registraron datos sobre la infraestructura vial, incluyendo la geometría de la carretera, señalización vial, presencia de intersecciones, pasos peatonales y cualquier otro elemento relevante.

Este levamiento se efectuó mediante inspecciones visuales in situ, complementadas con el uso de tecnología avanzada como es el Software ViDA. Esta plataforma se enlaza a la seguridad vial en línea iRAP. A su vez, otras de las tecnologías que se utilizó fueron cámaras de fotos en función de los tramos trazados, a más de una cinta de medir y flexómetro.

Además, se recopiló información sobre el comportamiento del tráfico en el área de estudio. Esto incluyó datos de velocidad, flujos vehiculares y patrones de uso de la vía, esta información fue fundamentada para comprender los riesgos potenciales de seguridad vial en la Avenida de las Américas y para identificar áreas prioritarias de intervención mediante la metodología IRAP.

4.4.Fases del proyecto de evaluación de carreteras de iRAP

4.4.1. Recolección de datos en campo

El uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y fotografías proporcionaron coordenadas precisas de la ubicación de la avenida, lo que permitió registrar de manera efectiva la geometría de la vía, incluyendo curvas, intersecciones y otros elementos clave. Además, la captura de fotografías permitió obtener imágenes detalladas de la infraestructura vial y su entorno circundante. Estos datos visuales fueron primordiales para evaluar la presencia y la calidad de la señalización vial, la existencia de barreras de seguridad, la visibilidad de los peatones y otros elementos que pueden influir en la seguridad vial.

4.4.2. Procesamiento de la información recopilada

Se analizó de manera sistemática y eficiente los datos recolectados, incluyendo imágenes, videos y datos GPS, para identificar patrones y características clave de la infraestructura vial. Se clasificó elementos, como señalización, iluminación, pavimento y geometría, según criterios de seguridad establecidos. Además, el software ViDA permitió generar informes detallados y visualizaciones gráficas que facilitan la interpretación de los resultados y la identificación de áreas prioritarias de intervención.

4.4.3. Codificación de los atributos que inciden en la seguridad vial

Se asignaron valores y categorías a diferentes elementos de la infraestructura vial, como la calidad del pavimento, presencia de barreras de seguridad, visibilidad de la señalización y geometría de la carretera. Estos atributos se codificaron según criterios específicos de seguridad, que pueden variar en función de la metodología utilizada y las condiciones locales. La codificación precisa de estos atributos permitió identificar áreas de riesgo y evaluar la seguridad general de la carretera, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones en la implementación de medidas de mejora.

4.4.4. Clasificación por estrellas

Se asignó a cada tramo de carretera una determinada cantidad de estrellas, que van desde una estrella (indicando una carretera menos segura) hasta cinco estrellas (indicando una carretera altamente segura). Esta calificación se basó en el análisis de diversos atributos de seguridad vial, como la calidad del pavimento, presencia de barreras de protección, visibilidad de la señalización y geometría de la carretera.

4.5. Uso del software ViDA

Se ofreció una solución integral que contribuyó a la gestión eficiente de la información recolectada durante las evaluaciones de seguridad vial. Esto, permitió a los usuarios acceder fácilmente a la información recopilada, generar informes detallados y realizar análisis comparativos entre diferentes tramos de carretera o incluso entre regiones o países. Este software ayudó a exponer la clasificación por estrellas.

El proyecto se dividió en tres etapas la cuales son: 1) se investigó la metodología iRAP, 2) se recopiló información del tramo de la vía y 3) se analizó los datos en el software ViDA.

4.5.1. Investigación de la metodología iRAP

En la primera etapa se realizó, la respectiva investigación en base al tema de estudio con el objetivo de saber lo que se iba a realizar, por este motivo se investigó toda la metodología iRAP. Seguido se conoció los atributos que contiene la metodología, con la finalidad identificar las variables que se necesita establecer, como son la metodología de recolección de información, así como el procesamiento de datos.

Con respecto a la metodología iRAP se encontraron fichas técnicas, las cuales son hojas de datos que presentan los fundamentos técnicos de la metodología, los tipos de accidentes, ecuaciones de puntuación, calibración de modelos y estimaciones de costos y beneficios económicos. Asimismo, las hojas informativas que describen los factores de riesgos de los atributos.

Por último, se revisaron revistas, periódicos, sitios web, artículos, de igual forma se analizó el manual de codificación para la clasificación por estrellas, en donde se describe todos los atributos que deben incluirse en la metodología para poder realizar dicha clasificación con el fin de tener una investigación con información confiable y actualizada.

4.5.2. Recopilación de información para el software ViDA

En esta etapa se realizó recorridos a pie, para evaluar el estado de la vía, así como un recorrido para la toma de fotografías según la distancia dictada por la metodología, aquí se tuvo presente los atributos como las velocidades, el flujo de peatones, ciclistas, dimensiones de la vía, etc. La metodología iRAP dictamina que la distancia entre tramos sea de 100 metros, por este motivo se efectuó en dos partes las inspecciones.

Por una parte, se recolectó imágenes del tramo a estudiar, información de la ubicación para el cual se empleó el GPS y también la información de la distancia. Seguido, se hizo el registro de las categorías de los atributos usando imágenes. Se contó con un total de 78 atributos viales, de estos 52 atributos son los que se pudo obtener de las imágenes recolectadas durante la inspección de la vía.

- **Primer recorrido para el análisis del tramo de estudio.**

Como primer paso se realizó un recorrido a pie en todo el tramo de estudio, en el mes de mayo, en horas de la mañana, el cual fue necesario para el análisis y entender mejor la situación del tramo. En este recorrido lo que se identificó fue:

a) Localización de la señalización, estado del pavimento
b) La necesidad de implementar una ciclovía

c) El estado de la vereda para la circulación de los peatones

d) La falta de control por la invasión de veredas por parte de los vehículos

e) La necesidad de implementar señalización para bajar la velocidad gradualmente

f) Propuesta de colocar en el piso los límites de velocidad

Al ser un recorrido siempre y a manera de entender se empleó únicamente un cuaderno, en el que se apuntaba las observaciones que se veían.

Figura 15. Inspección en intersección Mariscal Lamar y Avenida de las Américas

Fuente: Elaboración propia (2024)

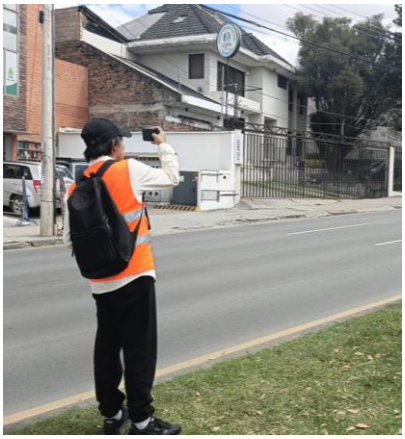
- **Segundo recorrido para el análisis del tramo de estudio**

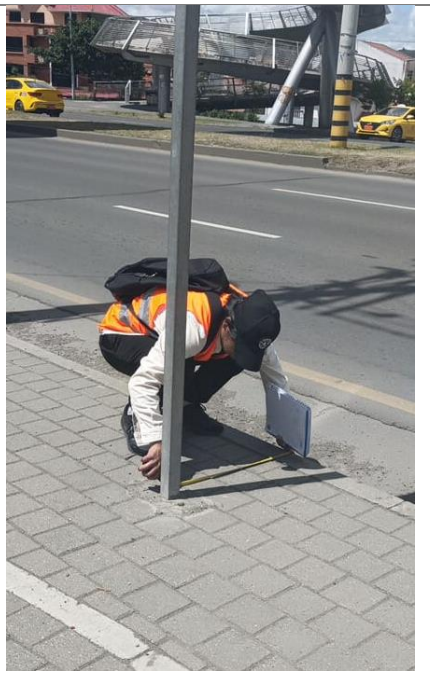
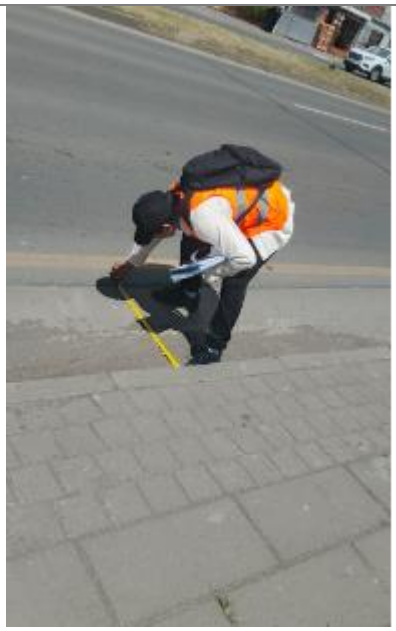
El segundo recorrido se realizó en el mes de junio de 2024, para poder recopilar la información necesaria que usó el software ViDA. Al igual que el primer recorrido este también fue a pie, pero con diferentes actividades las cuales fueron:

Tabla 3

Actividades en el segundo tramo

Actividad	Proceso	Evidencia
Fragmentar el tramo de estudio cada 100 metros	Para la división por fragmentos de 100 metros se realizó un trazado del tramo en la aplicación Google Earth, el cual permitió tener una idea de cómo se dividió los tramos. También se realizó las divisiones en campo con la cinta, donde se obtuvo más tramos de los que se esperaba previamente. Debido a que la cinta no alcanzaba los 100 metros se tuvo que dividir en dos segmentos de 50 metros cada uno, con el objetivo de cumplir con las especificaciones de la metodología iRAP.	

Realizar fotografías en cada segmento de 100 metros	La metodología iRAP, establece la necesidad de la recolección de fotografías en cada tramo de 100 metros, con información de ubicación y distancia necesarias para realizar la codificación de los atributos en el software ViDA. Debido a que son necesarios estos requerimientos para el análisis de la vía de estudio (Av. De las Américas, tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar hasta el parque Miraflores). Se tomó las fotografías con un celular de marca Samsung A52, en la cual previamente se hizo la instalación de una aplicación descargada gratuitamente de Google Play (Timestamp Camera), para el empleo de esta aplicación se tuvo que activar el GPS del dispositivo celular y configura la aplicación con las opciones necesarias para la obtención de la información. Seguido se tomó las fotografías en cada tramo de 100 metros, se eligió un ángulo que permitió una buena visibilidad de lo información necesaria para el análisis. Al ser una vía amplia de 3 carilles y 4 en algunos tramos se tuvo que realizar en algunos tramos más de una fotografía pues que no se tenía buenos ángulos, esto con el objetivo de tener la información precisa para el análisis en el software.	 

Extraer las medidas de la infraestructura de la vía	La metodología iRAP en ciertos atributos, requieren de las medias de la infraestructura de la vía a analizar, por este motivo se tomó medidas generales que abarcan todo el tramo analizado, para esto se hizo el empleo de un flexómetro de 7 metros. Los datos que se tomaron fueron distancia de la berma, distancia de verada a poste, distancia vereda a señalización de tráfico, distancia de arbola vereda, distancia vereda a poste de luz, distancia de pereda a casa la cual es la acera, distancia de carriles y se contó el número de carriles por sentido. Para el ancho de partere se midió tramo a tramo, puesto que en algunas intersecciones aumentado el número de carriles de 3 a 4 y por lo tanto el parterre se reducía.	
Anotar atributos de la vía en cada tramo de 100 metros	Como establece la metodología iRAP, una vez terminada la parte de las fotografías en todos los tramos divididos y haber sacado las medidas necesarias, en un cuaderno se anotó ciertos parámetros que se encuentran en cada tramo dividido como los son: si el tramo es recta o curva, las intersecciones, los cruces, si existe presencia de estacionamientos, el uso del suelo que se hace en cada tramo. Estos datos se anotaron para los dos sentidos de la vía para que a la hora de ingresar los datos en el software ViDA sea relativamente más fácil.	

Fuente: Elaboración propia (2024)

4.5.3. Conteo del flujo peatonal, motorizados y ciclistas

La metodología iRAP, es necesaria para el conteo de peatones, motorizados y ciclistas. Por ende, se escogió como lugar de conteo la zona de la universidad Católica de Cuenca, debido a que al ser una institución de educación superior presente bastante flujo, siendo apta para el conteo el horario de conteo fue 17:30 a 18:30, puesto que es un horario pico en este sector. En este sentido, en el conteo no se empleó de ninguna herramienta tecnológica.

Figura 16. Realización de conteo en el sector Universidad Católica

Fuente: Elaboración propia (2024)

El conteo se realizó en base a lo que la metodología iRAP, se efectuó tres conteos diferentes; para el lado del conductor, para el lado copiloto y los que cruzan la vía. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Figura 17. Resultados del conteo realizado sector Universidad Católica

Lado del conductor					
Motocicletas		Bicicletas		Peatones	
132	Usuarios	8	Usuarios	480	peatones
Lado del copiloto					
Motocicletas		Bicicletas		Peatones	
115	Usuarios	10	Usuarios	317	peatones
Cruzan					
Motocicletas		Bicicletas		Peatones	
45	Usuarios	3	Usuarios	685	peatones

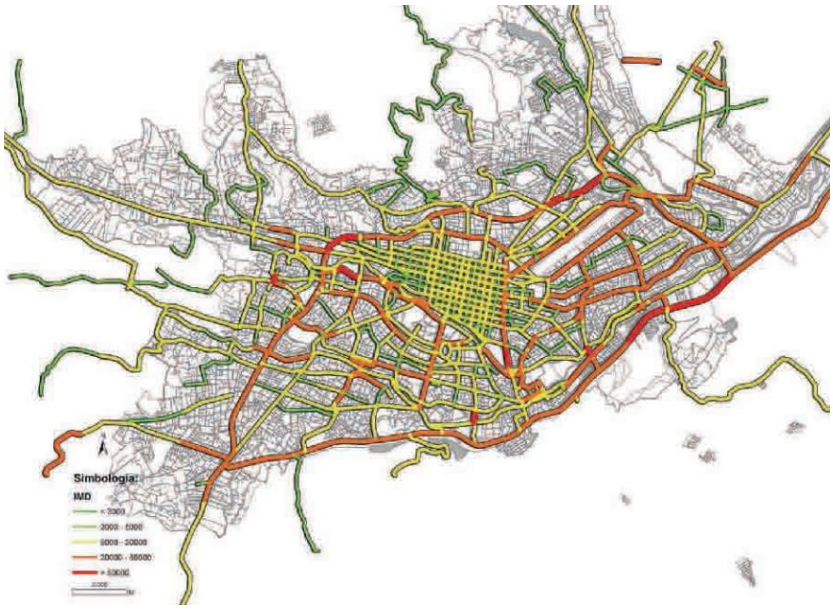
Fuente: Elaboración propia (2024)

4.5.4. Cálculos de intensidad, pendiente, radios y velocidad

- **Cálculo de intensidad de flujo**

Para el cálculo de la intensidad de flujo, se le tomo del plan de movilidad y espacios públicos de Cuenca del tomo 1, 2015. Para poder escoger la intensidad se analizó el mapa de IMD (Intensidad Media Diaria). En este mapa se observa que la intensidad de flujo en la mayor parte de nuestro tramo a analizar esta comprendido según la leyenda de 20000 a 50000 (veh.eq. /día).

Figura 18. Mapa de Intensidad Media Diaria en la ciudad de Cuenca

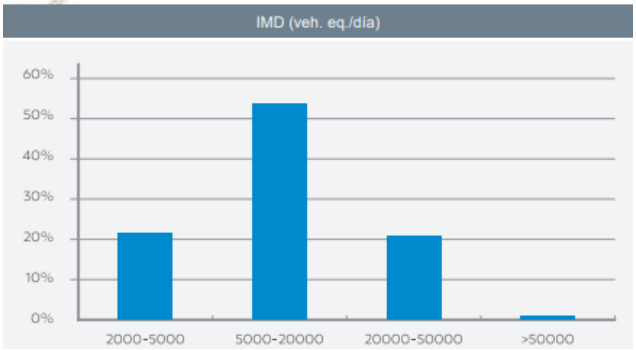


Fuente: Municipalidad de Cuenca (2015)

Una vez analizado el mapa de IMD (Intensidad Media Diaria) se desarrolló el análisis del cuadro IMD, donde se tomó el valor más crítico del tramo de estudio de 50000 (veh.eq. /día).

Figura 19. Tabla y gráfico con detalle de la IMD de Cuenca

IMD (veh. eq./día)	Longitud Vario Analizado (km)	%
2000 - 5000	74,770	22%
5000 - 20000	184,879	55%
20000 - 50000	69,641	21%
>50000	5,999	2%
TOTAL	**335,289**	**100,00%**

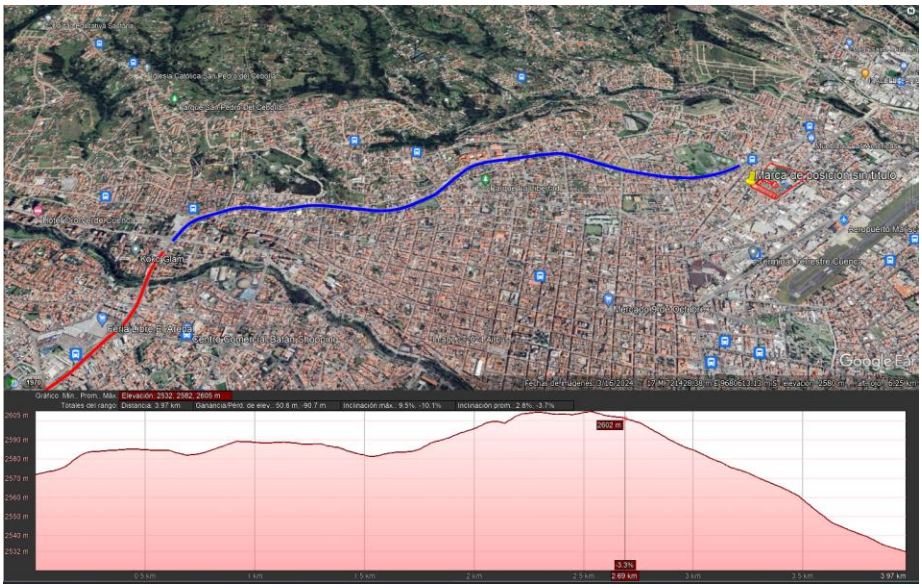


Fuente: Municipalidad de Cuenca (2015)

- **Cálculo de la pendiente**

Se utilizó el programa Google Earth Pro para generar el cálculo, es así como se trazó la ruta Simón Bolívar al Parque Miraflores. El programa cuenta con una herramienta que permitió la visualización del perfil de la ruta y la pendiente promedio del tramo la cual es de 2.8%, dato que se utilizó para la metodología iRAP.

Figura 20. Trazado de la ruta y obtención de pendientes

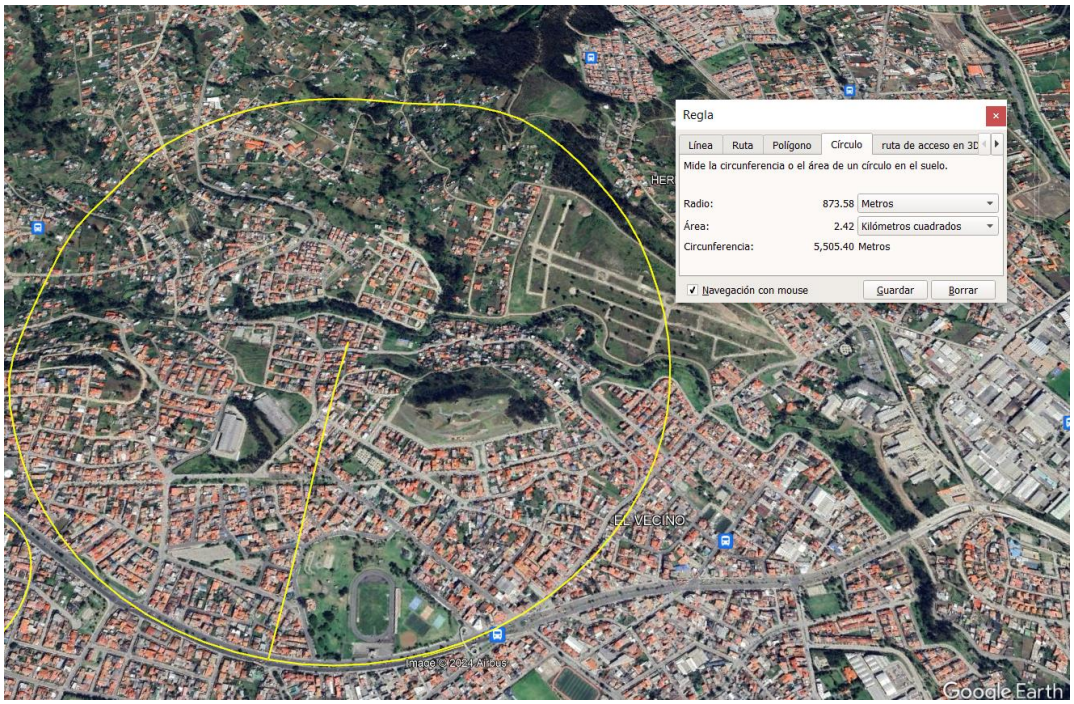


Fuente: Google Earth Pro (2024)

- **Cálculo de los radios**

En este cálculo se empleó el programa Google Earth Pro, puesto que cuenta con una herramienta que permitió realizar estos cálculos que fueron necesarios debido a que es uno de los atributos en el software ViDA, por eso previamente se apuntó los tramos que son curvas o rectas ya que de esta forma se logró obtener los radios en los tramos que presentan curvas. Para ello se sacó 9 curvas que cubre la totalidad del tramo.

Figura 21. Trazado de Curvas sector parque Miraflores



Fuente: Google Earth Pro (2024)

- **Cálculo de la velocidad de operación y la máxima permitida.**

Para la realización del cálculo de la velocidad de operación, se empleó una cinta de medir de 60 metros, con la cual se tomó una medida de 50 metros, el cual fue transformado a Km para los cálculos, esto permitió obtener dos puntos de referencia para obtener los datos. También para la toma de los tiempos se empleó un dispositivo celular con un cronometro para obtener los tiempos en segundos, de igual forma se transformó a horas.

Seguido, para el análisis se utilizó un total de 100 vehículos de muestreo. Este proceso se realizó en la zona del parque Miraflores, debido a que es una zona que no cuenta con semaforización ni paso peatonal, lo que no impide que los vehículos redujeran su velocidad. La hora en que se tomó las muestras fue las 17:00 pm fuera de la hora pico, el flujo fue relativamente bajo lo que permitió que la velocidad de los vehículos no se viera afectada.

Figura 22. Toma de tiempos de los vehículos en el sector parque Miraflores

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tras haber obtenido las 100 muestras de los vehículos, se realizó los cálculos empleando la ecuación del tiempo que es:

$$T = \frac{D}{V}$$

Pero como se requiere la velocidad se despejó la anterior ecuación en la siguiente:

$$V = \frac{D}{T}$$

Donde

V: Velocidad (Km/h)

T: Tiempo (h)

D: Distancia (Km)

Posterior a esto, se desarrolló el cálculo en base al percentil 85 con la utilización del programa Excel, donde se ordenó los valores de las velocidades de menor a mayor y con la función =percentil.exc. Calculando la velocidad real, pero para el presente análisis se redondeó al número mayor este cálculo. Según el percentil 85, la velocidad obtenida fue a la que circula el 85% de los vehículos y solo un 15% circulan a la velocidad máxima o menor a esa.

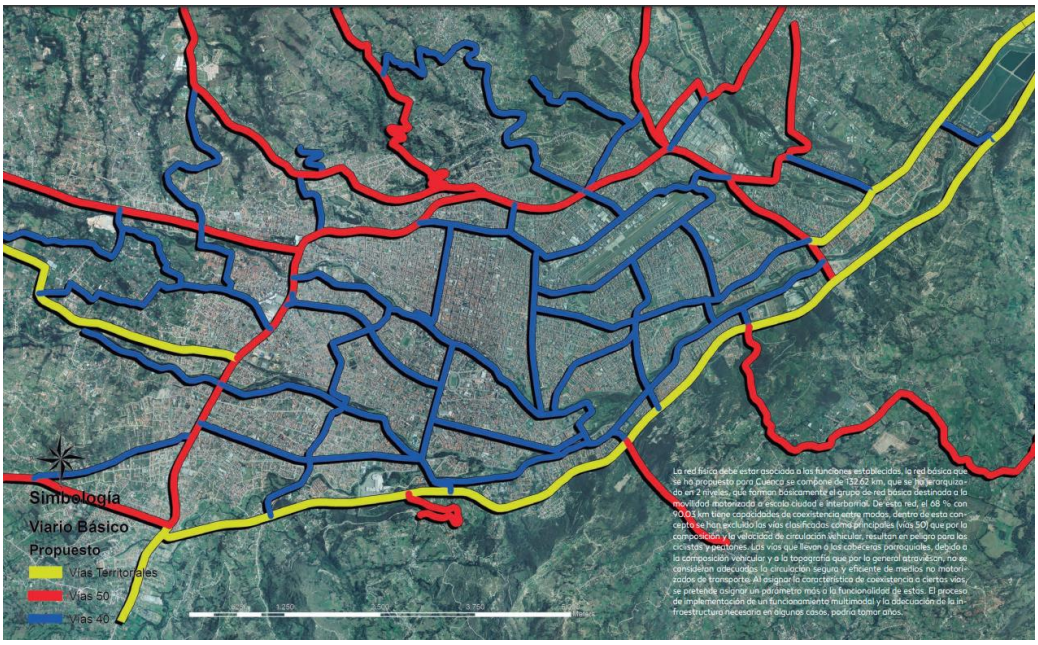
Figura 23. Resultado del cálculo de velocidad con el percentil 85

Cálculo de percentil 85 Km/h	
Real	Redondeado
56.55	60

Fuente: Elaboración propia (2024)

Para poder sacar la velocidad máxima permitida del tramo, se planteó una identificación a través del Plan De Movilidad Y Espacios Públicos Cuenca del tomo 2 de la Municipalidad de Cuenca (2015).

Figura 24. Mapa de distribución de las vías temporales, 50 y 40 en Cuenca



Fuente: Municipalidad de Cuenca (2015)

Como se observa en la Figura, toda la vía de la Av. de las Américas se encuentra clasificada dentro de una vía 50. Una vez identificado el tipo de vía se pasó a ver la velocidad máxima a la que está permitiendo la circulación de vehículos en todo el tramo. Evidenciando así que las vías 50 tienen como velocidad máxima permitida los 50 km/h.

Figura 25. Características generales de las vías 50

Vías 50
Velocidad máxima permitida 50 km/h
Intensidades < 800 veh/h/c
4 carriles, dos por sentido
Ancho de carril 3.50 m
Plataformas de acera con un mínimo de 2,00 m libres
Distribución modal motorizado/no motorizado: 80 % / 20 %
Posibilidad de infraestructura propia para ciclistas
Posibilidad de integración de plataformas propias para el transporte pública
Estructura semafórica prioritaria

Fuente: Municipalidad de Cuenca (2015)

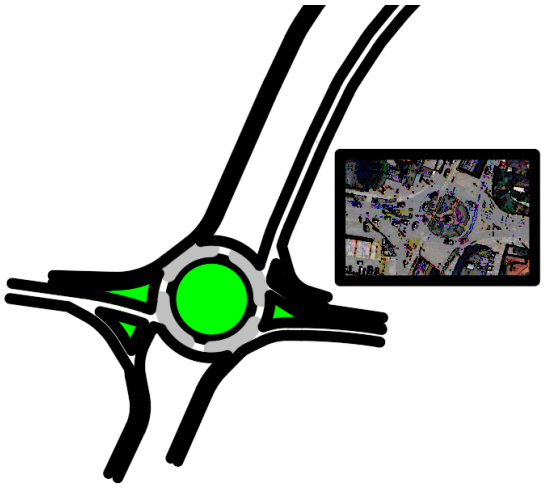
4.5.5. Diseño geométrico de la ciclovía y redondel

En el diseño de la ciclovía se empleó el programa Civil 3D, donde se dibujó el eje de todo el tramo de estudio, mismo que facilitó la delimitación de la ciclovía. La ciclovía fue diseñada desde el tramo 4 al tramo 40, empezando en el parque Miraflores y terminado en la parda del tranvía Parque Molinero, se diseñó en su totalidad por las aceras que tenían hasta 4 metros.

También se realizó algunos cambios de acera como en el caso del primer semáforo que se pasó de la acera derecha a la izquierda, otro cambio de acera se realizó a la altura del puente peatonal de la Universidad Católica, esta de acera izquierda a derecha, debido a que una propiedad se encuentra en gran parte de la acera, el último cambio de acera que se realizó fue a la altura del Parque de las Américas, aquí se volvió a la acera izquierda permaneciendo en esta acera hasta el fin del tramo 40.

En cuanto al redondel Simón Bolívar, lo que se llevó a cabo fue una réplica del redondel para realizar este proceso se empleó nuevamente el programa Civil 3D. Por ende, se utilizó las medidas ya existentes con los mismos números de entradas y salidas que cuenta el redondel actualmente, que son cuatro entradas y cuatro salidas, además de la presencia del carril del tranvía. Este redondel se encuentra en un intercambiador, por lo que no se pueden realizar grandes cambios en su estructura.

Figura 26. Diseño redondel Simón Bolívar esquemático



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.5.6. Análisis de los datos en el software ViDA

Una vez obtenido los datos necesarios para los atributos del software ViDA, se ingresaron al software, para efectuar el análisis concerniente, a fin de obtener resultado de la calificación por estrellas, la cual fue necesaria para realizar las respectivas contramedidas.

Figura 27. Bandas de la clasificación por estrellas

Clasificación por estrellas	Puntaje de la clasificación por estrellas				
	Ocupantes de vehículos y motociclistas	Ciclistas	Peatones		
			Total	A lo largo	Cruce
5	0 a < 2.5	0 a < 5	0 a < 5	0 a < 0.2	0 a < 4.8
4	2.5 a < 5	5 a < 10	5 a < 15	0.2 a < 1	4.8 a < 14
3	5 a < 12.5	10 a < 30	15 a < 40	1 a < 7.5	14 a < 32.5
2	12.5 a < 22.5	30 a < 60	40 a < 90	7.5 a < 15	32.5 a < 75
1	> 22.5	> 60	> 90	> 15	> 75

Fuente: Metodología iRAP (2020)

Asignada la clasificación por estrellas en cada sección de la carretera, el siguiente paso fue detectar los puntos críticos (tramos con valores de clasificación bajos) y se analizó para plantear medidas de mejoramiento (contramedidas) que incrementen la clasificación por estrellas obtenida inicialmente, lo cual, se traduce en una mejora en términos de seguridad para los usuarios.

El modelo iRAP presenta un total de 94 medidas de mejoramiento, existe al menos un resultado para cada medida de mejora. Esto se refiere al código del atributo vial que es aplicado en un segmento de 100 metros de la vía al aplicar la medida de mejora. (Metodología iRAP, 2020)

4.5.7. Procedimientos de datos

El uso del software ViDA, se realizó previo un registro donde se creó un usuario y contraseña. Una vez ingresado se observó que la metodología cuenta con seis atributos principales y a su vez estos contienen sub-atributos en el cual se ingresan los datos que se obtuvieron de cálculos y recorridos que se realizaron.

Figura 28. Ejemplo de la clasificación por estrellas en el tramo 22

Fuente: Software Vida iRAP (2020)

En consecuencia, el análisis se realizó en cada tramo, identificando la peor calificación o más deficientes, los cuales presentaron resultados por debajo de las tres estrellas, que significa una baja seguridad. Por el contario aquellos tramos con calificación de cuatro a cinco estrellas fueron eficientes, mientras que los de 3 estrellas fueron aceptables, pero esto no los excluyen de que se pueden mejorar con el fin de hacerlas más seguras. La metodología iRAP presenta contramedidas con el fin de mejor la calificación de los tramos de 1 a 3 estrellas para una mejor calificación.

5. Resultados

Una vez realizado la recopilación de datos, se pasó a la clasificación por estrellas en el software ViDA donde se obtuvo las diferentes calificaciones en cada uno de los 43 tramos analizados, seguidamente se pasó a realizar las contramedidas posibles, con la finalidad de subir la calificación que se obtuvo anteriormente puesto que se busca que los tramos sean más seguros para todos los usuarios, es decir; vehículos, motocicletas, ciclistas y peatones.

Cabe recalcar que los resultados obtenidos sin realizar antes de aplicar las contramedidas solo sirven para un periodo concreto debido a que, si se realiza un cambio en la infraestructura de la vía como la colocación de nueva señalización, postes de luz, arboles entre otros, la calificación ya realizada se vería afectada por lo que se tendría que realizar una nueva calificación. La calificación que se obtuvo en el análisis solo servirá para el periodo 2024-2025.

Para realizar el análisis se tuvo que realizar un cálculo de velocidad con el percentil 85, esto se realizó mediante la recopilación de 100 muestras en segundos que recorría un vehículo en 50 m de distancia.

Por último, en cuanto al diseño geométrico lo que se realizó fue una réplica del redondel Simón Bolívar en el programa de AutoCAD, con el objetivo de saber si cumplía o no con el radio mínimo para su correcto funcionamiento. Además, se diseñó el tramo por el que se podría implementar una ciclovía que es necesaria, puesto que en la actualidad no existe. El diseño de la ciclovía es también una contramedida que se aplicó para aumentar la calificación en torno a los ciclistas.

5.1. Resultados de analizar las condiciones de velocidad en el tramo Simón Bolívar y Parque Miraflores

Una de las causas de mayores siniestros en el tramo analizado es debido al exceso de velocidad a la que circulan los vehículos, por este motivo se realizó un análisis de velocidades con el objetivo de realizar propuestas que contribuyan a la reducción de las mismas, y de esta manera que se reduzcan los siniestros por esta causa.

- **Análisis de velocidades**

Para este análisis como ya se mencionó previamente se tomó 100 muestras en segundos en un tramo 50 m de distancia, cabe recalcar que la zona que se eligió, (parque Miraflores) para tomar las muestras es una zona libre de semáforos, cruces peatonales y no el horario en el que se tomó dichas muestras no era una hora pico. Esto hizo con el objetivo de que dichas condiciones no interfirieran en los resultados de las velocidades, para obtener una velocidad de circulación relativamente real.

En las siguientes ilustraciones se mostrarán los resultados que se obtuvieron para el tramo de análisis.

Figura 29. Velocidad máxima y mínima

Velocidad Máxima	Velocidad Mínima	Unidad de medida
70.04	30.51	Km/h

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se puede observar en la Figura 29 al realizar los cálculos se pudo determinar que hubo una velocidad que fue superior en 20 km/h a la permitida, y a su vez una mínima que fue por el contrario 20 km/h por debajo de la permitida.

Figura 30. Velocidad obtenida aplicando el percentil 85

Cálculo de percentil 85
Km/h

Real	Redondeado
56.55	60

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al realizar el cálculo con el percentil 85 se observa claramente que el 85% de los vehículos superan la velocidad máxima permitida que es de 50 km/h y tan solo un 15% respetan o van por debajo de la velocidad máxima permitida.

Una vez que se obtuvo los cálculos, se observa claramente que se deben proponer contramedidas con el objetivo de que los vehículos reduzcan las velocidades a las que circulan, y de esta manera también se verán reducidos el número de siniestros a causa de este suceso.

- **Contramedidas**

En cuanto a las contramedidas, una propuesta sería la poner mayor señalización vertical con advertencia de que la máxima permitida es 50 km/h, por otro lado, también se propone pintar los carriles con la velocidad permitida, esta sería una de las mejores opciones debido a que la gran mayoría de los conductores visualizarían este hecho, lo que tendría un significativo impacto en la reducción de la velocidad. Por último, también se propone la

colocación de radares en sectores con un flujo alto de peatones como es el caso del sector Universidad Católica de Cuenca.

5.2. Resultados de realizar la clasificación por estrellas a través de la metodología iRAP

Cuando se procesan los datos de cada uno de los tramos en el software ViDA se obtiene un puntaje con su respectiva calificación por estrellas para: los usuarios vehiculares, los motociclistas, los ciclistas y los peatones. Por esto al tener 4 usuarios y 43 tramos se obtuvo un puntaje total de 172 en todo el tramo realizado el análisis.

5.2.1 Resultados sin contramedidas

Para poder obtener el puntaje que el software ViDA, da en los atributos donde se presenta los datos que se obtuvieron previamente dentro del sistema, los recorridos realizados para el análisis, esto se realizó en cada uno de los 43 tramos que se obtuvo (Av. De las Américas, tramo comprendido entre el redondel Simón Bolívar y Parque Miraflores), divididos en secciones de 100 metros y para los cuatro tipos de usuarios, como establece la metodología iRAP.

A continuación, mediante datos y gráficos se detallará el análisis que se realizó para los 4 usuarios que evalúa la metodología iRAP, donde se muestra la calificación que se obtuvo para cada una de las 43 secciones del presente análisis.

En las figuras 31 y 32, se detallará la calificación por estrellas para los 4 usuarios que se analiza en cada sección.

Figura 31. Calificación por estrellas tramo (Redondel Simón Bolívar y parque Miraflores) (Sección 1 al 22)

#Sección	Calificación por Estrellas			
	Usuarios			
	Vehículos	Motocicletas	Ciclistas	Peatones
1	4	3	3	2
2	3	3	2	2
3	3	3	2	2
4	2	2	2	1
5	3	3	2	3
6	3	2	2	1
7	3	2	2	1
8	3	3	3	1
9	3	3	2	3
10	4	3	3	4
11	3	3	3	1
12	3	3	3	1
13	1	1	1	2
14	1	1	1	3
15	3	2	2	1
16	4	3	3	2
17	4	3	3	2
18	4	3	3	2
19	2	2	1	3
20	2	2	1	2
21	2	2	1	2
22	3	3	3	4

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 32. Calificación por estrellas tramo (Redondel Simón Bolívar y parque Miraflores) (Sección 23 al 43)

#Sección	Calificación por Estrellas Usuarios			
	Vehículos	Motocicletas	Ciclistas	Peatones
23	4	3	3	2
24	1	1	1	4
25	4	3	3	2
26	1	1	1	1
27	2	2	1	2
28	1	1	1	2
29	1	1	1	1
30	1	1	3	2
31	4	3	3	2
32	3	3	3	1
33	2	2	1	4
34	2	2	1	2
35	4	3	3	1
36	2	2	1	4
37	2	2	1	2
38	2	2	1	1
39	1	1	1	1
40	3	2	2	4
41	2	2	0	0
42	2	2	0	0
43	4	3	0	0

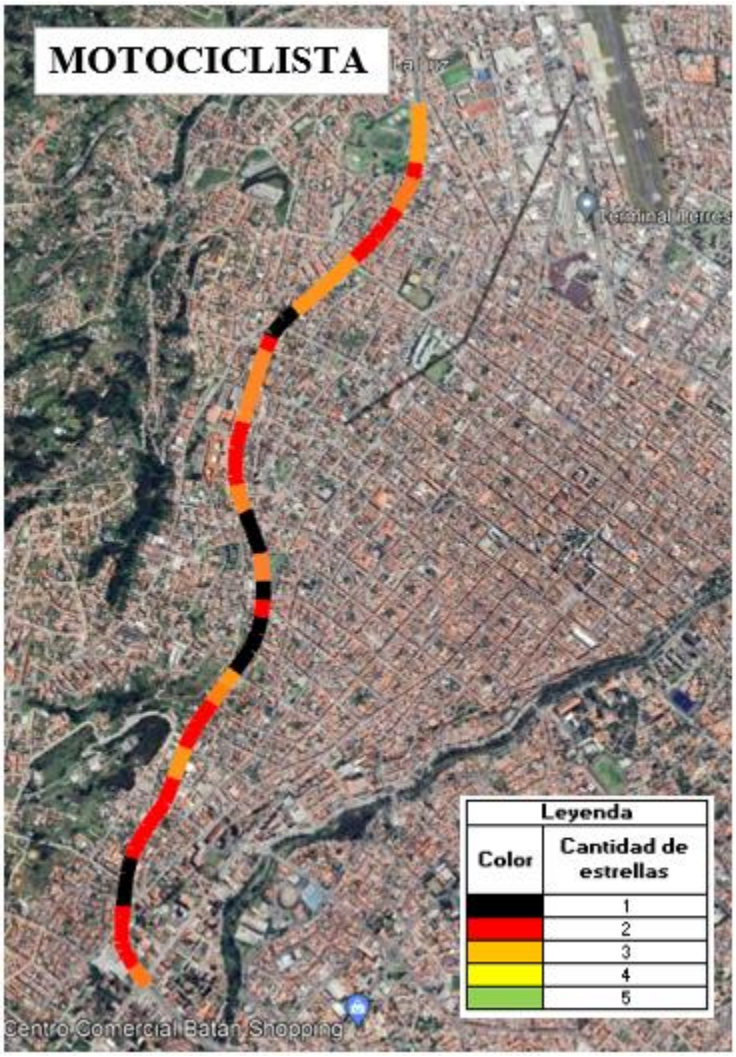
Fuente: Elaboración Propia (2024)

A continuación, para un mayor entendimiento se muestra una serie de mapas que contiene la clasificación por estrella de cada sección, para ocupante de vehículo, motociclista, ciclista y peatón.

Figura 33. Mapa de la clasificación por estrellas para ocupante de vehículo

Fuente: Google Earth Pro (2024)

Figura 34. Mapa de la clasificación por estrellas para motociclistas



Fuente: Google Earth Pro (2024)

Figura 35. Mapa de la clasificación por estrellas para ciclistas

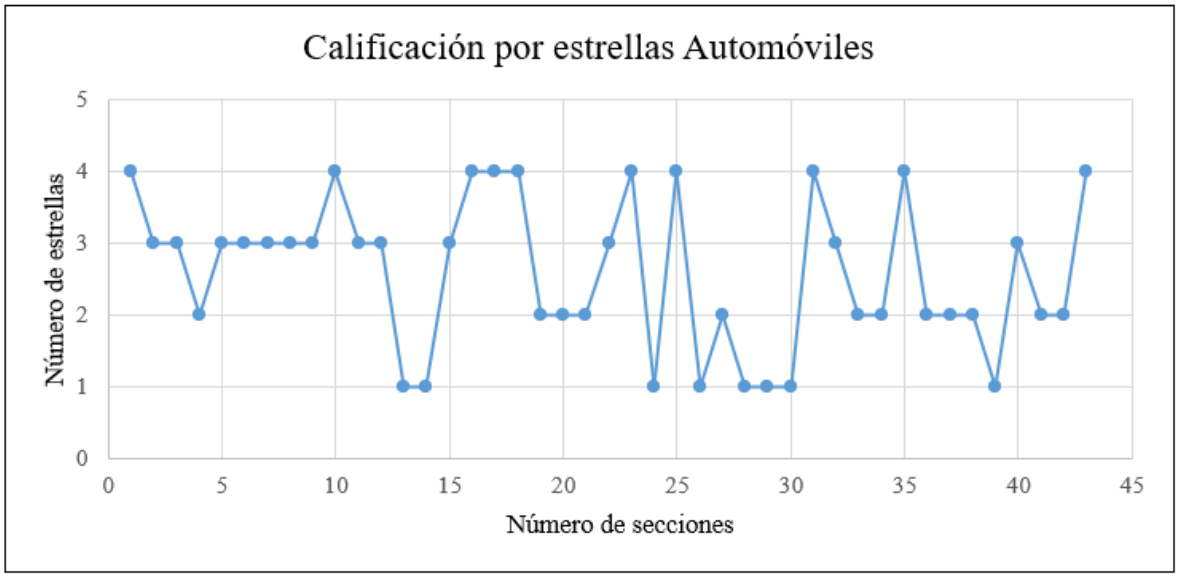
Fuente: Google Earth Pro (2024)

Figura 36. Mapa de la clasificación por estrellas para peatones

Fuente: Google Earth Pro (2024)

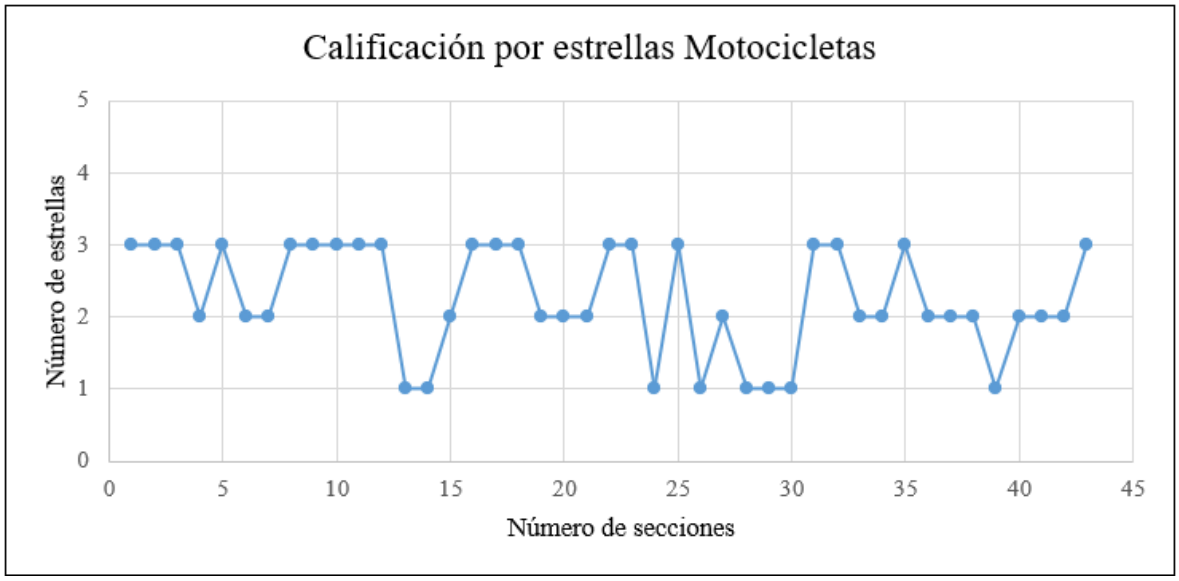
Una vez obtenido los datos anteriores, lo que se realizó fue la obtención de las gráficas de dispersión para los cuatro usuarios, para un mejor entendimiento.

Figura 37. Gráfico de calificación por estrellas Automóviles



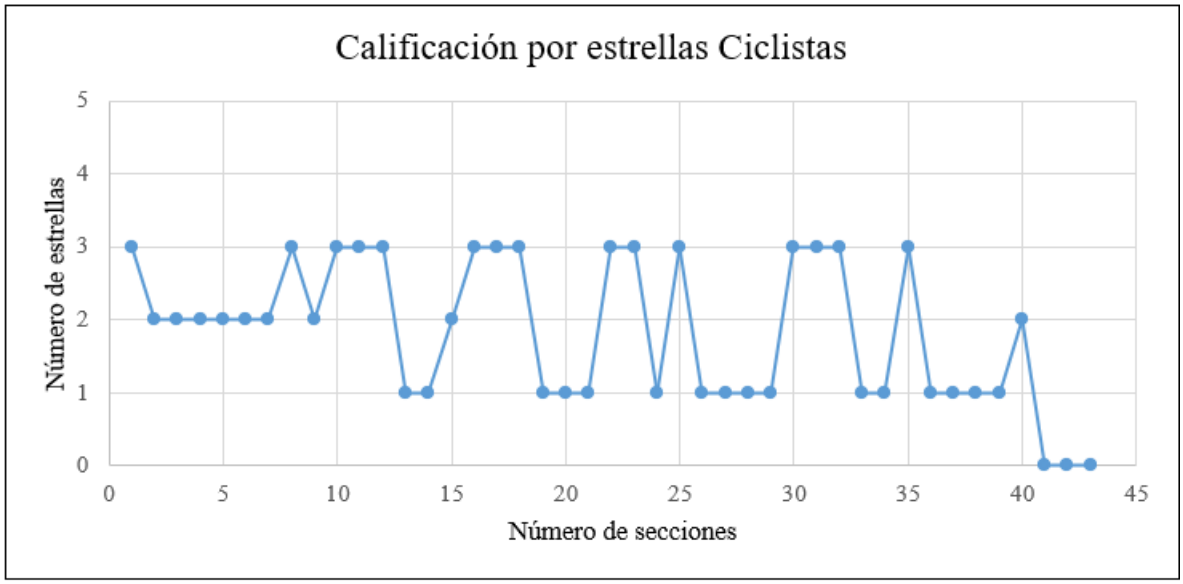
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 38. Gráfico de calificación por estrellas Motocicletas



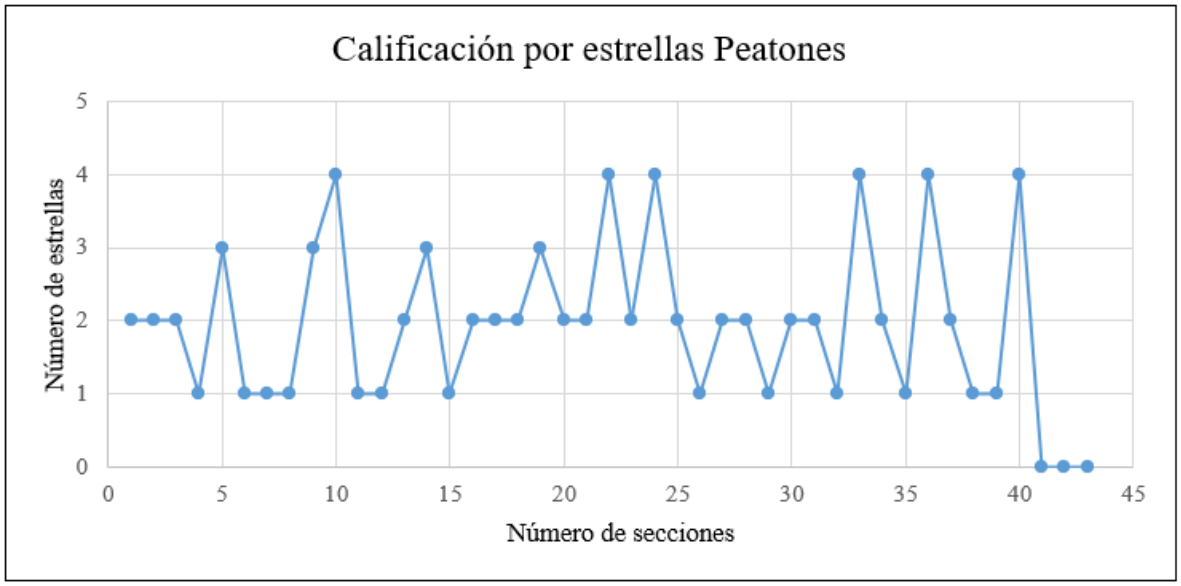
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 39. Gráfico de calificación por estrellas Ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 40. Gráfico de calificación por estrellas Peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Seguidamente se mostrará el nivel de seguridad que presenta todo el tramo para los cuatro usuarios, siendo; baja de 1 a 2 estrellas, media de 3 estrellas y alta de 4 a 5 estrellas.

- **Vehículos**

Figura 41. Secciones con clasificación de 4 estrellas vehículos

#	Sección	# Estrella
1	1	4
2	10	4
3	16	4
4	17	4
5	18	4
6	23	4
7	25	4
8	31	4
9	35	4
10	43	4

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 42. Secciones con clasificación de 3 estrellas vehículos

#	Sección	# Estrella
1	2	3
2	3	3
3	5	3
4	6	3
5	7	3
6	8	3
7	9	3
8	11	3
9	12	3
10	15	3
11	22	3
12	32	3
13	40	3

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 43. Secciones con clasificación de 2 estrellas vehículos

#	Sección	# Estrella
1	4	2
2	19	2
3	20	2
4	21	2
5	27	2
6	33	2
7	34	2
8	36	2
9	37	2
10	38	2
11	41	2
12	42	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 44. Secciones con clasificación de 1 estrella vehículos

#	Sección	# Estrella
1	13	1
2	14	1
3	24	1
4	26	1
5	28	1
6	29	1
7	30	1
8	39	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 45. Número de secciones y porcentajes para cada estrella vehículo

# Estrella	#Secciones	%
1	8	18.60
2	12	27.91
3	13	30.23
4	10	23.26
5	0	0
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

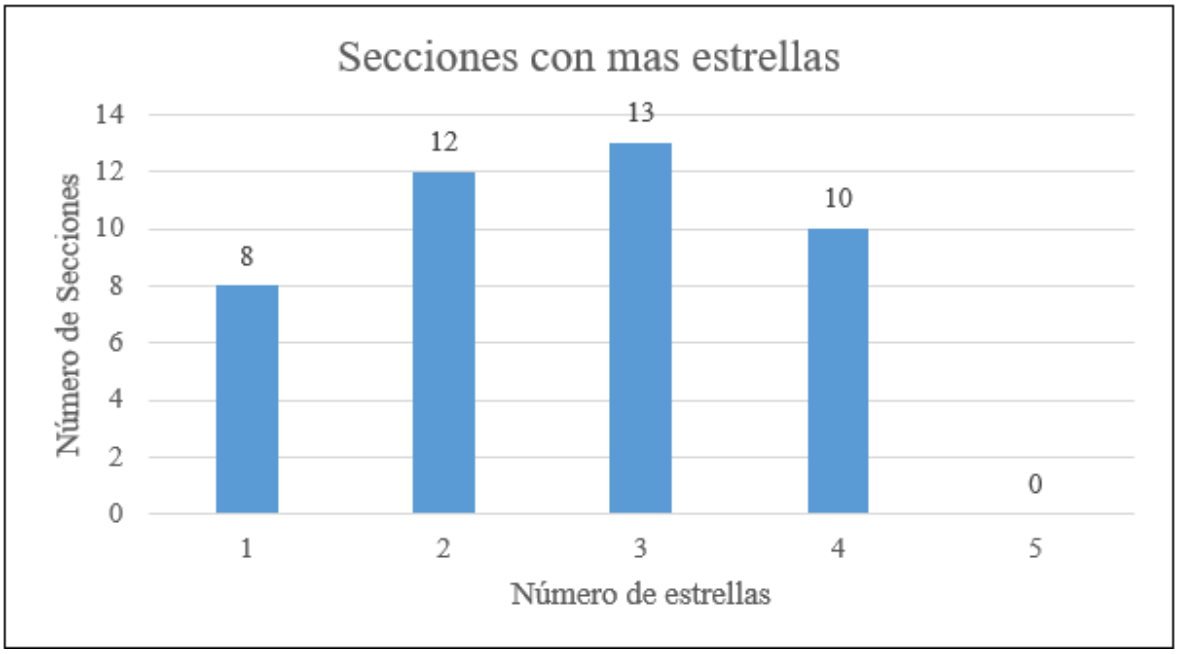
Como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para los vehículos se obtiene, 8 secciones con 1 estrella y 12 secciones con 2 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 20 secciones con un nivel de seguridad baja, por otro lado se observa que 13 secciones tienen una calificación de 3 estrellas por lo que se tiene 13 secciones con una seguridad media lo cual es aceptable, por último para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 10 secciones y para la de 5 no se obtuvo ninguna sección con esta calificación lo que supone que se tiene un total de 10 secciones con seguridad alta.

Figura 46. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas vehículo

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	46.51	baja
3	30.23	media
(4 a 5)	23.26	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 47. Gráfica del número de secciones por número de estrellas vehículo



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 46.51% siendo este valor elevado, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 30.23%, para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso se tiene tan solo un 23.26% lo que representa un valor bajo.

Figura 48. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) vehículo

Ocupante de vehículo				
#Sección	**Distancia (m)**	**Distancia acumulada (Km)**	**SRS (sin suavizar)**	**SR (sin suavizar)**
1	100	0.1	3.83	**4**
2	100	0.2	6.89	**3**
3	100	0.3	6.89	**3**
4	100	0.4	17.31	**2**
5	100	0.5	7.8	**3**
6	100	0.6	12.16	**3**
7	100	0.7	12.16	**3**
8	100	0.8	9.1	**3**
9	100	0.9	9.71	**3**
10	100	1	3.83	**4**
11	100	1.1	9.09	**3**
12	100	1.2	9.09	**3**
13	100	1.3	23.03	**1**
14	100	1.4	30.76	**1**
15	100	1.5	12.3	**3**
16	100	1.6	3.87	**4**
17	100	1.7	3.87	**4**
18	100	1.8	3.87	**4**
19	100	1.9	18.27	**2**
20	100	2	13.41	**2**
21	100	2.1	13.45	**2**
22	100	2.2	8.73	**3**
23	100	2.3	3.9	**4**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 49. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) vehículo

Ocupante de vehículo				
#Sección	**Distancia (m)**	**Distancia acumulada (Km)**	**SRS (sin suavizar)**	**SR (sin suavizar)**
24	100	2.4	23.02	**1**
25	100	2.5	3.9	**4**
26	100	2.6	23.84	**1**
27	100	2.7	15.55	**2**
28	100	2.8	85.32	**1**
29	100	2.9	85.3	**1**
30	100	3	24.4	**1**
31	100	3.1	4.47	**4**
32	100	3.2	9.12	**3**
33	100	3.3	13.45	**2**
34	100	3.4	13.47	**2**
35	100	3.5	3.9	**4**
36	100	3.6	18.33	**2**
37	100	3.7	13.44	**2**
38	100	3.8	13.86	**2**
39	100	3.9	23.82	**1**
40	100	4	10.38	**3**
41	100	4.1	17.38	**2**
42	100	4.2	17.38	**2**
43	100	4.3	4.97	**4**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para obtener el SR (suavizado), se empleó en primera instancia el método Media Móvil.

$$Ft = \frac{At_1 + At_2 + \cdots + At_n}{n}$$

Ft: Valor resultante al aplicar el método

At: Valores reales

n: Número total de valores tomados para el cálculo

Después de obtener las medias se empleó el método de Suavizamiento Exponencial Simple.

$$Ft = Ft_1 + \propto (At_1 - Ft_1)$$

Ft: Valor resultante al aplicar el método

α: Valore exponencial

At: Valores reales

Figura 50. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) vehículo

Ocupante de vehículo							
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	(suavización media móvil)	(suavización exponencial simple)	SR (suavizado)
1	100	0.1	3.83	4	8.54	8.544	**3**
2	100	0.2	6.89	3	9.15	9	**3**
3	100	0.3	6.89	3	9.58	9	**3**
4	100	0.4	17.31	2	9.52	9	**3**
5	100	0.5	7.8	3	9.54	9	**3**
6	100	0.6	12.16	3	8.97	9	**3**
7	100	0.7	12.16	3	9.49	9	**3**
8	100	0.8	9.1	3	9.71	9	**3**
9	100	0.9	9.71	3	11.33	9	**3**
10	100	1	3.83	4	12.67	9	**3**
11	100	1.1	9.09	3	13.12	9	**3**
12	100	1.2	9.09	3	12.29	9	**3**
13	100	1.3	23.03	1	11.47	9	**3**
14	100	1.4	30.76	1	10.94	9	**3**
15	100	1.5	12.3	3	11.80	9	**3**
16	100	1.6	3.87	4	12.76	9	**3**
17	100	1.7	3.87	4	13.19	9	**3**
18	100	1.8	3.87	4	13.16	9	**3**
19	100	1.9	18.27	2	11.24	9	**3**
20	100	2	13.41	2	10.47	9	**3**
21	100	2.1	13.45	2	9.63	9	**3**
22	100	2.2	8.73	3	11.63	9	**3**
23	100	2.3	3.9	4	12.79	9	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

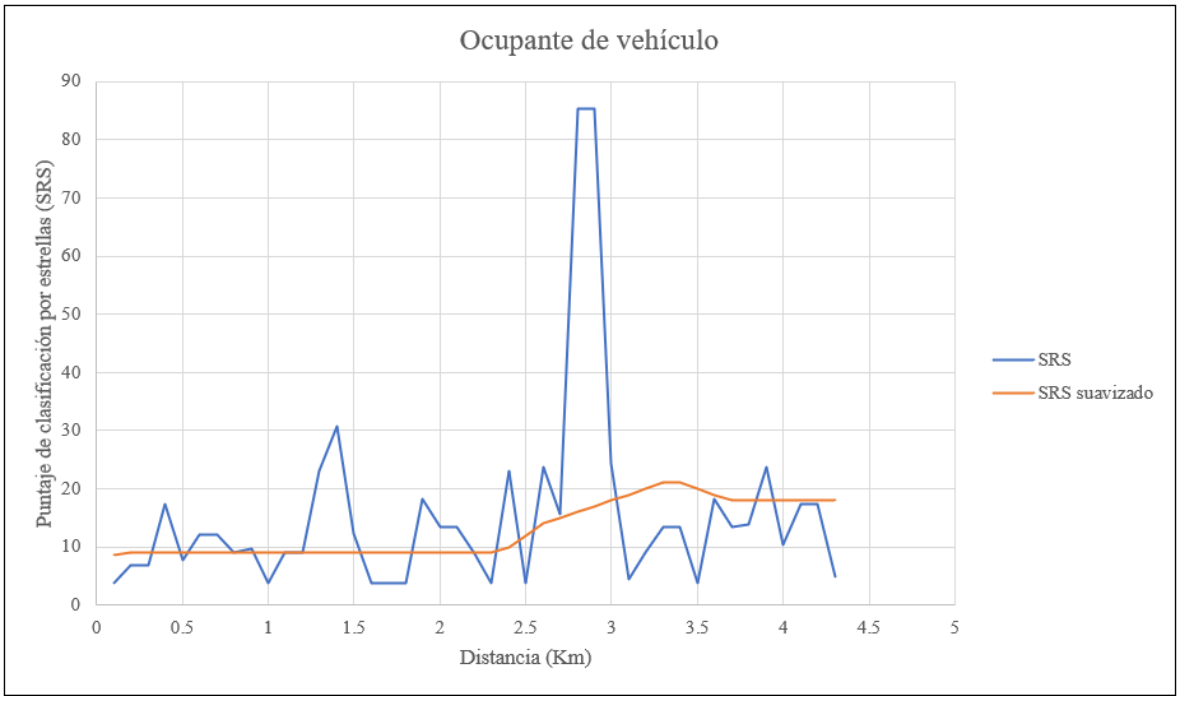
Figura 51. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) vehículo

Ocupante de vehículo							
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	(suavización media móvil)	(suavización exponencial simple)	SR (suavizado)
24	100	2.4	23.02	1	20.94	10	**3**
25	100	2.5	3.9	4	27.64	12	**3**
26	100	2.6	23.84	1	28.74	14	**2**
27	100	2.7	15.55	2	27.84	15	**2**
28	100	2.8	85.32	1	27.88	16	**2**
29	100	2.9	85.3	1	28.84	17	**2**
30	100	3	24.4	1	27.88	18	**2**
31	100	3.1	4.47	4	27.88	19	**2**
32	100	3.2	9.12	3	27.33	20	**2**
33	100	3.3	13.45	2	27.12	21	**2**
34	100	3.4	13.47	2	19.97	21	**2**
35	100	3.5	3.9	4	13.83	20	**2**
36	100	3.6	18.33	2	12.42	19	**2**
37	100	3.7	13.44	2	13.72	18	**2**
38	100	3.8	13.86	2	14.54	18	**2**
39	100	3.9	23.82	1	13.69	18	**2**
40	100	4	10.38	3	13.72	18	**2**
41	100	4.1	17.38	2	14.95	18	**2**
42	100	4.2	17.38	2	14.46	18	**2**
43	100	4.3	4.97	4	14.63	18	**2**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

En la figura 48 y 49, se muestra el puntaje obtenido por la calificación por estrellas (SR), sin suavizar en todo el tramo, estos resultados se obtuvieron del software ViDA. La metodología dice que estos datos no son muy uniformes, por este motivo es que se le debe realizar una suavización, como iRAP enseña en sus fichas técnicas, con lo que se pretende buscar una uniformidad, por ello en el tramo de análisis (Redondel Simón Bolívar al parque Miraflores), se realizó una suavización, obteniendo como resultado una calificación de 3 estrellas desde la sección 1 a la 25 y 2 estrella para las secciones 26 a 43.

Figura 52. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado vehículo



Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Motociclistas**

Figura 53. Secciones con clasificación de 1 estrellas motociclistas

#	Secciones	# Estrella
1	13	1
2	14	1
3	24	1
4	26	1
5	28	1
6	29	1
7	30	1
8	39	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 54. Secciones con clasificación de 2 estrellas motociclistas

#	Secciones	# Estrella
1	4	2
2	6	2
3	7	2
4	15	2
5	19	2
6	20	2
7	21	2
8	27	2
9	33	2
10	34	2
11	36	2
12	37	2
13	38	2
14	40	2
15	41	2
16	42	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 55. Secciones con clasificación de 3 estrellas motociclistas

#	Secciones	# Estrella
1	1	3
2	2	3
3	3	3
4	5	3
5	8	3
6	9	3
7	10	3
8	11	3
9	12	3
10	16	3
11	17	3
12	18	3
13	22	3
14	23	3
15	25	3
16	31	3
17	32	3
18	35	3
19	43	3

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 56. Número de secciones y porcentajes para cada estrella motociclistas

# Estrella	#Secciones	%
1	8	18.60
2	16	37.21
3	19	44.19
4	0	0
5	0	0
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

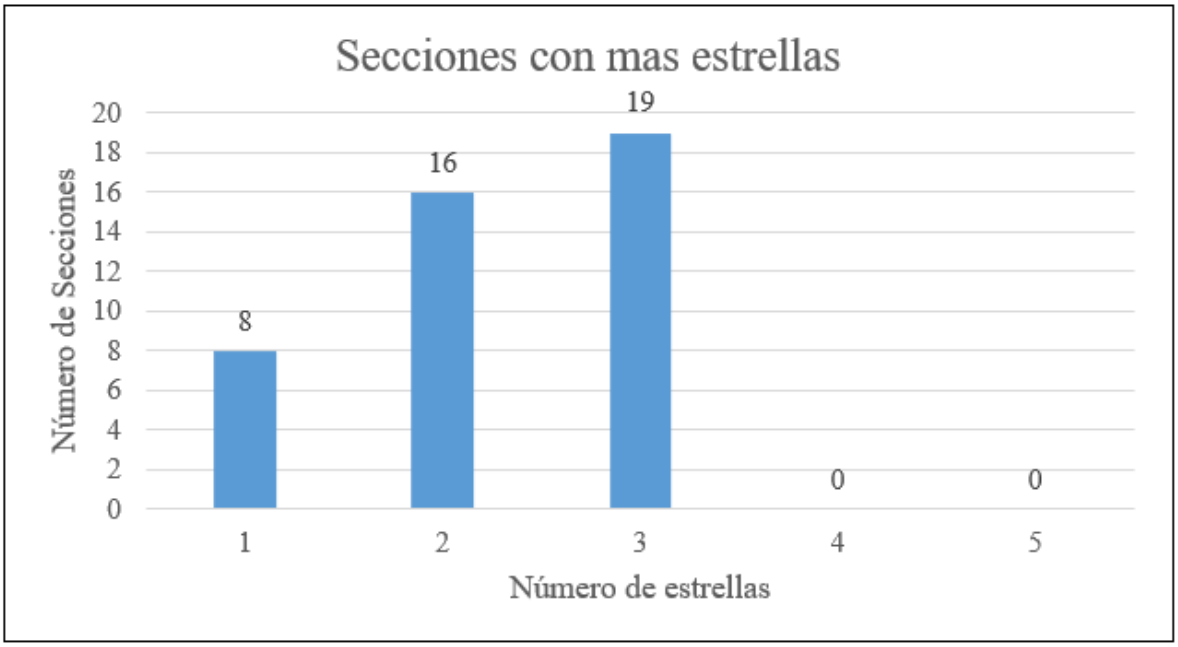
Como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para los vehículos se obtiene, 8 secciones con 1 estrella y 16 secciones con 2 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 24 secciones con un nivel de seguridad baja, por otro lado se observa que 19 secciones tienen una calificación de 3 estrellas por lo que se tiene 13 secciones con una seguridad media lo cual es aceptable, por último para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 0 secciones y para la de 5 de igual manera no se obtuvo ninguna sección con esta calificación lo que supone que se tiene un total de 0 secciones con seguridad alta.

Figura 57. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas motociclistas

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	55.81	baja
3	44.19	media
(4 a 5)	0	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 58. Gráfica del número de secciones por número de estrellas motociclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 55.81% siendo este valor elevado por lo que se debe tener muy en cuenta este dato para la realización de contramedidas, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 44.19%, para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso no se tiene ningún valor puesto que no hubo secciones con esta calificación lo que implica que se debería realizar contramedidas urgentes.

Figura 59. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) motociclistas

Motociclista				
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
1	100	0.1	5.43	**3**
2	100	0.2	9.26	**3**
3	100	0.3	9.26	**3**
4	100	0.4	22.27	**2**
5	100	0.5	10.27	**3**
6	100	0.6	15.84	**2**
7	100	0.7	15.84	**2**
8	100	0.8	12.01	**3**
9	100	0.9	12.21	**3**
10	100	1	5.43	**3**
11	100	1.1	12.01	**3**
12	100	1.2	12.01	**3**
13	100	1.3	26.55	**1**
14	100	1.4	34.52	**1**
15	100	1.5	16.5	**2**
16	100	1.6	5.48	**3**
17	100	1.7	5.48	**3**
18	100	1.8	5.48	**3**
19	100	1.9	21.02	**2**
20	100	2	16.16	**2**
21	100	2.1	16.21	**2**
22	100	2.2	10.34	**3**
23	100	2.3	5.48	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 60. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) motociclistas

Motociclista				
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
24	100	2.4	26.55	**1**
25	100	2.5	5.48	**3**
26	100	2.6	29.17	**1**
27	100	2.7	18.49	**2**
28	100	2.8	94.22	**1**
29	100	2.9	94.21	**1**
30	100	3	26.01	**1**
31	100	3.1	6.08	**3**
32	100	3.2	12.02	**3**
33	100	3.3	16.21	**2**
34	100	3.4	16.21	**2**
35	100	3.5	5.48	**3**
36	100	3.6	21.07	**2**
37	100	3.7	16.2	**2**
38	100	3.8	16.72	**2**
39	100	3.9	29.17	**1**
40	100	4	13.04	**2**
41	100	4.1	21.11	**2**
42	100	4.2	21.11	**2**
43	100	4.3	7.21	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 61. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) motociclistas

Motociclista							
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	5.43	3	11.298	11.298	**3**
2	100	0.2	9.26	3	12.06	11	**3**
3	100	0.3	9.26	3	12.60	11	**3**
4	100	0.4	22.27	2	12.52	11	**3**
5	100	0.5	10.27	3	12.49	11	**3**
6	100	0.6	15.84	2	11.78	11	**3**
7	100	0.7	15.84	2	12.44	11	**3**
8	100	0.8	12.01	3	12.72	11	**3**
9	100	0.9	12.21	3	14.44	11	**3**
10	100	1	5.43	3	15.67	11	**3**
11	100	1.1	12.01	3	16.29	12	**3**
12	100	1.2	12.01	3	15.26	12	**3**
13	100	1.3	26.55	1	14.22	12	**3**
14	100	1.4	34.52	1	13.57	12	**3**
15	100	1.5	16.5	2	14.45	12	**3**
16	100	1.6	5.48	3	15.52	12	**3**
17	100	1.7	5.48	3	15.94	12	**3**
18	100	1.8	5.48	3	15.77	12	**3**
19	100	1.9	21.02	2	13.67	12	**3**
20	100	2	16.16	2	12.87	12	**3**
21	100	2.1	16.21	2	11.77	12	**3**
22	100	2.2	10.34	3	14.14	12	**3**
23	100	2.3	5.48	3	15.44	12	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

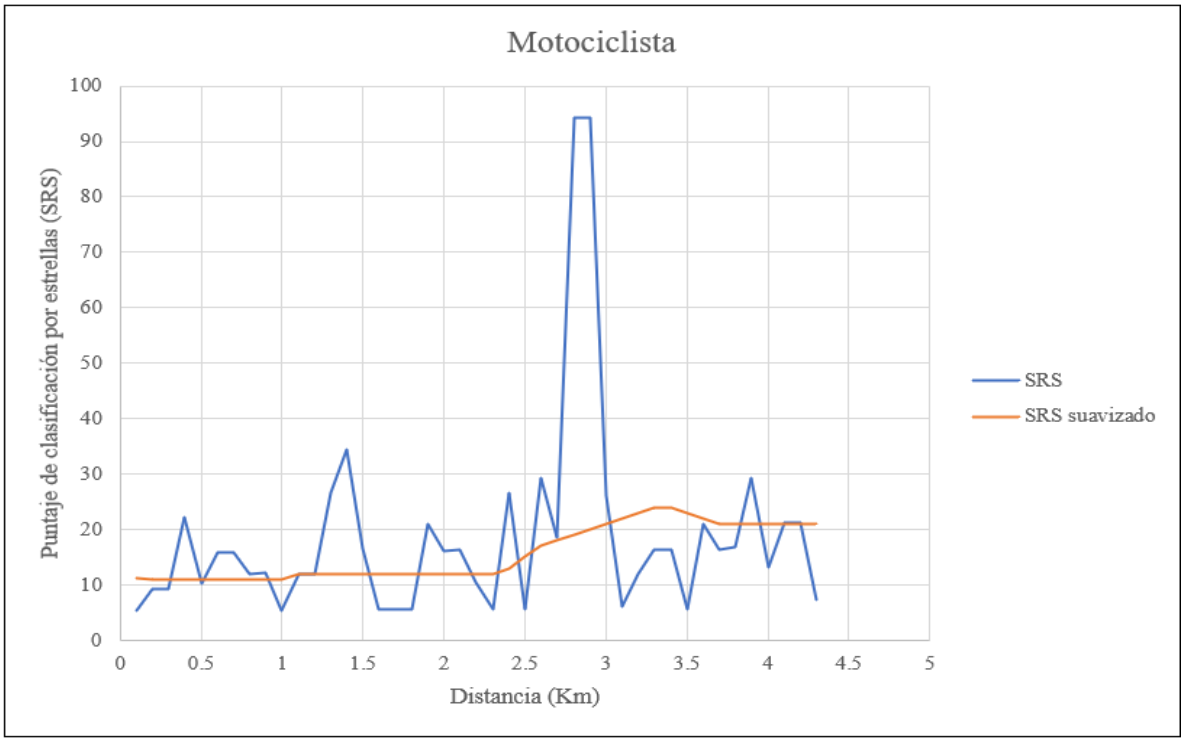
Figura 62. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) motociclistas

	Motociclista						
#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	26.55	1	24.31	13	**2**
25	100	2.5	5.48	3	31.63	15	**2**
26	100	2.6	29.17	1	32.62	17	**2**
27	100	2.7	18.49	2	31.60	18	**2**
28	100	2.8	94.22	1	31.77	19	**2**
29	100	2.9	94.21	1	32.84	20	**2**
30	100	3	26.01	1	31.81	21	**2**
31	100	3.1	6.08	3	31.81	22	**2**
32	100	3.2	12.02	3	31	23	**1**
33	100	3.3	16.21	2	30.77	24	**1**
34	100	3.4	16.21	2	23.02	24	**1**
35	100	3.5	5.48	3	16.52	23	**1**
36	100	3.6	21.07	2	15.22	22	**2**
37	100	3.7	16.2	2	16.72	21	**2**
38	100	3.8	16.72	2	17.63	21	**2**
39	100	3.9	29.17	1	16.73	21	**2**
40	100	4	13.04	2	16.79	21	**2**
41	100	4.1	21.11	2	18.20	21	**2**
42	100	4.2	21.11	2	17.79	21	**2**
43	100	4.3	7.21	3	18.06	21	**2**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

En la figura 59 y 60, se muestra el puntaje obtenido por la calificación por estrellas (SR), sin suavizar en todo el tramo, estos resultados se obtuvieron del software ViDA. La metodología dice que estos datos no son muy uniformes, por este motivo es que se le debe realizar una suavización, como iRAP enseña en sus fichas técnicas, con lo que se pretende buscar una uniformidad, por ello en el tramo de análisis (Redondel Simón Bolívar al parque Miraflores), se realizó una suavización, obteniendo como resultado una calificación de 3 estrellas desde la sección 1 a la 23 y 2 estrella para las secciones 26 a 31 y luego de la 36 a 43, también se encontró secciones con 1 estrella desde la 32 a la 35.

Figura 63. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados motociclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Ciclistas**

Figura 64. Secciones con clasificación de 2 estrellas ciclistas

#	Secciones	# Estrella
1	2	2
2	3	2
3	4	2
4	5	2
5	6	2
6	7	2
7	9	2
8	15	2
9	40	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 65. Secciones con clasificación de 1 estrella ciclistas

#	Secciones	# Estrella
1	13	1
2	14	1
3	19	1
4	20	1
5	21	1
6	24	1
7	26	1
8	27	1
9	28	1
10	29	1
11	33	1
12	34	1
13	36	1
14	37	1
15	38	1
16	39	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 66. Secciones con clasificación de 3 estrellas ciclistas

#	Secciones	# Estrella
1	1	3
2	8	3
3	10	3
4	11	3
5	12	3
6	16	3
7	17	3
8	18	3
9	22	3
10	23	3
11	25	3
12	30	3
13	31	3
14	32	3
15	35	3

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 67. Secciones sin clasificación de estrellas ciclistas

#	Secciones	Sin Estrella
1	41	
2	42	
3	43	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 68. Número de secciones y porcentajes para cada estrella ciclistas

# Estrella	# Secciones	%
1	16	37.21
2	9	20.93
3	15	34.88
4	0	0
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

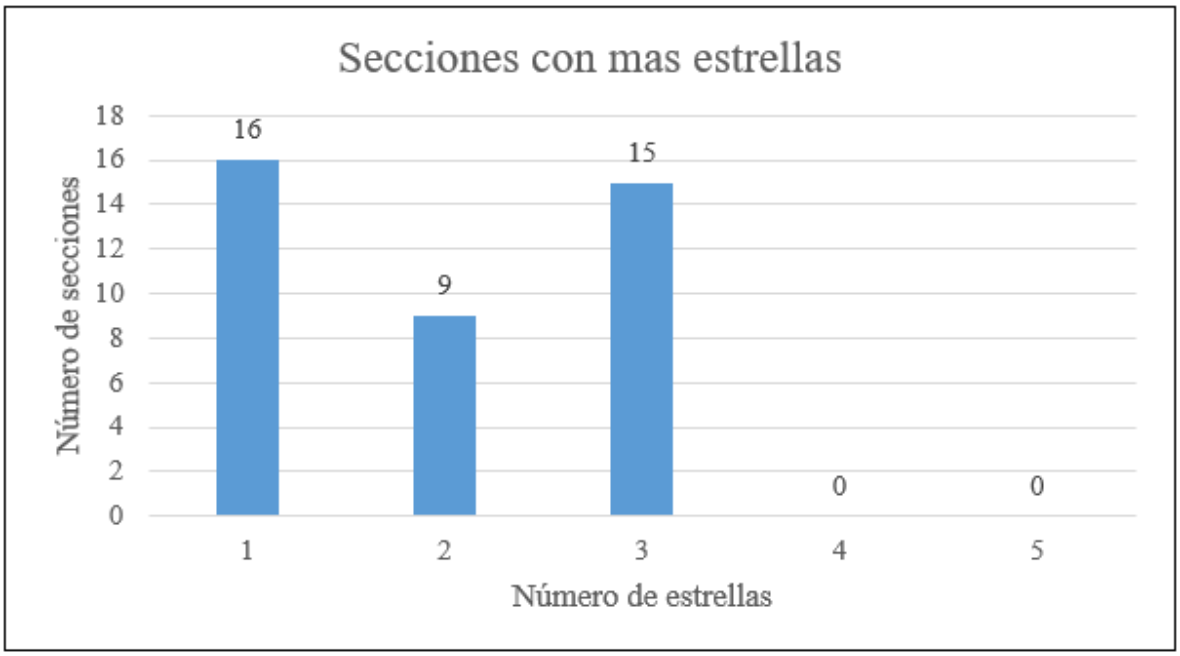
Como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para los vehículos se obtiene, 16 secciones con 1 estrella y 9 secciones con 2 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 25 secciones con un nivel de seguridad baja, por otro lado se observa que 15 secciones tienen una calificación de 3 estrellas por lo que se tiene 13 secciones con una seguridad media lo cual es aceptable, por último para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 0 secciones y para la de 5 de igual manera no se obtuvo ninguna sección con esta calificación lo que supone que se tiene un total de 0 secciones con seguridad alta, además existe la presencia de 3 secciones que no presentan ninguna calificación.

Figura 69. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas ciclistas

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	58.14	baja
3	34.88	media
(4 a 5)	0	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 70. Gráfica del número de secciones por número de estrellas ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 58.14% siendo este valor elevado por lo que se debe tener muy en cuenta este dato para la realización de contramedidas, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 34.88%.

Para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso no se tiene ningún valor puesto que no hubo secciones con esta calificación lo que implica que se debería realizar contramedidas urgentes, además se cuenta con 3 secciones que no tienen calificación, estas 3 secciones representan un 6.98%.

Figura 71. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) ciclistas

Ciclista				
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
1	100	0.1	23.1	**3**
2	100	0.2	41.57	**2**
3	100	0.3	41.57	**2**
4	100	0.4	56.54	**2**
5	100	0.5	41.59	**2**
6	100	0.6	53.62	**2**
7	100	0.7	45.31	**2**
8	100	0.8	26.84	**3**
9	100	0.9	30.66	**2**
10	100	1	27.71	**3**
11	100	1.1	26.84	**3**
12	100	1.2	26.84	**3**
13	100	1.3	138.57	**1**
14	100	1.4	145.43	**1**
15	100	1.5	39.96	**2**
16	100	1.6	23.1	**3**
17	100	1.7	23.1	**3**
18	100	1.8	23.1	**3**
19	100	1.9	87.64	**1**
20	100	2	80.83	**1**
21	100	2.1	80.84	**1**
22	100	2.2	29.9	**3**
23	100	2.3	23.1	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 72. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) ciclistas

Ciclista				
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
24	100	2.4	138.57	**1**
25	100	2.5	23.1	**3**
26	100	2.6	111.95	**1**
27	100	2.7	80.85	**1**
28	100	2.8	84.55	**1**
29	100	2.9	100.7	**1**
30	100	3	24.16	**3**
31	100	3.1	23.1	**3**
32	100	3.2	26.84	**3**
33	100	3.3	80.84	**1**
34	100	3.4	80.84	**1**
35	100	3.5	27.71	**3**
36	100	3.6	87.64	**1**
37	100	3.7	80.84	**1**
38	100	3.8	82.71	**1**
39	100	3.9	95.8	**1**
40	100	4	32.17	**2**
41	100	4.1	NA	**0**
42	100	4.2	NA	**0**
43	100	4.3	NA	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 73. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) ciclistas

Ciclista							
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	23.1	3	40.874	40.874	**2**
2	100	0.2	41.57	2	43.00	41	**2**
3	100	0.3	41.57	2	43.33	41	**2**
4	100	0.4	56.54	2	41.27	41	**2**
5	100	0.5	41.59	2	40.09	41	**2**
6	100	0.6	53.62	2	38.85	41	**2**
7	100	0.7	45.31	2	39.23	41	**2**
8	100	0.8	26.84	3	37.75	41	**2**
9	100	0.9	30.66	2	47.45	42	**2**
10	100	1	27.71	3	56.34	43	**2**
11	100	1.1	26.84	3	56.18	44	**2**
12	100	1.2	26.84	3	53.13	45	**2**
13	100	1.3	138.57	1	50.91	46	**2**
14	100	1.4	145.43	1	50.53	46	**2**
15	100	1.5	39.96	2	56.23	47	**2**
16	100	1.6	23.1	3	61.54	48	**2**
17	100	1.7	23.1	3	66.94	50	**2**
18	100	1.8	23.1	3	67.25	52	**2**
19	100	1.9	87.64	1	55.7	52	**2**
20	100	2	80.83	1	55.01	52	**2**
21	100	2.1	80.84	1	53.33	52	**2**
22	100	2.2	29.9	3	62.21	53	**2**
23	100	2.3	23.1	3	67.99	54	**2**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

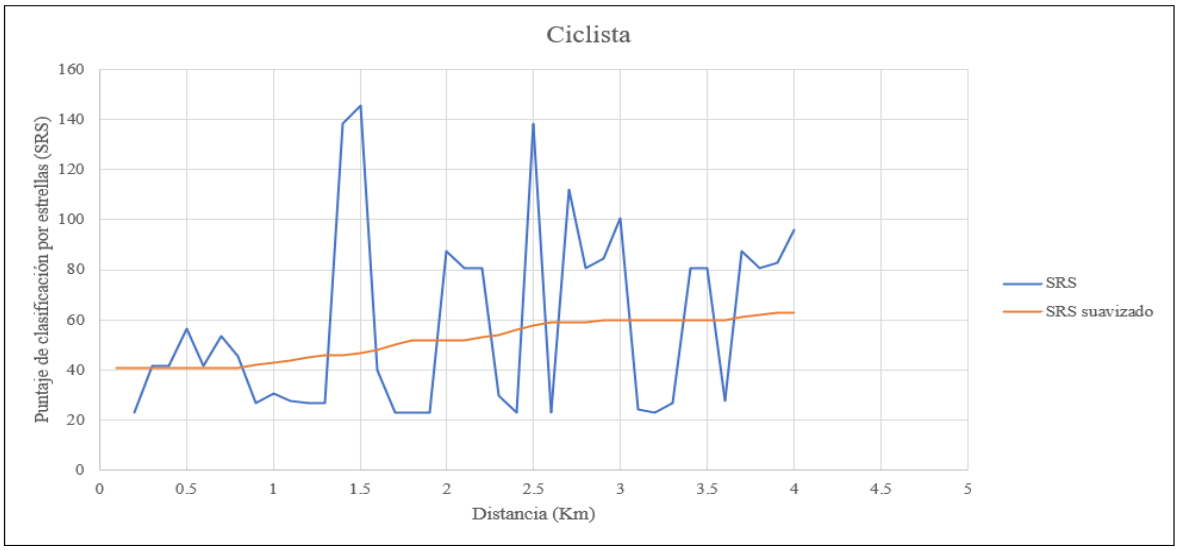
Figura 74. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) ciclistas

Ciclista							
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	138.57	1	74.13	56	**2**
25	100	2.5	23.1	3	75.44	58	**2**
26	100	2.6	111.95	1	69.77	59	**2**
27	100	2.7	80.85	1	64.00	59	**2**
28	100	2.8	84.55	1	63.69	59	**2**
29	100	2.9	100.7	1	69.47	60	**1**
30	100	3	24.16	3	63.69	60	**1**
31	100	3.1	23.1	3	64.15	60	**1**
32	100	3.2	26.84	3	61.72	60	**1**
33	100	3.3	80.84	1	61.72	60	**1**
34	100	3.4	80.84	1	61.54	60	**1**
35	100	3.5	27.71	3	61.05	60	**1**
36	100	3.6	87.64	1	61.85	60	**1**
37	100	3.7	80.84	1	66.15	61	**1**
38	100	3.8	82.71	1	71.07	62	**1**
39	100	3.9	95.8	1	69.67	63	**1**
40	100	4	32.17	2	67.81	63	**1**
41	100	4.1	NA	0	0	0	**0**
42	100	4.2	NA	0	0	0	**0**
43	100	4.3	NA	0	0	0	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

En la figura 71 y 72, se muestra el puntaje obtenido por la calificación por estrellas (SR), sin suavizar en todo el tramo, estos resultados se obtuvieron del software ViDA. La metodología dice que estos datos no son muy uniformes, por este motivo es que se le debe realizar una suavización, como iRAP enseña en sus fichas técnicas, con lo que se pretende buscar una uniformidad, por ello en el tramo de análisis (Redondel Simón Bolívar al parque Miraflores), se realizó una suavización, obteniendo como resultado una calificación de 2 estrellas desde la sección 1 a la 28 y 1 estrella para las secciones 29 a 40 y luego de la 41 a 43, no se tienen calificación de estrellas para ciclistas.

Figura 75. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Peatones**

Figura 76. Secciones con clasificación de 1 estrella peatones

#	Secciones	# Estrella
1	4	1
2	6	1
3	7	1
4	8	1
5	11	1
6	12	1
7	15	1
8	26	1
9	29	1
10	32	1
11	35	1
12	38	1
13	39	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 77. Secciones con clasificación de 2 estrellas peatones

#	Secciones	# Estrella
1	1	2
2	2	2
3	3	2
4	13	2
5	16	2
6	17	2
7	18	2
8	20	2
9	21	2
10	23	2
11	25	2
12	27	2
13	28	2
14	30	2
15	31	2
16	34	2
17	37	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 78. Secciones con clasificación de 3 estrellas peatones

#	Secciones	# Estrella
1	5	3
2	9	3
3	14	3
4	19	3

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 79. Secciones con clasificación de 4 estrellas peatones

#	Secciones	# Estrella
1	10	4
2	22	4
3	24	4
4	33	4
5	36	4
6	40	4

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 80. Secciones sin clasificación de estrellas peatones

#	Secciones	Sin Estrella
1	41	
2	42	
3	43	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 81. Número de secciones y porcentajes para cada estrella peatones

# Estrella	#Secciones	%
1	13	30.23
2	17	39.53
3	4	9.30
4	6	13.95
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para los vehículos se obtiene, 13 secciones con 1 estrella y 17 secciones con 2 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 30 secciones con un nivel de seguridad baja, por otro lado se observa que 4 secciones tienen una calificación de 3 estrellas por lo que se tiene pocas secciones con una seguridad media lo cual es aceptable.

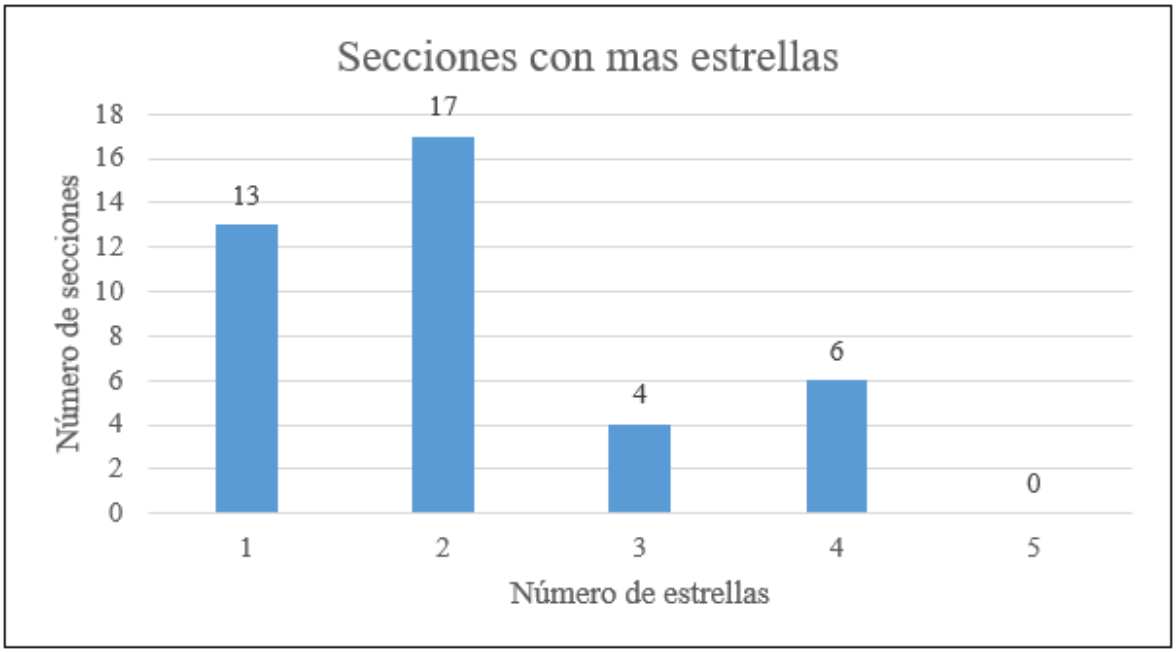
Por último, para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 6 secciones y para la de 5 no se obtuvo ninguna sección con esta calificación lo que supone que se tiene un total de 6 secciones con seguridad alta, además existe la presencia de 3 secciones que no presentan ninguna calificación.

Figura 82. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas peatones

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	69.77	baja
3	9.30	media
(4 a 5)	13.95	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 83. Gráfica del número de secciones por número de estrellas peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 69.72% siendo este valor elevado por lo que se debe tener muy en cuenta este dato para la realización de contramedidas, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 9.30%, para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso se tiene ningún valor de 13.95%, como se observa predomina con más de la 50% la baja seguridad haciendo que se deban realizar contramedidas urgentes, además se cuenta con 3 secciones que no tienen calificación, estas 3 secciones representan un 6.98%.

Figura 84. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 1 al 23) peatones

Peatón				
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
1	100	0.1	79.29	**2**
2	100	0.2	79.45	**2**
3	100	0.3	79.45	**2**
4	100	0.4	123.04	**1**
5	100	0.5	15.91	**3**
6	100	0.6	133.29	**1**
7	100	0.7	111.14	**1**
8	100	0.8	110.97	**1**
9	100	0.9	25.76	**3**
10	100	1	12.61	**4**
11	100	1.1	110.97	**1**
12	100	1.2	110.97	**1**
13	100	1.3	80.36	**2**
14	100	1.4	15.27	**3**
15	100	1.5	156.09	**1**
16	100	1.6	79.32	**2**
17	100	1.7	79.32	**2**
18	100	1.8	75.35	**2**
19	100	1.9	18.48	**3**
20	100	2	79.81	**2**
21	100	2.1	79.84	**2**
22	100	2.2	14.22	**4**
23	100	2.3	79.32	**2**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 85. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar (Sección 24 al 43) peatones

Peatón				
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)
24	100	2.4	11.61	**4**
25	100	2.5	79.32	**2**
26	100	2.6	156.61	**1**
27	100	2.7	79.84	**2**
28	100	2.8	79.84	**2**
29	100	2.9	95.66	**1**
30	100	3	79.32	**2**
31	100	3.1	79.32	**2**
32	100	3.2	110.97	**1**
33	100	3.3	11.09	**4**
34	100	3.4	53.47	**2**
35	100	3.5	95.14	**1**
36	100	3.6	14.75	**4**
37	100	3.7	79.84	**2**
38	100	3.8	108.3	**1**
39	100	3.9	130.63	**1**
40	100	4	14.22	**4**
41	100	4.1	NA	**0**
42	100	4.2	NA	**0**
43	100	4.3	NA	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 86. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 1 al 23) peatones

Peatón							
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	79.29	2	75.428	75.428	**2**
2	100	0.2	79.45	2	85.07	76	**2**
3	100	0.3	79.45	2	88.80	77	**2**
4	100	0.4	123.04	1	91.57	78	**2**
5	100	0.5	15.91	3	84.26	79	**2**
6	100	0.6	133.29	1	77.09	79	**2**
7	100	0.7	111.14	1	80.26	79	**2**
8	100	0.8	110.97	1	83.41	79	**2**
9	100	0.9	25.76	3	83.50	79	**2**
10	100	1	12.61	4	72.73	78	**2**
11	100	1.1	110.97	1	86.74	79	**2**
12	100	1.2	110.97	1	81.35	79	**2**
13	100	1.3	80.36	2	78.16	79	**2**
14	100	1.4	15.27	3	74.60	79	**2**
15	100	1.5	156.09	1	73.87	78	**2**
16	100	1.6	79.32	2	80.59	78	**2**
17	100	1.7	79.32	2	77.48	78	**2**
18	100	1.8	75.35	2	67.81	77	**2**
19	100	1.9	18.48	3	67.70	76	**2**
20	100	2	79.81	2	67.34	75	**2**
21	100	2.1	79.84	2	59.66	73	**2**
22	100	2.2	14.22	4	67.39	72	**2**
23	100	2.3	79.32	2	67.44	72	**2**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

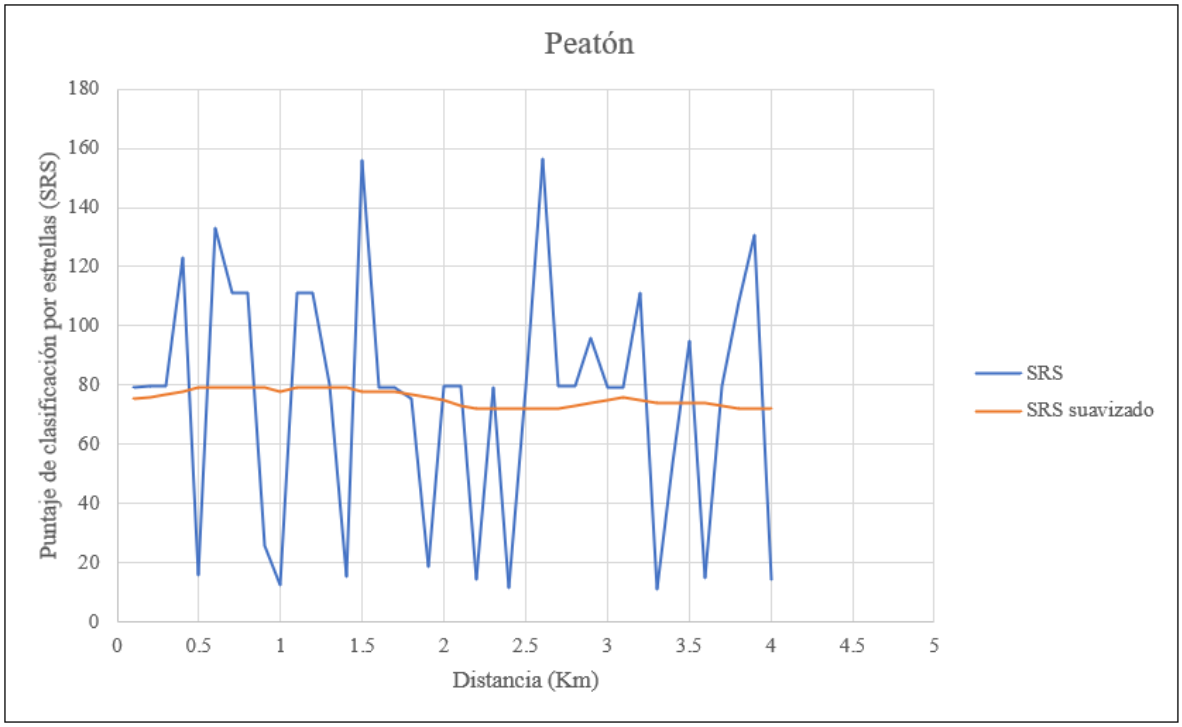
Figura 87. Clasificación por estrellas con el (SR), suavizado (Sección 24 al 43) peatones

Peatón							
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	11.61	4	67.89	72	**2**
25	100	2.5	79.32	2	75.61	72	**2**
26	100	2.6	156.61	1	75.56	72	**2**
27	100	2.7	79.84	2	75.51	72	**2**
28	100	2.8	79.84	2	85.18	73	**2**
29	100	2.9	95.66	1	78.36	74	**2**
30	100	3	79.32	2	82.54	75	**2**
31	100	3.1	79.32	2	84.13	76	**2**
32	100	3.2	110.97	1	69.94	75	**2**
33	100	3.3	11.09	4	69.94	74	**2**
34	100	3.4	53.47	2	72.79	74	**2**
35	100	3.5	95.14	1	76.28	74	**2**
36	100	3.6	14.75	4	69.77	74	**2**
37	100	3.7	79.84	2	68.71	73	**2**
38	100	3.8	108.3	1	63.43	72	**2**
39	100	3.9	130.63	1	70.91	72	**2**
40	100	4	14.22	4	73.81	72	**2**
41	100	4.1	NA	0	0	65	**0**
42	100	4.2	NA	0	0	59	**0**
43	100	4.3	NA	0	0	53	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

En la figura 84 y 85, se muestra el puntaje obtenido por la calificación por estrellas (SR), sin suavizar en todo el tramo, estos resultados se obtuvieron del software ViDA. La metodología dice que estos datos no son muy uniformes, por este motivo es que se le debe realizar una suavización, como iRAP enseña en sus fichas técnicas, con lo que se pretende buscar una uniformidad, por ello en el tramo de análisis (Redondel Simón Bolívar al parque Miraflores), se realizó una suavización, obteniendo como resultado una calificación de 2 estrellas desde la sección 1 a la 40 y luego de la 41 a 43, no se tienen calificación de estrellas para peatones.

Figura 88. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizados peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

5.2.2. Contramedidas Propuestas y Resultados

Una vez que se obtuvo los resultados anteriores, como se observó en la gran mayoría de las secciones se obtuvieron bajas calificaciones. Para solucionarte este problema y aumentar las calificaciones obtenidas en las secciones posibles la metodología iRAP presenta contramedidas que pueden ayudar a mejorar las clasificaciones obtenidas en un principio, dando prioridad a mejorar en las que se tuvo niveles de seguridad bajos. Para así, de esta manera poder brindar mayor seguridad a los usuarios y de la misma forma reducir el número de siniestros que como ya se dijo es una de las causas principales de muerte.

Para implementar las contramedidas, la metodología iRAP recomienda hacer estas contramedidas en base al presupuesto económico que se invierte en temas de seguridad vial, por eso es que estas contramedidas se implementan mayormente en los países desarrollados. El estudio que se hizo corresponde a un país en vías de desarrollo que es el Ecuador, y como se sabe en este país no se realiza grandes inversiones en temas de seguridad vial, por lo que el presupuesto es limitado si se plantea realizar cambios.

En el análisis que se realizó se trató de mejor la gran mayoría de secciones, tratando de pasarlas de seguridad baja a media para de esta forma obtener mayor seguridad y reducción de siniestros. A continuación, se mostrará las contramedidas aplicadas en las diferentes secciones del tramo analizado.

Figura 89. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 1 al 9)

#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	Contramedidas implementadas											
1	100	0.1												Bandas alertadoras sobre el espaldón
2	100	0.2												Bandas alertadoras sobre el espaldón
3	100	0.3												Bandas alertadoras sobre el espaldón
4	100	0.4	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
5	100	0.5	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
6	100	0.6	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
7	100	0.7	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
8	100	0.8	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
9	100	0.9	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 90. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 10 al 19)

#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	Contramedidas implementadas											
10	100	1	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
11	100	1.1	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
12	100	1.2	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
13	100	1.3	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
14	100	1.4	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
15	100	1.5	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
16	100	1.6	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
17	100	1.7	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
18	100	1.8	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
19	100	1.9	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 91. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 20 al 28)

#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	Contramedidas implementadas											
20	100	2	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
21	100	2.1	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
22	100	2.2	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
23	100	2.3	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
24	100	2.4	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
25	100	2.5	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
26	100	2.6	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
27	100	2.7	Carril para bicicletas (dentro de la verada)		Barreras laterales – lado del conductor									Bandas alertadoras sobre el espaldón
28	100	2.8	Carril para bicicletas (dentro de la verada)		Barreras laterales – lado del conductor									Bandas alertadoras sobre el espaldón

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 92. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 29 al 37)

#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	Contramedidas implementadas											
29	100	2.9	Carril para bicicletas (dentro de la verada)		Barreras laterales – lado del conductor									Bandas alertadoras sobre el espaldón
30	100	3	Carril para bicicletas (dentro de la verada)		Barreras laterales – lado del conductor									Bandas alertadoras sobre el espaldón
31	100	3.1	Carril para bicicletas (dentro de la verada)		Barreras laterales – lado del conductor									Bandas alertadoras sobre el espaldón
32	100	3.2	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
33	100	3.3	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
34	100	3.4	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
35	100	3.5	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
36	100	3.6	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
37	100	3.7	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 93. Contramedidas aplicadas en cada sección (Sección 38 al 43)

#Sección	Distancia (m)	Distancia acumulada (Km)	Contramedidas implementadas											
38	100	3.8	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
39	100	3.9	Carril para bicicletas (dentro de la verada)				Semaforizar intersección de 3 ramas	Señalamiento y delineación (intersección)						Bandas alertadoras sobre el espaldón
40	100	4	Carril para bicicletas (dentro de la verada)											Bandas alertadoras sobre el espaldón
41	100	4.1												Bandas alertadoras sobre el espaldón
42	100	4.2												Bandas alertadoras sobre el espaldón
43	100	4.3												Bandas alertadoras sobre el espaldón

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se observa, desde la figura 89 a la 93 se muestran las contramedidas que se aplicaron en cada una de las secciones, una de estas contramedidas es la adición de una ciclovía en 36 secciones, también se añadió como otra contramedida semaforizar intersección de 3 ramas en 11 secciones, además en 5 secciones se añadió las barras laterales lado del conductor, otra de estas contramedidas que se tomó en cuenta a la hora de tratar de mejorar la clasificación en 11 secciones es, la adición de señalamiento y delineación en las intersecciones, por último se incrementó en todo el tramo del estudio la adición de bandas alertadoras sobre el espaldón.

Las contramedidas mencionadas tienen justificación del porque se le añade a cierta sección y la necesidad de implementarlas. A continuación, se dará un detalla miento de cada contramedida.

- **Ciclovía**

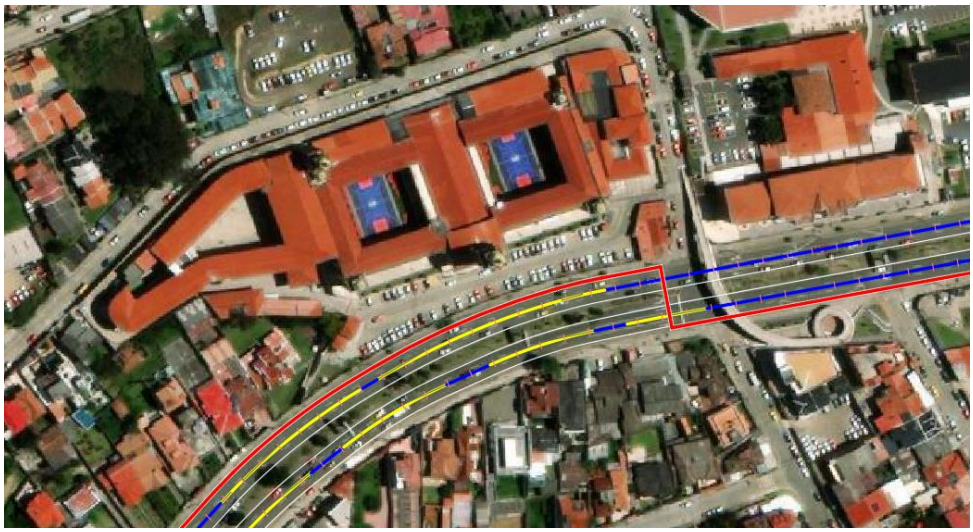
Esta contramedida se eligió, principalmente porque en el tramo de estudio se observó la presencia de ciclistas que utilizaban el carril vehicular para su circulación exponiéndose a sufrir graves accidentes y además en otros casos ocupan la vereda peatonal poniendo en peligro a los peatones que transitan por estos espacios. Además, se aprecia la presencia de numerosos parques en todo el tramo como; parque Miraflores, parque La Libertad, parque La Victoria, parque de Las Américas entre otros.

Así mismo se encuentra la presencia de una institución de educación superior como lo es la Universidad Católica de Cuenca, que cuenta con un gran número de estudiantes, los cuales en muchas ocasiones acuden al centro educativo en bicicletas y al no haber presencia de un carril utilizan en su mayor parte el carril vehicular exponiendo a todos sus peligros.

Como ya se sabe la bicicleta es un medio de transporte que al hacer uso de esta potencia la buena salud, además que contribuye al medio ambiente puesto que emite 0 gases contaminantes a la atmosfera. Por todo lo expuesto anteriormente es que se ve la necesidad de crear la ciclovía ya que todos los usuarios tienen derecho a moverse cómodamente y de forma segura. De esta manera también se fomenta a dejar más lo vehículos y utilizar esta alternativa de transporte.

Por último, en los últimos años un nuevo medio de transporte ha parecido y su demanda cada año aumenta, este es el caso de las patinetas eléctricas que son una nueva alternativa de movilización amigable con el medio ambiente. Estos patinetes eléctricos también necesitan un espacio seguro para movilizarse por lo que las ciclovías se les complemente perfectamente. Por ende, la implementación de la ciclovía en el tramo de estudio les serviría para movilizarse de forma segura a estos nuevos usuarios.

Figura 94. Área Universidad Católica de Cuenca con ciclovía

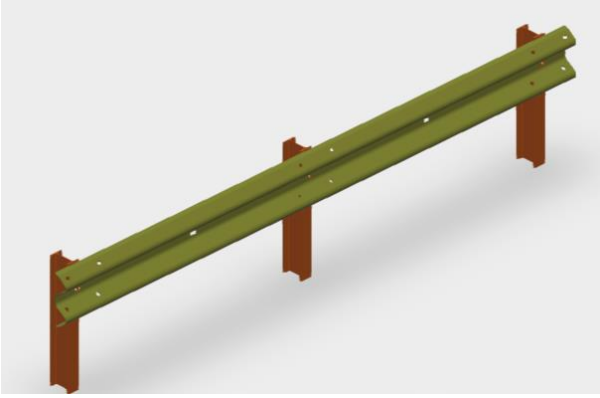


Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Barras laterales lado del conductor**

Las barras laterales lado del conductor es una contramedida para cinco secciones que se encuentran en un gran desnivel en el que no presentan ninguna seguridad en caso de salida por parte del vehículo fuera del carril, Al implementar estas barras se evitaría que los vehículos salgan del carril reduciendo de esta forma grandes daños para los ocupantes de los vehículos, lo que se transforma en mayor seguridad.

Figura 95. Modelo de barrera lateral (guardarraíl)

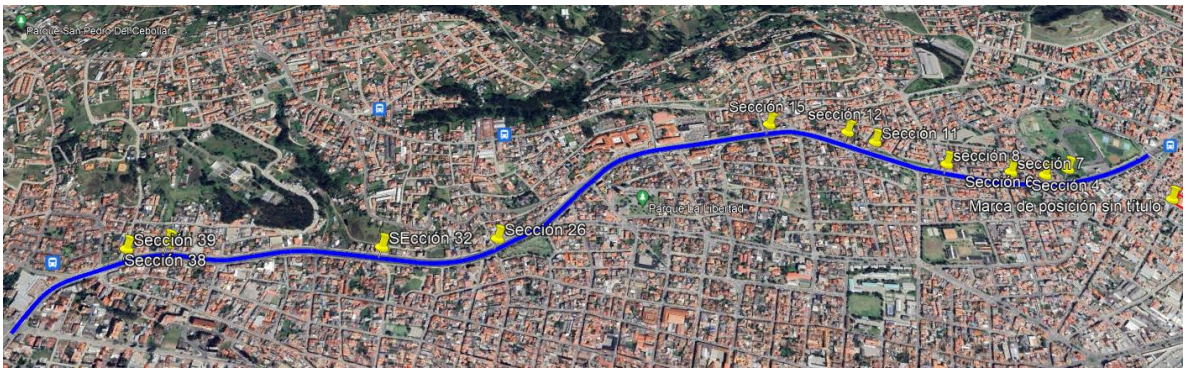


Fuente: Elaboración Propia AutoCAD (2024)

- **Semaforizar intersección de 3 ramas**

Esta contramedida es exclusivamente para como bien dice su nombre las intersecciones. Esta se implantaría en 11 secciones que a día de hoy son un problema en cuanto a cuál tiene prioridad, por solucionar esto la semaforización regularía mediante las luces las prioridades de paso en las intersecciones. Debido a que la avenida de las Américas divide la zona urbana de las zonas altas, al transitar de un lado a otro en las intersecciones se crea gran flujo es por eso la necesidad de utilizar esta contramedida.

Figura 96. Mapa donde se propone los semáforos

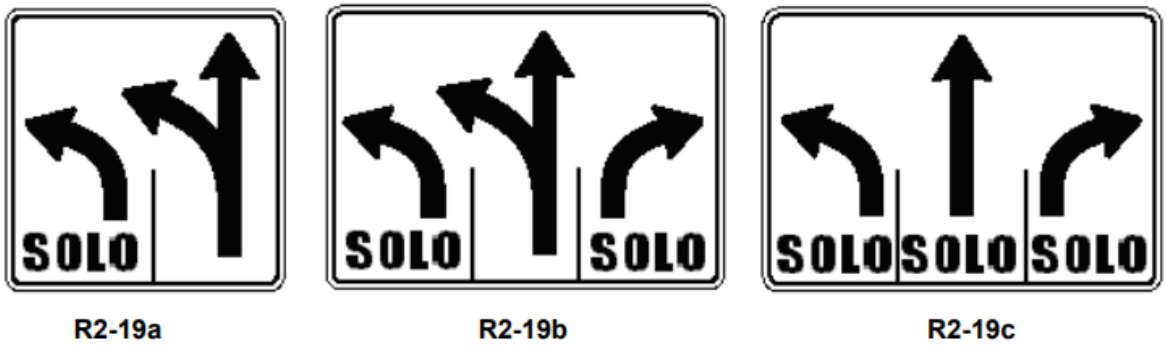


Fuente: Google Earth Pro (2024)

- **Señalamiento y delineación en las intersecciones**

Al ser el tramo de estudio con un alto flujo de circulación las señales que existen en 11 secciones se encuentran en mal estado puesto que en muchos casos estas se encuentran borradas, lo que genera que no se cumplan con las señalizaciones que están antes visibles, provocando una baja seguridad. Por tal motivo es de suma importancia la buena señalización y delineación para que estas secciones presenten una mejora en su seguridad.

Figura 97. Ejemplo de señalamiento en intersecciones



Fuente: INEN (2011)

- **Bandas alertadoras sobre el espaldón**

Este elemento se colocó a lo largo de todo el tramo, debido a que como bien dice su nombre alertan en zonas de intersecciones o al acercarse a una curva que no se perciban con antelación, si bien este elemento puede generar contaminación acústica y malestar cabe señalar que al ser el tramo de estudio un lugar con alto flujo peatonal, comercios, zonas residenciales, parques, con un centro educativo de tercer nivel se tomó la decisión de implementar esta contramedida para que los vehículos en estas zonas reduzcan la velocidad evitando de esta forma causar graves accidentes. Por lo que al reducir la velocidad se genera mayor nivel de seguridad.

Figura 98. Ejemplo bandas alertadoras

Fuente: Google Imágenes (2024)

- **Otras contramedidas**

Para terminar este tema, cabe recalcar que existen otras contramedidas que no se encuentran como atributos dentro del software VIDA, esto debido a que el software solo trabajo con atributos generales. Por este motivo no se pudo implementar como contramedida las rampas en las aceras para la movilidad de las personas en sillas de ruedas, así como la eliminación de unas escaleras colocadas sin ninguna funcionalidad en una sección del tramo que presenta un desnivel.

Figura 99. Escaleras mal colocadas (Sección 29)

Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Resultados**

A continuación, mediante datos y graficas se presenta los resultados obtenidos al aplicar las contramedidas que se mencionó anteriormente.

Figura 100. Clasificación por estrellas con las contramedidas (Sección 1 al 22)

#Sección	Usuarios			
	Vehículos	Motocicletas	Ciclistas	Peatones
1	4	4	3	2
2	3	3	3	2
3	3	3	3	2
4	3	2	3	4
5	3	3	3	3
6	3	3	3	4
7	3	3	3	4
8	3	3	3	4
9	3	3	3	3
10	4	4	3	4
11	3	3	3	4
12	3	3	3	4
13	2	2	3	2
14	2	2	3	3
15	3	3	3	3
16	4	4	3	2
17	4	4	3	2
18	4	4	3	2
19	2	2	2	3
20	3	2	2	2
21	3	2	2	2
22	3	3	3	4

Fuente: Elaboración Propia (2024)

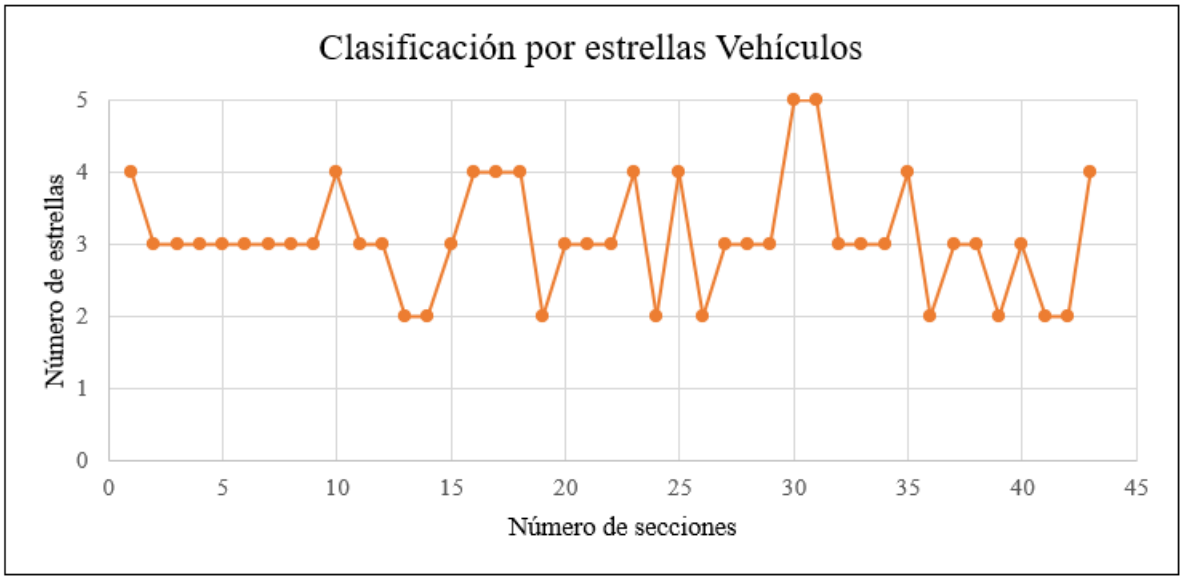
Figura 101. Clasificación por estrellas con contramedidas (Sección 23 al 43)

#Sección	Usuarios			
	Vehículos	Motocicletas	Ciclistas	Peatones
23	4	4	3	2
24	2	2	3	4
25	4	4	3	2
26	2	2	2	3
27	3	3	2	2
28	3	3	2	2
29	3	3	2	2
30	5	4	3	2
31	5	4	3	2
32	3	3	3	4
33	3	2	2	4
34	3	2	2	2
35	4	4	3	2
36	2	2	2	4
37	3	2	2	2
38	3	2	2	4
39	2	2	2	4
40	3	3	3	4
41	2	2	0	0
42	2	2	0	0
43	4	3	0	0

Fuente: Elaboración Propia (2024)

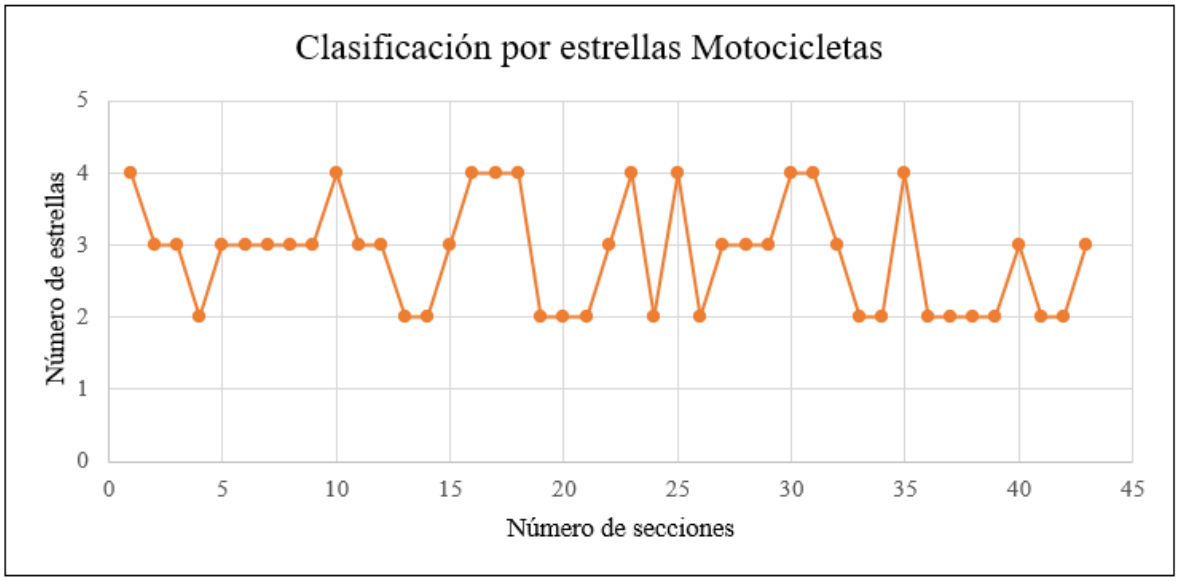
Una vez obtenido los datos anteriores, en los que se visualiza el número de estrellas para cada usuario y en cada tramo. Lo que se realizó seguidamente, fue la obtención de las gráficas de dispersión para los cuatro usuarios, para un mejor entendimiento.

Figura 102. Gráfico de clasificación por estrellas con las contramedidas para los Vehículos



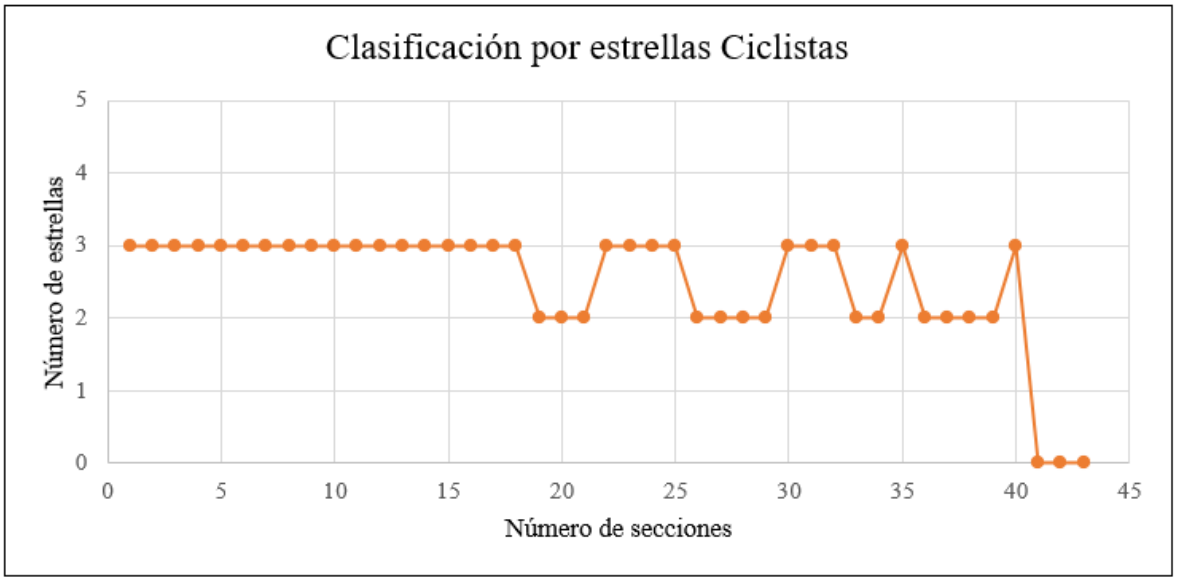
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 103. Gráfico de clasificación por estrellas con las contramedidas para Motocicletas



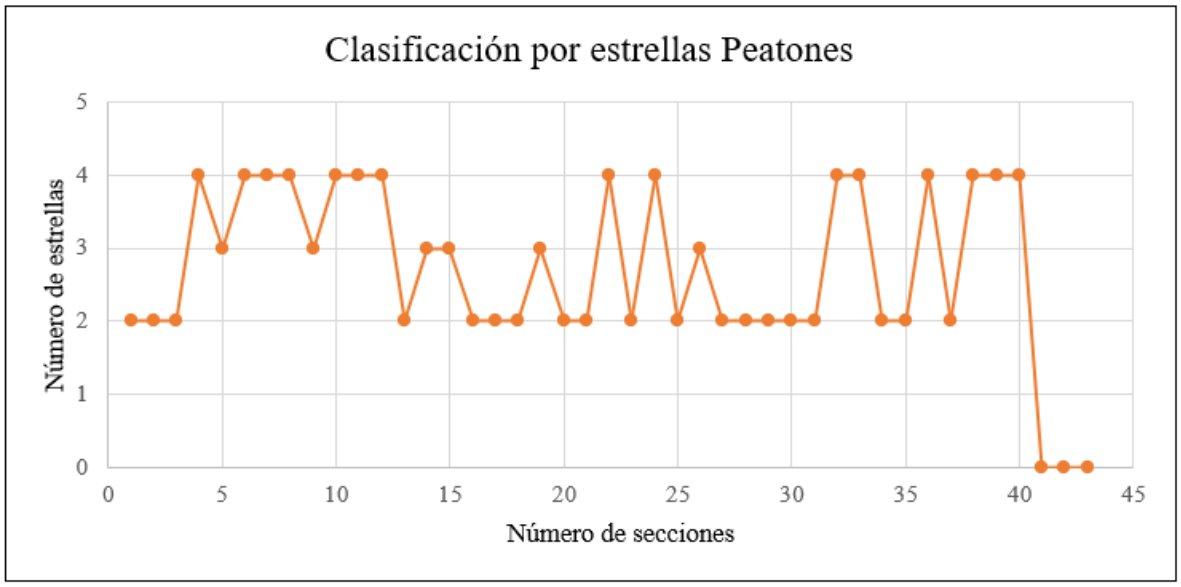
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 104. Gráfico de clasificación por estrellas con contramedidas para Ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 105. Gráfico de clasificación por estrellas con contramedidas para Peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

En las gráficas presentadas para los cuatro usuarios se observa que tras aplicar las contramedidas la clasificación subió en 1 o 2 estrellas, lo que se cumple con lo que dice la metodología iRAP.

Seguidamente se mostrará el nivel de seguridad que presenta en todo el tramo para los cuatro usuarios, siendo; baja de 1 a 2 estrellas, media de 3 estrellas y alta de 4 a 5 estrellas.

- **Vehículos**

Figura 106. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas vehículo

# Estrella	#Secciones	%
1	0	0
2	9	20.93
3	23	53.49
4	9	20.93
5	2	4.65
Total	43	100

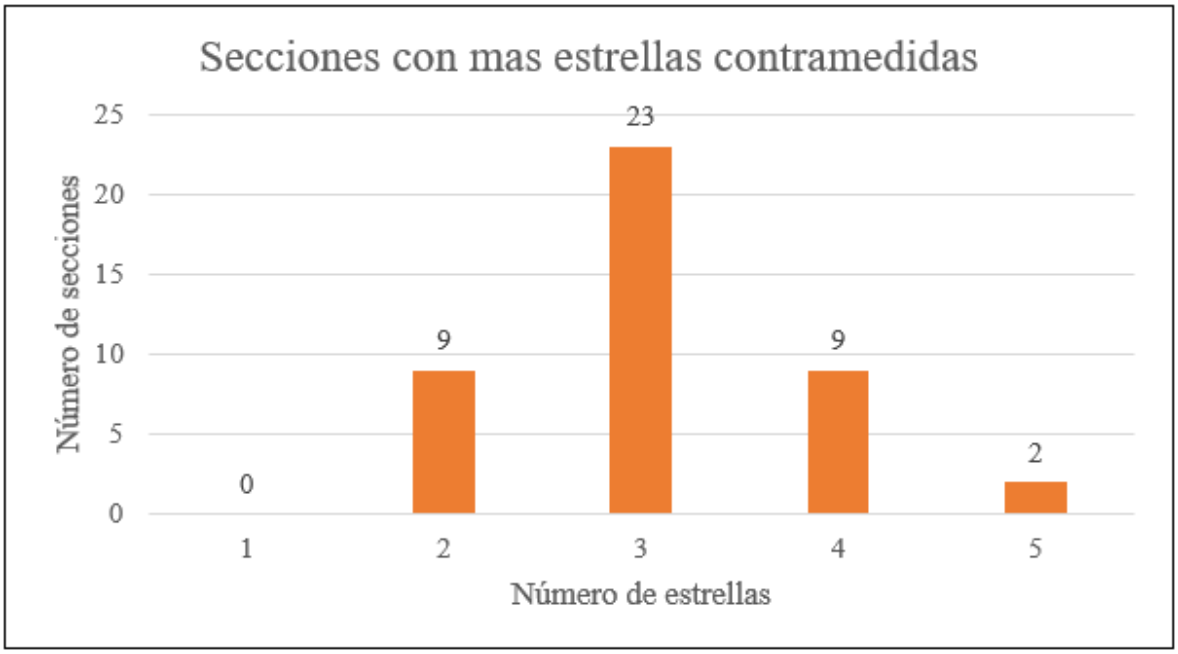
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 107. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas vehículo

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	20.93	baja
3	53.49	media
(4 a 5)	25.58	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 108. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas vehículo



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Aplicando las contramedidas, como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para los vehículos, se obtiene 9 secciones con 2 estrella y 23 secciones con 3 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 9 secciones con un nivel de seguridad baja y por otro lado se observa que 23 secciones tienen una seguridad media lo cual es aceptable, por último para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 9 secciones y para la de 5 se obtuvo 2 secciones con esta calificación, lo que supone que se tiene un total de 11 secciones con seguridad alta.

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 20.93%, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 53.49%, para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso se tiene un 25.59%.

Figura 109. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas vehículo (Sección 1 al 23)

	Ocupante de vehículo						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	3.06	**4**	6.154	6.154	**3**
2	100	0.2	5.52	**3**	6.46	6	**3**
3	100	0.3	5.52	**3**	6.68	6	**3**
4	100	0.4	10.42	**3**	6.54	6	**3**
5	100	0.5	6.25	**3**	6.8	6	**3**
6	100	0.6	8.01	**3**	6.43	6	**3**
7	100	0.7	8.01	**3**	6.68	6	**3**
8	100	0.8	5.56	**3**	6.68	6	**3**
9	100	0.9	8.85	**3**	7.97	6	**3**
10	100	1	3.06	**4**	8.72	6	**3**
11	100	1.1	5.55	**3**	8.89	6	**3**
12	100	1.2	5.55	**3**	8.40	6	**3**
13	100	1.3	18.43	**2**	7.91	6	**3**
14	100	1.4	17.95	**2**	7.67	6	**3**
15	100	1.5	7.97	**3**	8.50	6	**3**
16	100	1.6	3.11	**4**	9.27	6	**3**
17	100	1.7	3.1	**4**	9.79	6	**3**
18	100	1.8	3.1	**4**	10.03	6	**3**
19	100	1.9	17.21	**2**	8.50	6	**3**
20	100	2	10.73	**3**	8.55	6	**3**
21	100	2.1	10.77	**3**	8.07	6	**3**
22	100	2.2	7.96	**3**	9.32	6	**3**
23	100	2.3	3.13	**4**	9.68	6	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

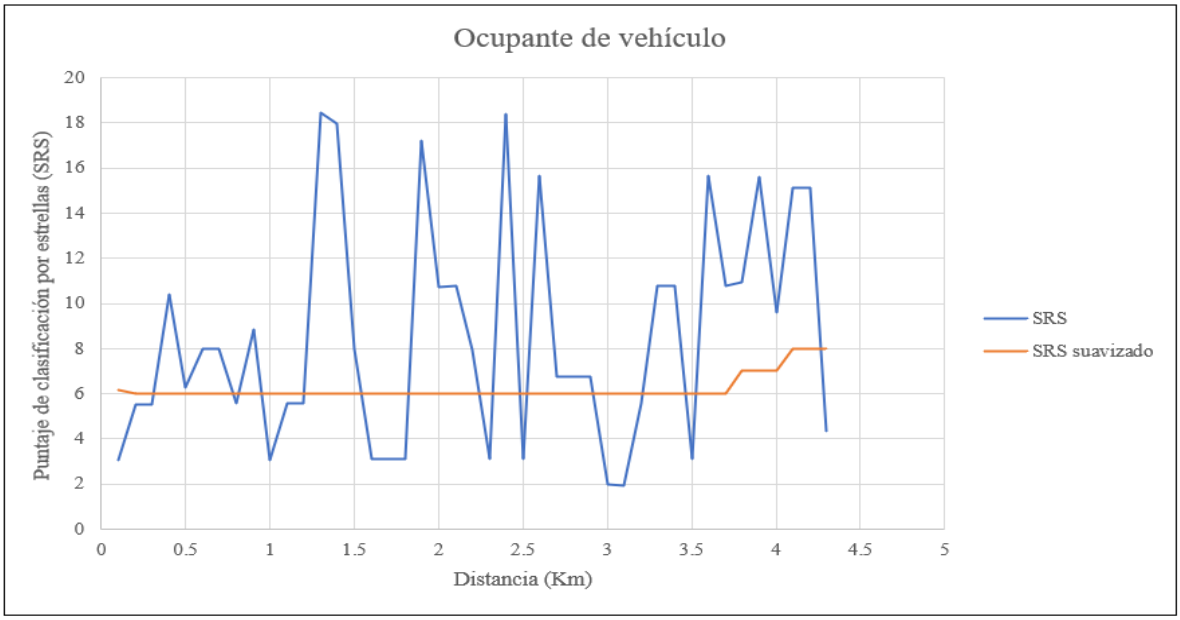
Figura 110. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas vehículo (Sección 24 al 43)

			Ocupante de vehículo				
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	18.42	**2**	10.05	6	**3**
25	100	2.5	3.13	**4**	9.01	6	**3**
26	100	2.6	15.65	**2**	8.13	6	**3**
27	100	2.7	6.74	**3**	7.25	6	**3**
28	100	2.8	6.77	**3**	7.01	6	**3**
29	100	2.9	6.75	**3**	7.77	6	**3**
30	100	3	1.96	**5**	7.01	6	**3**
31	100	3.1	1.95	**5**	7.01	6	**3**
32	100	3.2	5.58	**3**	7.01	6	**3**
33	100	3.3	10.77	**3**	7.41	6	**3**
34	100	3.4	10.79	**3**	7.83	6	**3**
35	100	3.5	3.13	**4**	8.72	6	**3**
36	100	3.6	15.65	**2**	9.48	6	**3**
37	100	3.7	10.76	**3**	10.8	6	**3**
38	100	3.8	10.96	**3**	11.75	7	**3**
39	100	3.9	15.63	**2**	11.11	7	**3**
40	100	4	9.61	**3**	11.14	7	**3**
41	100	4.1	15.12	**2**	12.15	8	**3**
42	100	4.2	15.12	**2**	11.65	8	**3**
43	100	4.3	4.32	**4**	11.79	8	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Después de haber realizado el análisis en las figuras 105 y 106 con las contramedidas hechas, se puede determinar que las secciones que presentaban un puntaje bajo subieron, lo que al realizar el suavizado se obtuvo que todo el tramo tiene un promedio de 3 estrellas.

Figura 111. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado vehículo



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al ver la figura 107, se observa que los puntajes obtenidos de la calificación por estrellas (SRS) sin suavizar son muy dispersos por lo que se debe realizar una suavización con el fin de homogenizar todos los datos y obtener buenos resultados.

- **Motociclista**

Figura 112. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas motociclista

# Estrella	# Secciones	%
1	0	0
2	16	37.21
3	17	39.53
4	10	23.26
5	0	0
Total	43	100

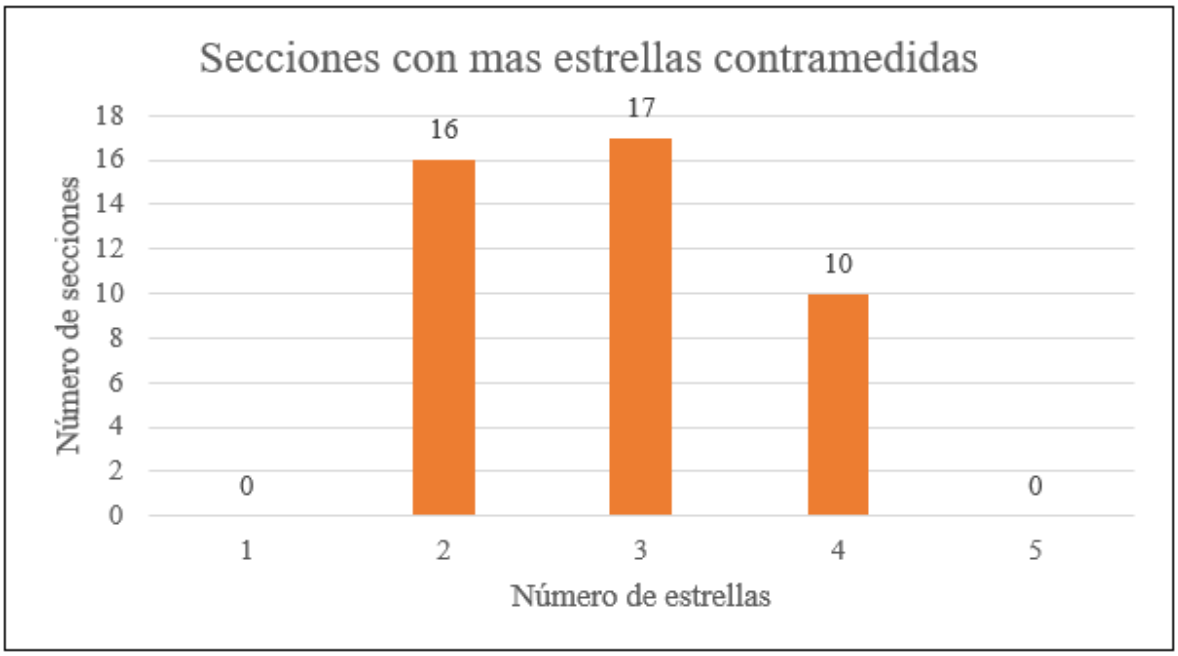
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 113. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas motociclista

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	37.21	baja
3	39.53	media
(4 a 5)	23.26	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 114. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas motociclista



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Aplicando las contramedidas, como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para las motocicletas, se obtiene 16 secciones con 2 estrella y 17 secciones con 3 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 16 secciones con un nivel de seguridad baja y por otro lado se observa que 17 secciones tienen una seguridad media lo cual es aceptable, por último para la calificación de 4 estrellas se obtuvo 10 secciones, lo que supone que se tiene un total de 10 secciones con seguridad alta.

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 37.21%, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 39.53%, para obtener una calidad alta se necesita tener calificaciones de 4 y 5 estrellas que para este caso se tiene un 23.256%.

Figura 115. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas motociclista (Sección 1 al 23)

Motociclista							
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	4.66	**4**	8.262	8.262	**3**
2	100	0.2	7.73	**3**	8.59	8	**3**
3	100	0.3	7.73	**3**	8.82	8	**3**
4	100	0.4	12.64	**2**	8.62	8	**3**
5	100	0.5	8.55	**3**	8.92	8	**3**
6	100	0.6	10.23	**3**	8.49	8	**3**
7	100	0.7	10.23	**3**	8.74	8	**3**
8	100	0.8	7.16	**3**	8.69	8	**3**
9	100	0.9	11.35	**3**	10.07	8	**3**
10	100	1	4.66	**4**	10.87	8	**3**
11	100	1.1	7.16	**3**	10.97	8	**3**
12	100	1.2	7.16	**3**	10.42	8	**3**
13	100	1.3	21.57	**2**	9.87	8	**3**
14	100	1.4	20.64	**2**	9.62	8	**3**
15	100	1.5	9.57	**3**	10.57	8	**3**
16	100	1.6	4.71	**4**	11.43	8	**3**
17	100	1.7	4.71	**4**	12.04	8	**3**
18	100	1.8	4.71	**4**	12.28	8	**3**
19	100	1.9	20.8	**2**	10.60	8	**3**
20	100	2	13.24	**2**	10.69	8	**3**
21	100	2.1	13.29	**2**	10.20	8	**3**
22	100	2.2	9.57	**3**	11.55	8	**3**
23	100	2.3	4.72	**4**	12.19	8	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

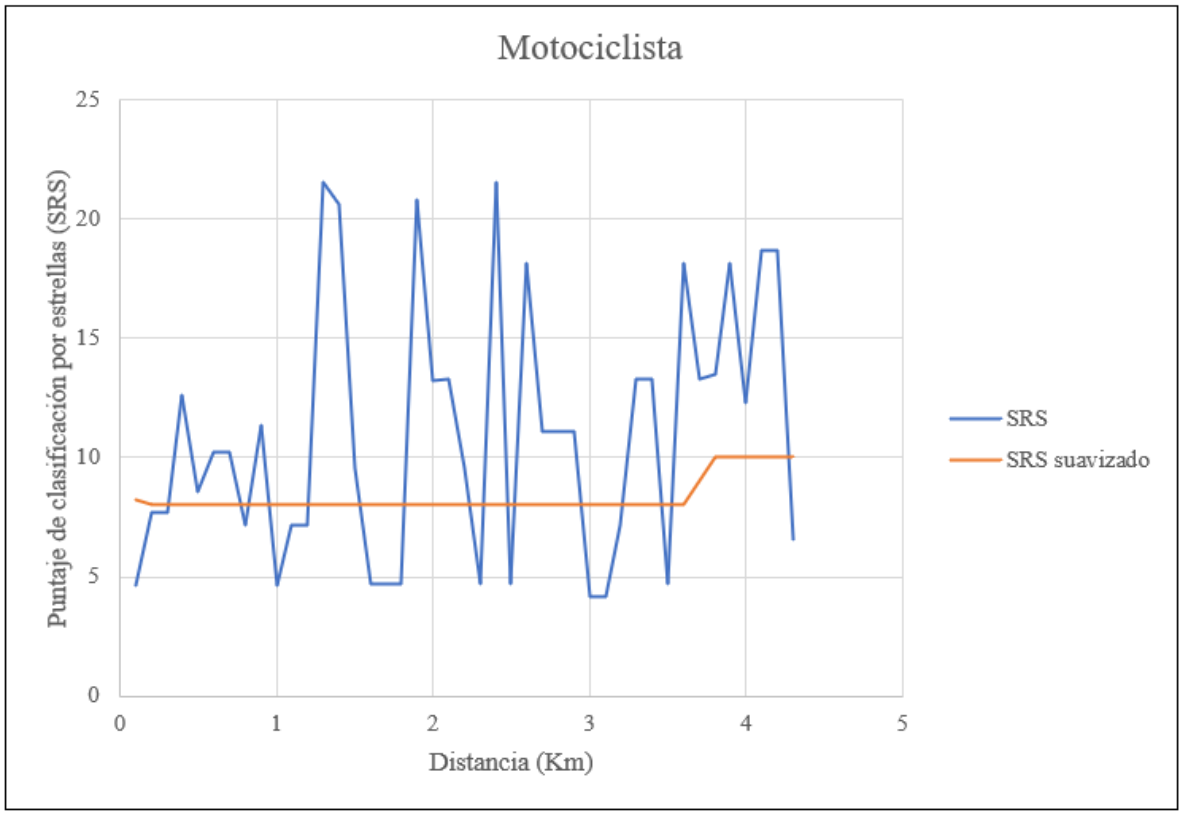
Figura 116. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas motociclista (Sección 24 al 43)

	Motociclista						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	21.57	**2**	12.83	8	**3**
25	100	2.5	4.72	**4**	11.86	8	**3**
26	100	2.6	18.16	**2**	10.95	8	**3**
27	100	2.7	11.11	**3**	10.04	8	**3**
28	100	2.8	11.11	**3**	9.80	8	**3**
29	100	2.9	11.11	**3**	10.65	8	**3**
30	100	3	4.14	**4**	9.83	8	**3**
31	100	3.1	4.14	**4**	9.83	8	**3**
32	100	3.2	7.17	**3**	9.83	8	**3**
33	100	3.3	13.29	**2**	10.04	8	**3**
34	100	3.4	13.3	**2**	10.28	8	**3**
35	100	3.5	4.72	**4**	10.99	8	**3**
36	100	3.6	18.16	**2**	11.80	8	**3**
37	100	3.7	13.29	**2**	13.25	9	**3**
38	100	3.8	13.49	**2**	14.4	10	**3**
39	100	3.9	18.15	**2**	13.73	10	**3**
40	100	4	12.28	**3**	13.77	10	**3**
41	100	4.1	18.66	**2**	14.91	10	**3**
42	100	4.2	18.66	**2**	14.44	10	**3**
43	100	4.3	6.56	**3**	14.63	10	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Después de haber realizado el análisis en las figuras 115 y 116 con las contramedidas hechas, se puede determinar que las secciones que presentaban un puntaje bajo subieron, lo que al realizar el suavizado se obtuvo que todo el tramo tiene un promedio de 3 estrellas.

Figura 117. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado motociclista



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al ver la figura 117, se observa que los puntajes obtenidos de la calificación por estrellas (SRS) sin suavizar son muy dispersos por lo que se debe realizar una suavización con el fin de homogenizar todos los datos y obtener buenos resultados.

- **Ciclista**

Figura 118. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas ciclista

# Estrella	# Secciones	%
1	0	0
2	13	30.23
3	27	62.79
4	0	0
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

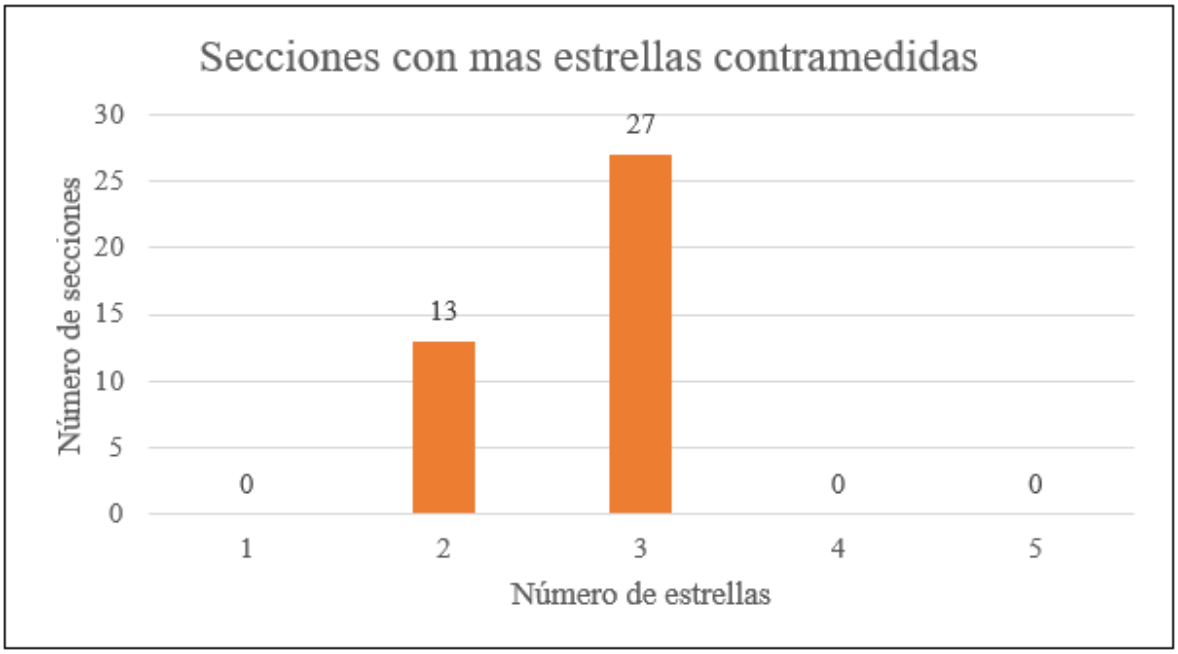
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 119. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas ciclista

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	30.23	baja
3	62.79	media
(4 a 5)	0	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 120. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas ciclista



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Aplicando las contramedidas, como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para las motocicletas, se obtiene 13 secciones con 2 estrellas y 27 secciones con 3 estrellas por lo se puede decir que se tiene un total de 13 secciones con un nivel de seguridad baja y por otro lado se observa que 27 secciones tienen una seguridad media por ende es aceptable.

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 30.24%, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 62.8%, también se cuenta con 3 secciones que no tienen calificaciones y representa un porcentaje de 6.98%.

Figura 121. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas ciclista (Sección 1 al 23)

	Ciclista						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	12.33	**3**	21.356	21.356	**3**
2	100	0.2	22.19	**3**	21.73	21	**3**
3	100	0.3	22.19	**3**	22	21	**3**
4	100	0.4	27.86	**3**	20.97	21	**3**
5	100	0.5	22.21	**3**	20.71	21	**3**
6	100	0.6	23.61	**3**	19.87	21	**3**
7	100	0.7	23.61	**3**	20.01	21	**3**
8	100	0.8	13.75	**3**	19.17	21	**3**
9	100	0.9	18.64	**3**	19.36	21	**3**
10	100	1	12.33	**3**	18.92	21	**3**
11	100	1.1	13.75	**3**	18.50	21	**3**
12	100	1.2	13.75	**3**	17.37	21	**3**
13	100	1.3	24.12	**3**	16.24	21	**3**
14	100	1.4	23.4	**3**	16.10	21	**3**
15	100	1.5	18	**3**	19.31	21	**3**
16	100	1.6	12.33	**3**	22.39	21	**3**
17	100	1.7	12.33	**3**	25.33	21	**3**
18	100	1.8	12.33	**3**	25.75	21	**3**
19	100	1.9	50.71	**2**	24.57	21	**3**
20	100	2	43.15	**2**	24.99	21	**3**
21	100	2.1	43.15	**2**	24.42	21	**3**
22	100	2.2	18	**3**	28.07	22	**3**
23	100	2.3	12.33	**3**	31.45	23	**3**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

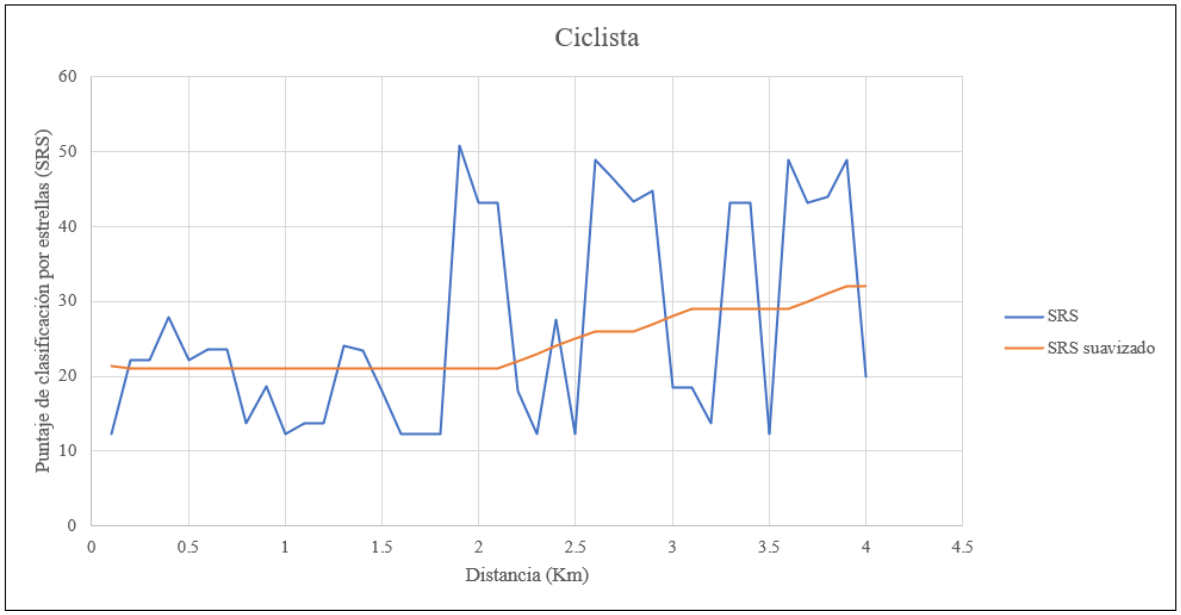
Figura 122. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas ciclista (Sección 24 al 43)

	Ciclista						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	27.52	**3**	34.55	24	**3**
25	100	2.5	12.33	**3**	33.96	25	**3**
26	100	2.6	48.82	**2**	31.49	26	**3**
27	100	2.7	46.2	**2**	29.02	26	**3**
28	100	2.8	43.32	**2**	28.60	26	**3**
29	100	2.9	44.74	**2**	31.68	27	**3**
30	100	3	18.48	**3**	33.24	28	**3**
31	100	3.1	18.48	**3**	33.24	29	**3**
32	100	3.2	13.75	**3**	33.24	29	**3**
33	100	3.3	43.15	**2**	32.94	29	**3**
34	100	3.4	43.15	**2**	32.99	29	**3**
35	100	3.5	12.33	**3**	33.40	29	**3**
36	100	3.6	48.82	**2**	33.54	29	**3**
37	100	3.7	43.15	**2**	35.21	30	**2**
38	100	3.8	43.86	**2**	37.90	31	**2**
39	100	3.9	48.82	**2**	37.15	32	**2**
40	100	4	19.89	**3**	36.15	32	**2**
41	100	4.1	0	**0**	0	0	**0**
42	100	4.2	0	**0**	0	0	**0**
43	100	4.3	0	**0**	0	0	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Después de haber realizado el análisis en las figuras 121 y 122 con las contramedidas hechas, se puede determinar que las secciones que presentaban un puntaje bajo subieron, lo que al realizar el suavizado se obtuvo que la mayor parte de todo el tramo tiene una calificación de 3 estrellas y tan solo 4 secciones presentan 2 estrellas, adicional se tiene 3 secciones sin calificación.

Figura 123. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado ciclista



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al ver la figura 123, se observa que los puntajes obtenidos de la calificación por estrellas (SRS) sin suavizar son muy dispersos por lo que se debe realizar una suavización con el fin de homogenizar todos los datos y obtener buenos resultados.

- **Peatones**

Figura 124. Número de secciones y porcentajes para cada estrella con contramedidas peatones

# Estrella	# Secciones	%
1	0	0
2	19	44.19
3	6	13.95
4	15	34.88
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

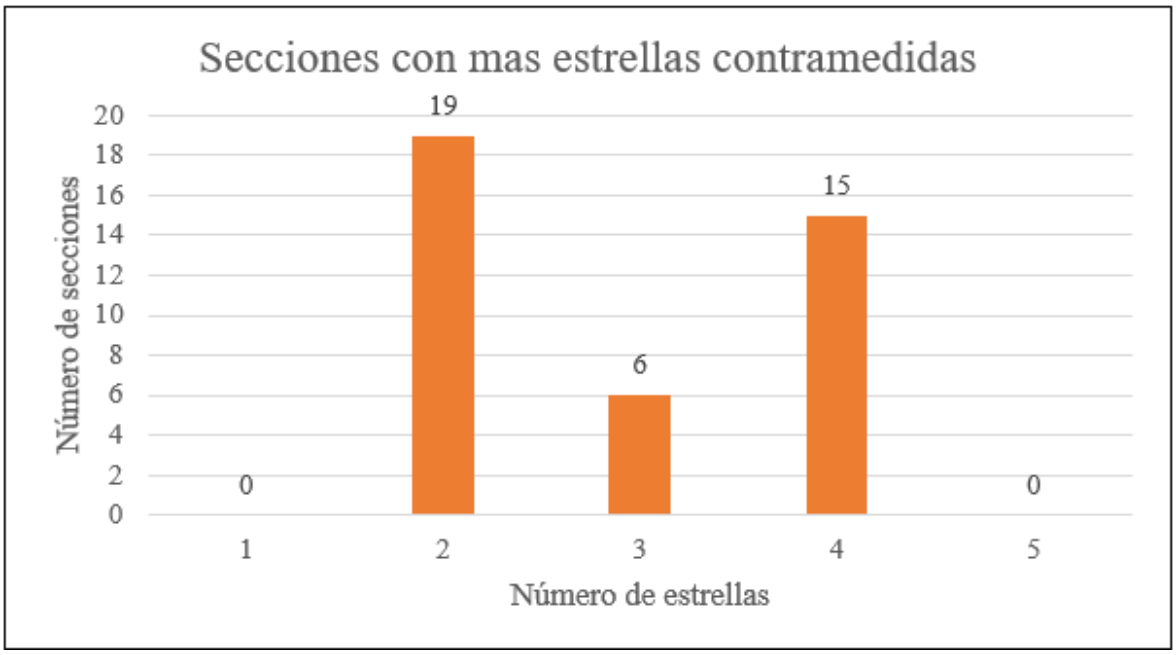
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 125. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas con contramedidas peatones

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	44.19	baja
3	13.95	media
(4 a 5)	34.88	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 126. Gráfica del número de secciones por número de estrellas con contramedidas peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Aplicando las contramedidas, como resultado se observa que de las 43 secciones que se analizan para las motocicletas, se obtiene 19 secciones con 2 estrellas y 6 secciones con 3 estrellas por lo que se tiene un total de 19 secciones con un nivel de seguridad baja y por otro lado se observa que 6 secciones tienen una seguridad media lo cual es aceptable, para seguridad alta se tiene 15 secciones.

Como se sabe la metodología iRAP, dice que de 1 a 2 estrellas es seguridad baja lo que en el análisis representa un 44.19%, en cuanto a la calidad media la metodología dice que es una calificación de 3 estrella en este caso es de 13.96%, para seguridad alto se realiza con la clasificación de 4 y 5 estrellas en este análisis se tiene un porcentaje de 34.89%, también se cuenta con 3 secciones que no tienen calificaciones y representa un porcentaje de 6.98%.

Figura 127. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas peatones (Sección 1 al 23)

	Peatón						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
1	100	0.1	79.24	2	53.526	53.526	2
2	100	0.2	79.38	2	47.06	53	2
3	100	0.3	79.38	2	42.1	52	2
4	100	0.4	13.79	4	38.36	51	2
5	100	0.5	15.84	3	36.96	50	2
6	100	0.6	14.74	4	34.52	48	2
7	100	0.7	12.33	4	27.82	46	2
8	100	0.8	12.2	4	21.10	44	2
9	100	0.9	25.72	3	21.17	42	2
10	100	1	12.57	4	21.29	40	2
11	100	1.1	12.2	4	21.41	38	3
12	100	1.2	12.2	4	27.86	37	3
13	100	1.3	80.11	2	34.56	37	3
14	100	1.4	15.02	3	40.87	37	3
15	100	1.5	16.99	3	40.13	37	3
16	100	1.6	79.28	2	46.84	38	3
17	100	1.7	79.28	2	53.59	40	2
18	100	1.8	75.31	2	53.79	41	2
19	100	1.9	18.35	3	53.70	42	2
20	100	2	79.66	2	53.34	43	2
21	100	2.1	79.69	2	59.57	45	2
22	100	2.2	14.18	4	53.38	46	2
23	100	2.3	79.28	2	53.42	47	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

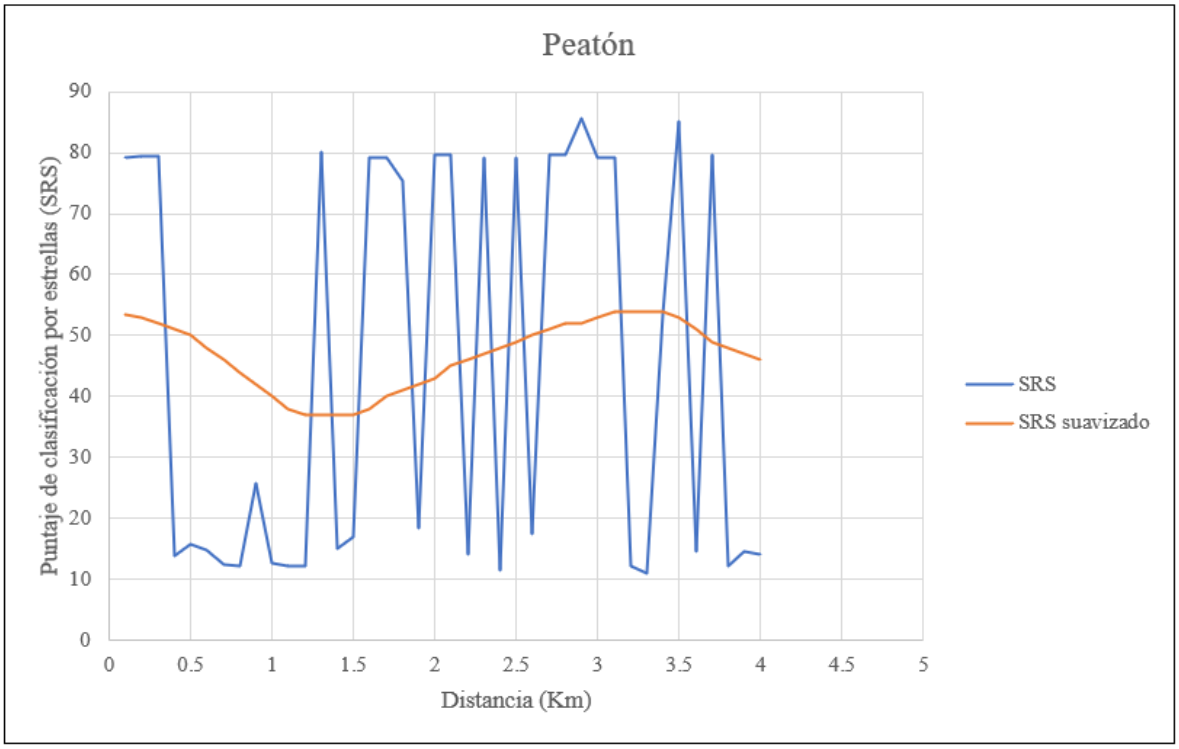
Figura 128. Puntaje de clasificación por estrellas con el (SR), sin suavizar y suavizado con contramedidas peatones (Sección 24 al 43)

	Peatón						
#Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada(K	SRS (sin suavizar)	SR (sin suavizar)	SRS (suavización	SRS (suavización	SR (suavizado)
24	100	2.4	11.36	**4**	53.86	48	**2**
25	100	2.5	79.28	**2**	60.58	49	**2**
26	100	2.6	17.4	**3**	60.54	50	**2**
27	100	2.7	79.69	**2**	60.50	51	**2**
28	100	2.8	79.69	**2**	60.30	52	**2**
29	100	2.9	85.52	**2**	53.46	52	**2**
30	100	3	79.28	**2**	57.66	53	**2**
31	100	3.1	79.28	**2**	58.24	54	**2**
32	100	3.2	12.2	**4**	57.96	54	**2**
33	100	3.3	10.94	**4**	57.96	54	**2**
34	100	3.4	53.32	**2**	51.22	54	**2**
35	100	3.5	85.1	**2**	44.13	53	**2**
36	100	3.6	14.6	**4**	37.62	51	**2**
37	100	3.7	79.69	**2**	32.99	49	**2**
38	100	3.8	12.29	**4**	35.59	48	**2**
39	100	3.9	14.6	**4**	39.11	47	**2**
40	100	4	14.18	**4**	36.74	46	**2**
41	100	4.1	0	**0**	0	0	**0**
42	100	4.2	0	**0**	0	0	**0**
43	100	4.3	0	**0**	0	0	**0**

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Después de haber realizado el análisis en las figuras 127 y 128 con las contramedidas hechas, se puede determinar que las secciones que presentaban un puntaje bajo subieron, lo que al realizar el suavizado se obtuvo que la mayor parte de todo el tramo tiene una calificación de 2 estrellas y tan solo 6 secciones presentan 3 estrellas, adicional se tiene 3 secciones sin calificación.

Figura 129. Gráfica de clasificación de puntaje por estrellas (SRS), sin suavizar y suavizado contramedidas peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al ver la figura 129, se observa que los puntajes obtenidos de la calificación por estrellas (SRS) sin suavizar son muy dispersos por lo que se debe realizar una suavización con el fin de homogenizar todos los datos y obtener buenos resultados.

5.2.3 Comparación entre el análisis sin contramedidas y con contramedidas

Una vez realizado el análisis tanto para lo inspeccionado como al aplicarse las contramedidas, se pasa a realizar una comparación entre ambas para visualizar el incremento mantenimiento de la calificación una vez aplicadas las contramedidas pertinentes.

Figura 130. Comparación entre la clasificación por estrelles obtenidas en el análisis de inspección y aplicando las contramedidas (secciones 1 a 23)

#Secciones	Usuarios							
	Vehículos		Motocicletas		Cicilistas		Peatones	
	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida
1	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2
2	3	3	3	3	**2**	**3**	2	2
3	3	3	3	3	**2**	**3**	2	2
4	**2**	**3**	2	2	**2**	**3**	**1**	**4**
5	3	3	3	3	**2**	**3**	3	3
6	3	3	**2**	**3**	**2**	**3**	**1**	**4**
7	3	3	**2**	**3**	**2**	**3**	**1**	**4**
8	3	3	3	3	3	3	**1**	**4**
9	3	3	3	3	**2**	**3**	3	3
10	4	4	**3**	**4**	3	3	4	4
11	3	3	3	3	3	3	**1**	**4**
12	3	3	3	3	3	3	**1**	**4**
13	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**3**	2	2
14	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**3**	3	3
15	3	3	**2**	**3**	**2**	**3**	**1**	**3**
16	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2
17	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2
18	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2
19	2	2	2	2	**1**	**2**	3	3
20	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	2	2
21	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	2	2
22	3	3	3	3	3	3	4	4
23	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

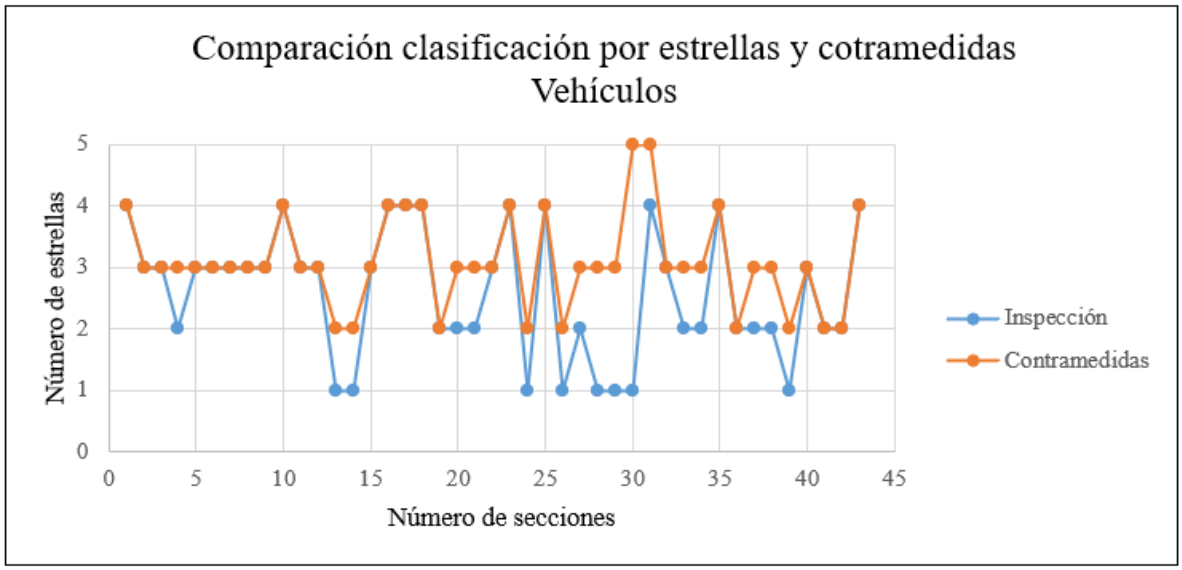
Figura 131. Comparación entre la clasificación por estrelles obtenidas en el análisis de inspección y aplicando las contramedidas (secciones 24 a 43)

#Secciones	Usuarios							
	Vehículos		Motocicletas		Cicilistas		Peatones	
	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida	Inspección	Contramedida
24	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**3**	4	4
25	4	4	**3**	**4**	3	3	2	2
26	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**3**
27	**2**	**3**	**2**	**3**	**1**	**2**	2	2
28	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**2**	2	2
29	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**2**	**1**	**2**
30	**1**	**5**	**1**	**4**	3	3	2	2
31	**4**	**5**	**3**	**4**	3	3	2	2
32	3	3	3	3	3	3	**1**	**4**
33	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	4	4
34	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	2	2
35	4	4	**3**	**4**	3	3	**1**	**2**
36	2	2	2	2	**1**	**2**	4	4
37	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	2	2
38	**2**	**3**	2	2	**1**	**2**	**1**	**4**
39	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**4**
40	3	3	**2**	**3**	**2**	**3**	4	4
41	2	2	2	2	0	0	0	0
42	2	2	2	2	0	0	0	0
43	4	4	3	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia (2024)

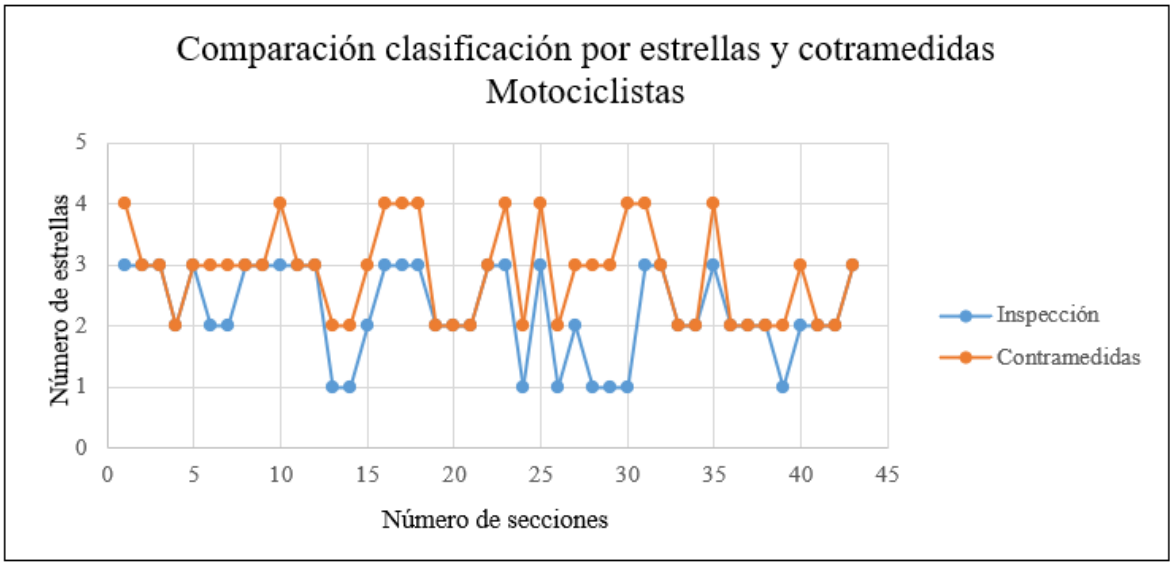
Al realizar esta comparación se observa que algunas secciones mantienen su calificación así se haya realizado las contramedidas necesarias sin embargo se ve que otras secciones si han sufrido un incremento de hasta 3 estrellas en algunas secciones como se observa en las figuras 130 y 131 los valores que se encuentra en letra negra.

Figura 132. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas vehículo



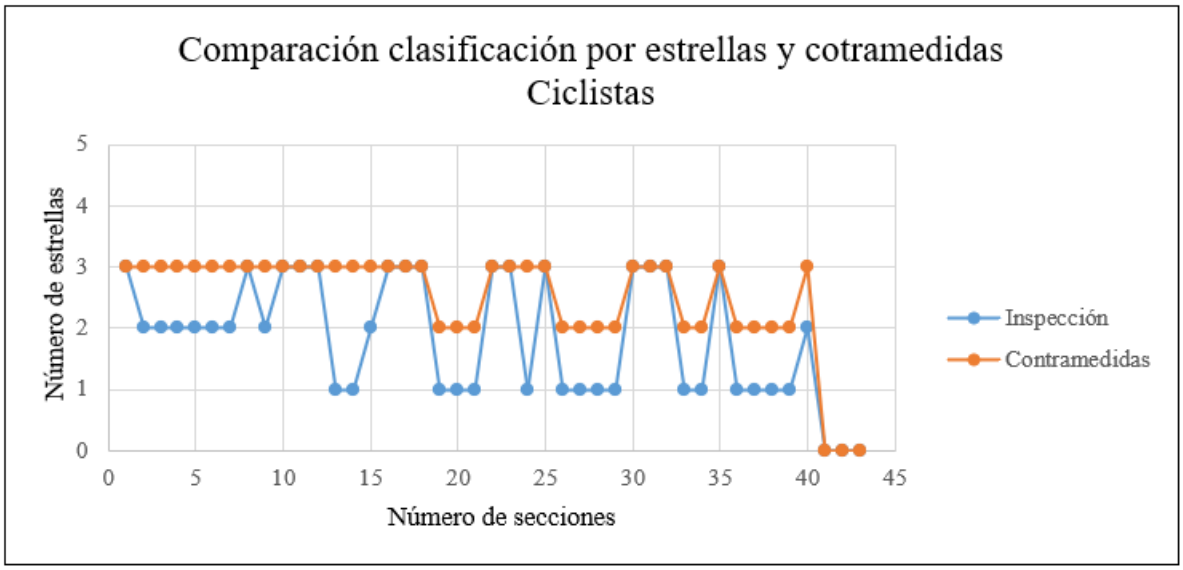
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 133. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas motociclista



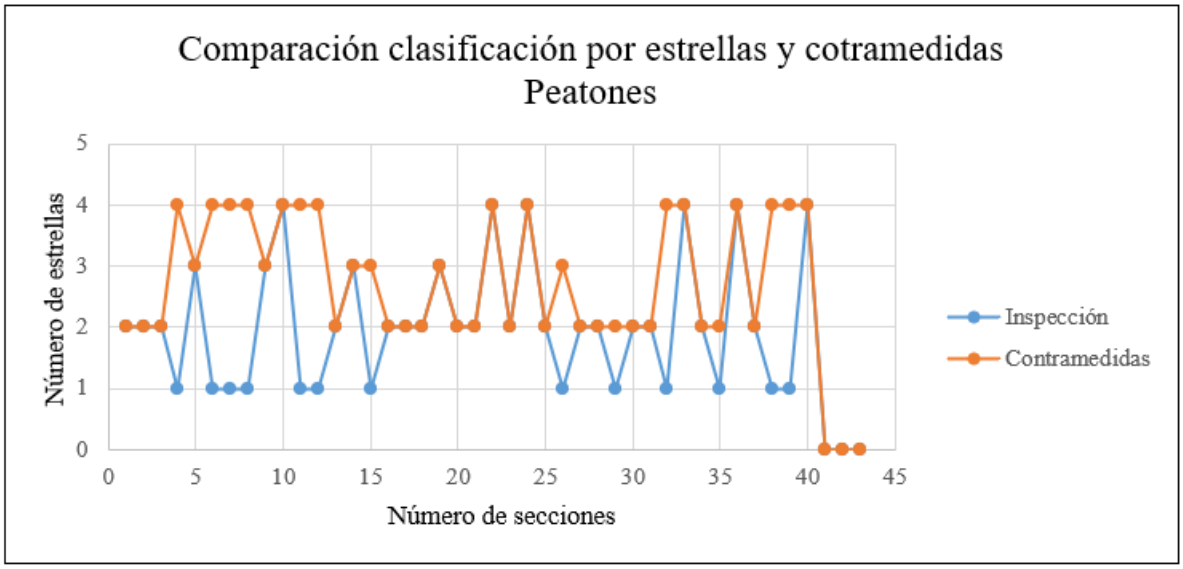
Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 134. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 135. Gráfica de comparación entre inspección y aplicado las contramedidas peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Como se observa en las figuras 132 a 135, se nota el incremento en las calificaciones tras realizar las contramedidas.

- **Vehículo**

Figura 136. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación vehículo

Inspección		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	8	18.60
2	12	27.91
3	13	30.23
4	10	23.26
5	0	0
Total	43	100

Contramedidas		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	0	0
2	9	20.93
3	23	53.49
4	9	20.93
5	2	4.65
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 137. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación vehículo

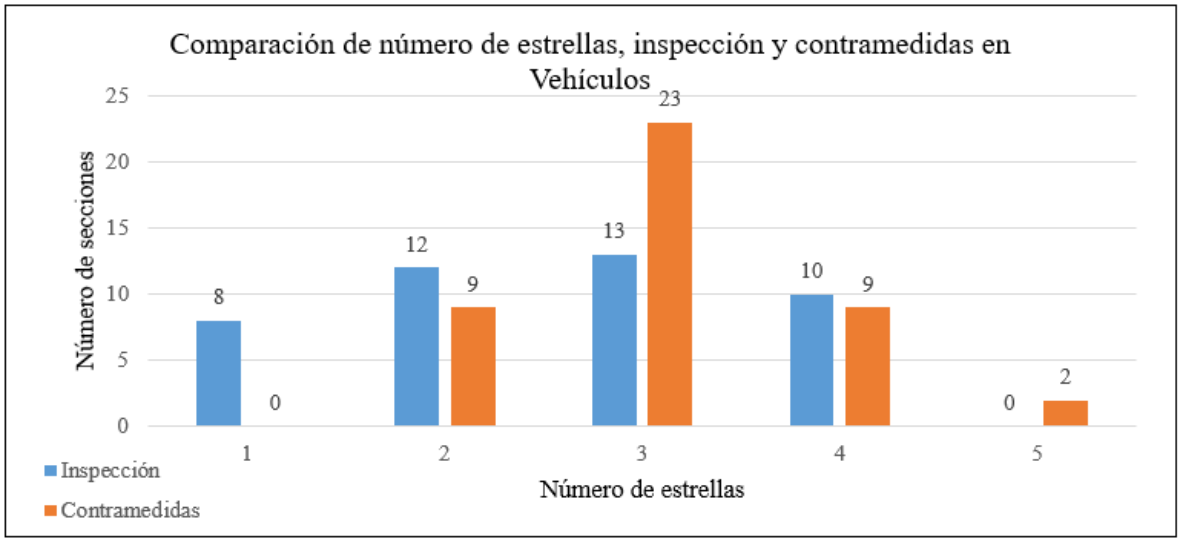
Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	46.51	baja
3	30.23	media
(4 a 5)	23.26	alta
Total	100	

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	20.93	baja
3	53.49	media
(4 a 5)	25.58	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al realizar la comparación se observa como para el del ocupante del vehículo la seguridad baja disminuye desde el 46.51% al 20.93%, mientras que la seguridad media aumenta significativamente pasando de 30.23% a 53.49%, en cuanto la seguridad alta casi no sufre modificación puesto que pasa de 23.26% a 25.59%. Analizando estos valores se observa que las contramedidas favorecieron a que el tramo de estudi0 sea más segura.

Figura 138. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación vehículo



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Respecto a esta gráfica de la figura 138, se observa como para 1 estrella ya no quedan secciones, mientras que para la de 2 estrellas hubo una reducción a 9 secciones, para la de 3 estrellas hubo un incremento significativo siendo la que más secciones obtuvo un total de 23, en cuanto a la de 4 estrellas hubo una ligera reducción quedándose con 9 secciones, pero esta se contrasta con obtención por parte de la 5 estrella que obtuvo 2 secciones. Esto quiere decir que las contramedidas escogidas ayudaron a que la vía presente mayor seguridad vial.

- **Motociclistas**

Figura 139. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación motociclistas

Inspección		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	8	18.60
2	16	37.21
3	19	44.19
4	0	0
5	0	0
Total	43	100

Contramedidas		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	0	0
2	16	37.21
3	17	39.53
4	10	23.26
5	0	0
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 140. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación motociclistas

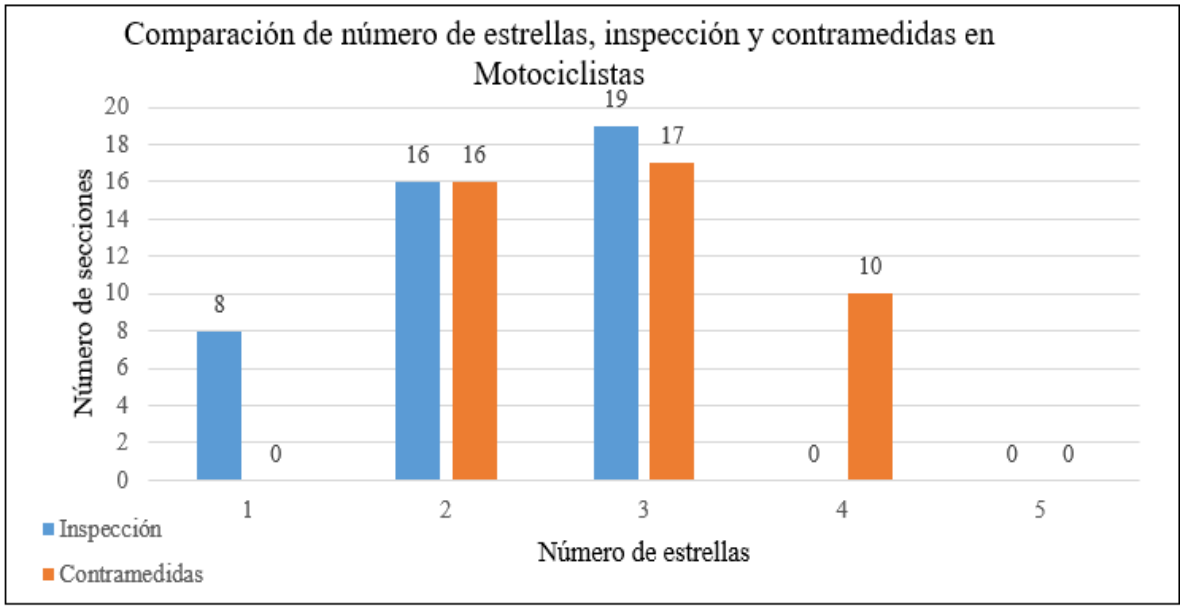
Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	55.81	baja
3	44.19	media
(4 a 5)	0	alta
Total	100	

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	37.21	baja
3	39.53	media
(4 a 5)	23.26	alta
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al realizar la comparación se observa como para los motociclistas la seguridad baja disminuye desde el 55.81% a 37.21%, en tanto para la seguridad media disminuyo levemente pasando de 44.19% a 39.53%, mientras que la seguridad alta tuvo un gran crecimiento pasando de 0% a 23.26%. Analizando estos valores se observa que las contramedidas favorecieron a que el tramo de estudio presente mayor seguridad vial para los motociclistas.

Figura 141. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación motociclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Respecto a esta gráfica de la figura 141, se observa como para 1 estrella ya no quedan secciones, mientras que para la de 2 estrellas se mantiene en 16 secciones, para la de 3 estrellas hubo una reducción a 17 secciones, en cuanto a la de 4 estrellas tuvo la mayor ganancia pasando de o secciones a tener 10. Esto quiere decir que las contramedidas escogidas ayudaron a que la vía sea más segura.

- **Ciclistas**

Figura 142. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación ciclistas

Inspección		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	16	37.21
2	9	20.93
3	15	34.88
4	0	0
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Contramedidas		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	0	0
2	13	30.23
3	27	62.79
4	0	0
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 143. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación ciclistas

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	58.14	baja
3	34.88	media
(4 a 5)	0	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

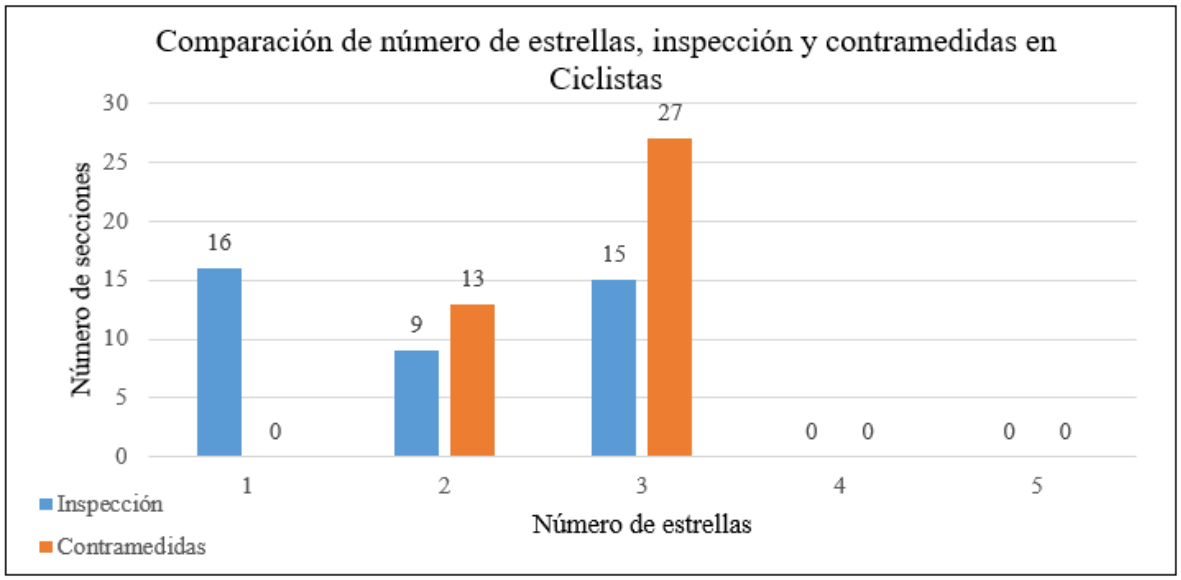
Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	30.23	baja
3	62.79	media
(4 a 5)	0	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al realizar la comparación se observa como para los ciclistas la seguridad baja disminuye desde el 58.14% a 30.23%, en tanto para la seguridad media tuvo un aumento considerable pasando de 34.19% a 62.79%.

También se tiene un porcentaje de secciones que no presentan calificaciones este representa un 6.98%, analizando estos valores se observa que las contramedidas favorecieron a que el tramo de estudio presente mayor seguridad vial para los ciclistas.

Figura 144. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación ciclistas



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Respecto a esta gráfica de la figura 144, se observa como para 1 estrella ya no quedan secciones, mientras que para la de 2 estrellas se aumenta a 13 secciones, para la de 3 estrellas hubo un aumento hasta alcanzar las 27 secciones. Esto quiere decir que las contramedidas escogidas ayudaron a que la vía sea más segura.

- **Peatones**

Figura 145. Número de secciones y porcentajes para cada estrella comparación peatones

Inspección		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	13	30.23
2	17	39.53
3	4	9.30
4	6	13.95
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Contramedidas		
# Estrella	**# Secciones**	**%**
1	0	0
2	19	44.19
3	6	13.95
4	15	34.88
5	0	0
Sin Estrella	3	6.98
Total	43	100

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 146. Porcentajes de seguridad según el número de estrellas comparación peatones

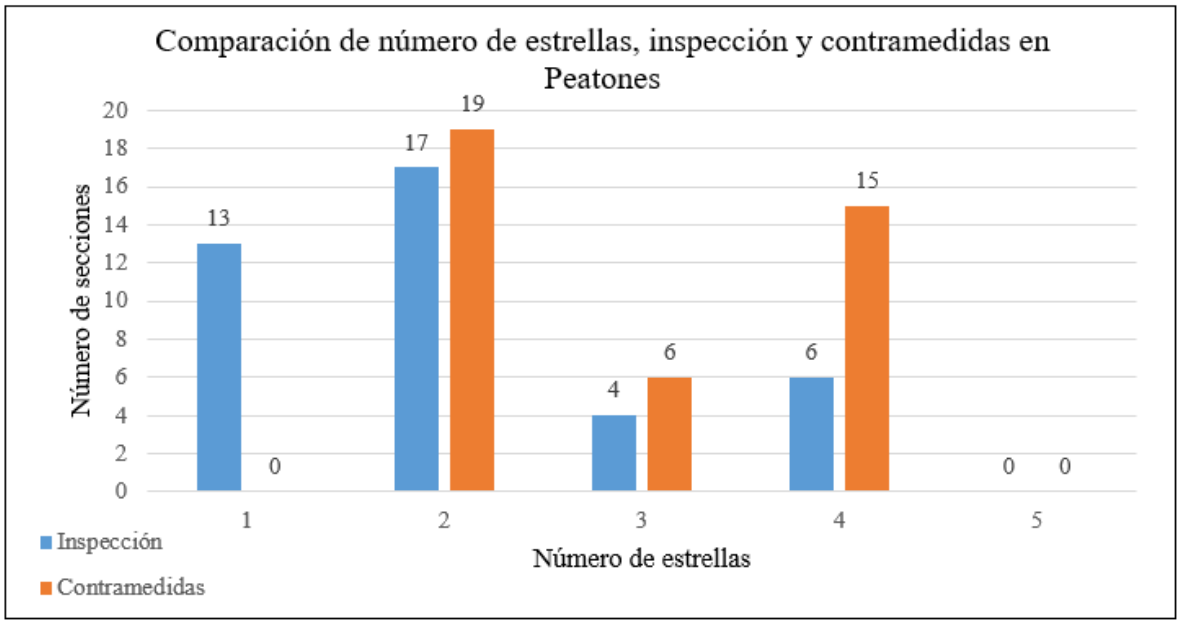
Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	69.77	baja
3	9.30	media
(4 a 5)	13.95	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Estrellas	%	Seguridad
(1 a 2)	44.19	baja
3	13.95	media
(4 a 5)	34.88	alta
Sin Estrella	6.98	
Total	100	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Al realizar la comparación se observa como para los peatones la seguridad baja disminuye desde el 69.77% a 44.19%, en tanto para la seguridad media tuvo un aumento pasando de 9.30% a 13.96%, para la seguridad alta hubo un crecimiento bastante bueno puesto que se pasó de 13.95% a 34.88%, también se tiene un porcentaje de secciones que no presentan calificaciones este representa un 6.98%. Analizando estos valores se observa que las contramedidas favorecieron a que el tramo de estudio presente mayor seguridad vial para los peatones.

Figura 147. Gráfica del número de secciones por número de estrellas comparación peatones



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Respecto a esta gráfica de la figura 147, se observa como para 1 estrella ya no quedan secciones, mientras que para la de 2 estrellas se aumenta a 19 secciones, para la de 3 estrellas hubo un aumento hasta alcanzar 6 secciones, respecto a la de 4 estrella tubo un aumento hasta alcanzar las 15 secciones. Esto quiere decir que las contramedidas escogidas ayudaron a que la vía sea más segura.

5.3. Resultados de análisis de diseño geométrico

Para la parte del diseño geométrico, lo que se realizó fue una réplica del redondel Simón Bolívar y el trazado de una ciclovía.

- **Redondel Simón Bolívar**

Como se dijo anteriormente, lo que se hizo fue replicar el redondel ya existente con el objetivo de saber el radio que tiene para saber si cumple con lo establecido por el MTOP.

Esta rotonda no se encuentra dentro de la clasificación, puesto que del análisis solo cuenta con un total de 32m de diámetro. A modo de conclusión se dice que la rotonda del presente análisis no ha sido construida mediante normativa por lo que, se propone transformarla en una intersección semaforizada en el que mediante las luces establezca las prioridades de paso vehicular, esto con el objetivo de mitigar la difícil situación que presenta en horas pico.

Figura 148. Clasificación de redondel según el diámetro

Categoría de la vía	I	II	III	IV-V
Velocidad de Diseño, Km/h	45-50	40-45	30-40	25-30
Diámetro de la isla central,m	95	70	60	45

Fuente: Manual de carretera (2003)

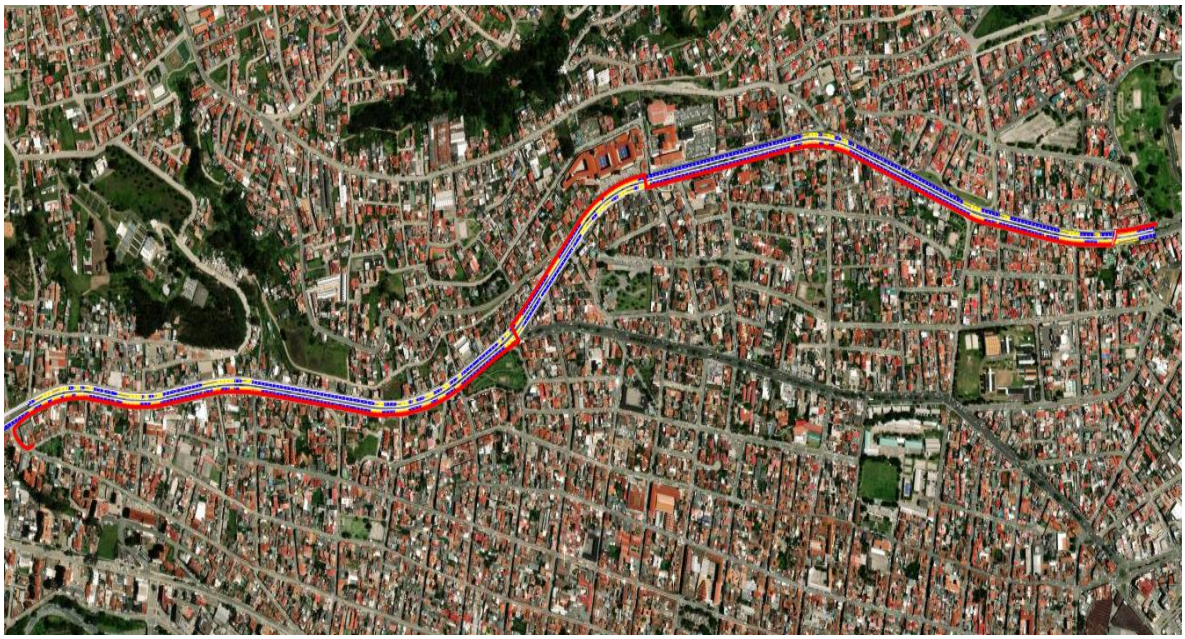
Figura 149. Replica redondel Simón Bolívar

Fuente: Elaboración Propia (2024)

- **Ciclovía**

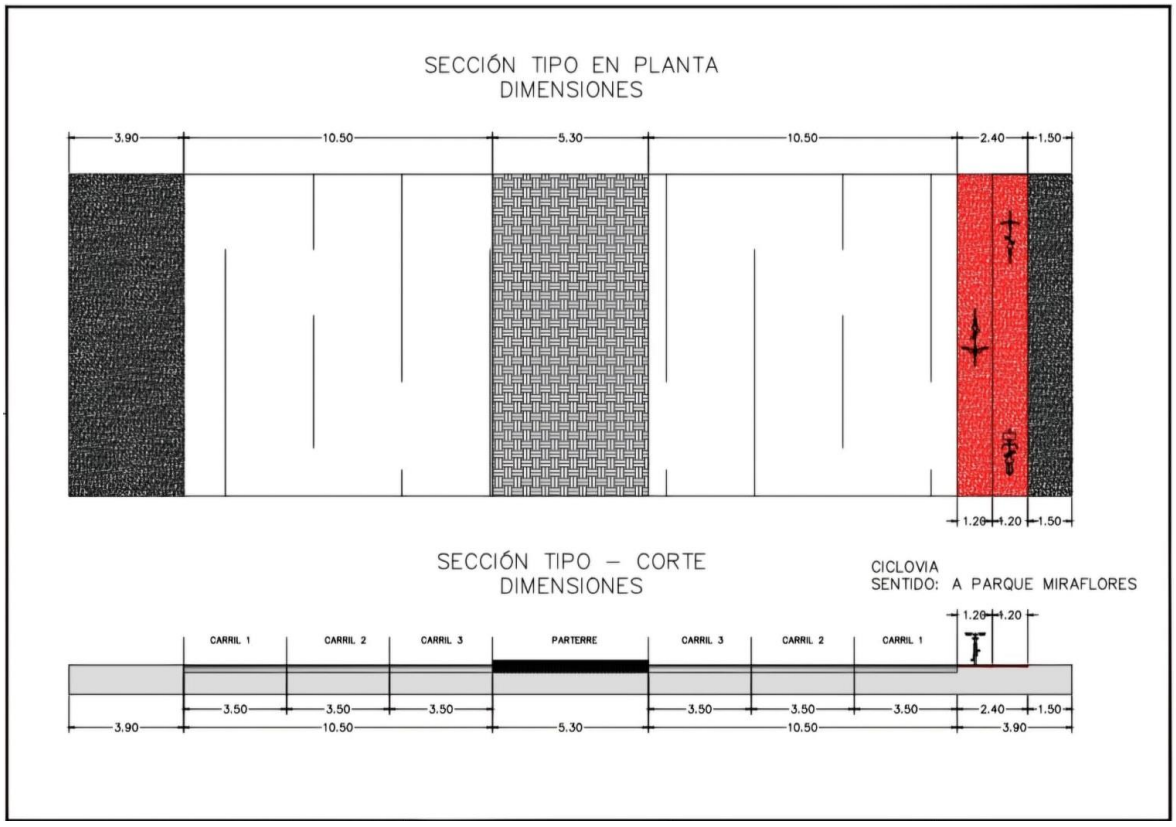
El carril de la ciclovía es una de las contramedidas que se propuso por esto se recurrido a trazar un carril de ciclovía de 2.4 m, ya que sería de doble sentido. El trazo empieza en la parada Unidad Nacional del tranvía de la ciudad y terminaría en el parque Miraflores. El trazado se realizó encima de la acera puesto que en su mayoría la acera supera los 3.5 m de ancho y en algunas secciones llega incluso a 4 m. La longitud total de este trazado sería de 3.34 m.

Figura 150. Trazado de ciclovía



Fuente: Elaboración Propia (2024)

Figura 151. Sección Tipo ciclovía



Fuente: Elaboración Propia (2024)

6. Conclusiones

- Los tramos de mayor flujo peatonal, ciclista, motociclista y vehicular son el redondel Simón Bolívar y el sector de la Universidad Católica de Cuenca, por lo que se identifican 2 puntos críticos. Estos fueron identificados al realizar las inspecciones in situ.
- Al realizar el análisis en el tramo de estudio mediante la metodología iRAP y aplicar las contramedidas tales como carril bici, barreras laterales lado del conductor, semaforización de intersecciones con 3 ramas, bandas alertadoras sobre el espaldón y señalamiento y delineación en las intersecciones. Se observo el aumento el nivel de seguridad vial quedan en un promedio de seguridad media por lo que se recomiendo el uso de la metodología en temas de auditorías en seguridad vial.
- Al realizar el cálculo de velocidades se obtuvo que el 85% de los vehículos sobrepasan la velocidad máxima de 50km/h.
- La implementación del carril bici, fomentará una mayor seguridad en los usuarios lo que podría aumentar el número de usuarios de las bicicletas, este carril también podrá servir para los usuarios de patinetas eléctricas.
- Al replicar el redondel Simón Bolívar se evidencio que no cumplía con la intensidad de flujo del tramo analizado.

7. Recomendaciones

- La toma de velocidades es de suma importancia ya que es uno de los atributos que tiene mayor influencia en la clasificación por estrellas del software ViDA, por lo que se recomienda hacerlo de manera más precisa posible, además de no tomarlas en horas pico ya que el tráfico puede alterar sus resultados.
- Proponer las contramedidas que sean factibles, además de tratar de analizar las vías en tramos homogéneos que presente características similares, con la finalidad de proponer las mismas contramedidas.
- Realizar las fotografías con un buen ángulo de las secciones, con el fin de obtener un buen detalle para el análisis.
- Para que el análisis no se vea limitado se requiere una buena cámara de fotos con el fin de tener un buen detalle de la va a analizar. Además, para tener velocidades precisas es recomendable realizarlo con algún equipo tecnológico que realice este proceso.
- Se recomienda realizar el análisis entorno al comportamiento del conductor, además de las condiciones climáticas.
- La presencia de la señalización no normada debería ser analizada, así como los accesos a los comercios.

8. Referencias bibliográficas

Acevedo, C., & Morales, A. (2020). Proceso de decisión de compra de vehículos eléctricos en Bogotá (Colombia). *Pensamiento & Gestión*(49), 244-275.

Agencia Nacional de Tránsito [ANT]. (2021). *Manual de seguridad vial urbana de Ecuador.* ANT.

Agencia Nacional de Tránsito [ANT]. (2024). *Visor de siniestralidad nacional*. Obtenido de https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/

Ante, E., & Cerón, E. (2019). *Audotoría de seguridad vial y propuesta para mejoramiento de puntos o tramos identificados como criticos en la carrera 6 entre la calle 1N y la calle 48N en la zona urbana de Popayán, Cauca.* Popayán: Universidad del Cauca.

Arévalo, R. (2020). *Requisitos para el diseño de ciclovías establecidos por la OGUC*. Obtenido de https://www.catalogoarquitectura.cl/cl/oguc/requisitos-para-el-diseno-de-ciclovias-establecidos-por-la-oguc

Arias, J., Torres, N., & Vilela, E. (2022). La Eficacia Constitucional en la prueba de Alcoholemia y Narcotest en Materia de Tránsito y Seguridad Vial. *Polo del Conocimiento, 7*(1), 998-1021.

Boca, X. (2019). *Exploración y comportamiento de suelos.* México: Universidad Veracruzana.

Cabrera, M. (2020). *Propuesta de Intervención en el sector del Redondel Dr Máximo Agustín Rodríguez de la ciudad de Loja, para mejorar la circulación* . Quito: Universidad Técnica Particular de Loja.

CalSTA. (2020). *Informe de resultados de CalSTA. AB 2363 Zero Traffic Fatalities Task Force.* CalSTA.

Condorena, D. (2021). *ropuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales–San Pedro de Cumbaza año 2018.* Universidad Científica del Perú.

Congacha, A. (2019). Caracterización de los siniestros viales en el Ecuador. *Revista Digital Novasinergia, 2*(2), 17-29.

De Solminihac, H. (2019). *Gestión de infraestructura vial.* Alpha Editorial.

Diario El Universo. (10 de septiembre de 2003). *Av. de las Américas con mayor número de accidentes, dice OIAT*. Obtenido de https://www.eluniverso.com/2003/09/10/0001/10/CA9394B2F1944091AF8B81731A5356F3.html/

Escobar, F., Buitrago, G., & Burgos, F. (2023). *Dinámicas urbanas: Evaluación y gestión de la seguridad vial urbana mediante técnicas de auditorías.* Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC.

ES-SEGURA. (2022). *Estrategia Nacional de Movilidad Segura 2022-2030.* Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Gad Municipal de Cuenca . (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de https://www.cuenca.gob.ec/content/pdot-pugs-2022

GAD Municipal de Cuenca. (2018). *Plan de movilidad de Cuenca 2015-2025.* GAD Municipal de Cuenca.

García, Y., Camacho, J., & Montoya, J. (2021). Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones, Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones, 4*(1), 7-23.

Gómez, G. (2020). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo Bétera-Serra) utilizando la metodología iRAP.* Universitat Politécnica de Valencia.

Gonzáles, G. (2021). *Impacto de la cobertura boscosa y uso de suelo sobre la textura y conductividad hidráulica del suelo en la subcuenca del río Estibaná.* Panamá: In Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología–APANAC .

Google Earth Pro. (2024). Obtenido de https://www.google.com/earth/about/versions/

Granda, J. (2023). *Características de seguridad para un buen diseño geométrico de carreteras: Una revisión literaria.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Hurtado, A., Serna, M., & Chávez, J. (2015). Aplicación de la metodología iRAP y el software ViDA-iRAP en un tramo de autopista en México. *Infraestructura Vial, 17*(29), 5-12.

Ibarra, J. M. (2011). "SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS". *INEN*, 2015.

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). *Reglamento Técnico Ecuatoriano Prte Inen 004 "Señalización Vial. Parte 6. Ciclovías"*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-004-6.pdf

International Road Assessment Programme [iRAP]. (2021). *A world free of high-risk roads*. Obtenido de https://irap.org/

iRAP. (2 de noviembre de 2021). *iRAP publica el Plan para la 2da Década de Acción*. Obtenido de https://irap.org/es/2021/11/irap-releases-plan-for-2nd-decade-of-action/#:~:text=iRAP%20ha%20lanzado%20su%20Plan,en%20los%20pr%C3%B3ximos%2010%20a%C3%B1os.

Legal, M. (2020). *¿Cuál es la Metodología de la Velocidad del percentil 85?* Obtenido de https://www.recuperalegal.com/cual-es-la-metodologia-de-la-velocidad-del-percentil-85/

Llangari, J., & Tierra, D. (2022). *Evaluación de la infraestructura vial mediante la metodología iRAP en el tramo Riobamba - Ambato.* Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

López, C., Parra, M., & Montañez, A. (2019). Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI. *Revista Espacios, 40*(42), 1-12.

Mera, L., & García, P. (2023). *Evaluación de seguridad vial en la Vía Cañar–Juncal-Zhud, aplicando la metodología iRAP.* Guayaquil: ULVR.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2020). *Plan Estratégico Nacional de Ciclovía*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Presentacion-senializacion-ciclovia.pdf

Miranda, G. (2023). Guía técnica inspección seguridad vial al enfrentar la siniestralidad en carreteras y rutas conectoras fronterizas Colombia, Ecuador y Perú. *Interciencia, 48*(1), 51-58.

Mobility Friendly. (2024). *Ciclovía vs carril bici: pros y contras de cada uno*. Obtenido de https://mobility-friendly.com/ciclovia-vs-carril-bici-pros-y-contras-de-cada-uno/#:~:text=Las%20ciclov%C3%ADas%20son%20infraestructuras%20espec%C3%ADficamente,tambi%C3%A9n%20separadas%20de%20los%20peatones.

Montaño, K. (2024). *Evaluación de los elementos geométricos del redondel al bananero mediante el uso de programas informáticos para determinar su funcionamiento y capacidad vehicular.* Machala: Universidad Técnica de Machala.

Moreno, M. (2019). *Estrategias institucionales para la mejora de la seguridad vial en Ecuador y Chile, caso de análisis de los pilares 3 y 4 del Decenio de Acción.* Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.

Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de movilidad y espacios públicos*. Obtenido de https://www.cuenca.gob.ec/system/files/PMEP_CUENCA_2015_tomo_I.pdf

Municipalidad de Cuenca. (2019). *Plan de movilidad y espacios públicos.* Municipalidad de Cuenca.

Murozi, F., Ishak, S., Najwa, F., & Poi, A. (2022). The Application of International Road Assessment Programme (iRAP) as a Road Infrastructure Risk Assessment Tool. *Research Colloquium (ICSGRC)*(13), 237-242.

Pineda, B. (2019). Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. *Ingeniería y Desarrollo, 37*(2), 212-232.

Rodríguez, J. (2019). "La Década de Acción de la Seguridad Vial" y la incidentalidad vial en Colombia:¿ qué es necesario hacer? *Revista Gerencia y Políticas de Salud, 18*(37), 1-5.

Sánchez, P. (2022). *Análisis paramétricos para obtenr el grado de seguridad vial en redes de carreteras.* Universidad Politécnica de Madrid.

Secretaría de Territorio. (2024). *La Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda tiene nuevo nombre y estructura*. Obtenido de https://www.quitoinforma.gob.ec/2024/01/11/la-secretaria-de-territorio-habitat-y-vivienda-tiene-nuevo-nombre-y-estructura/

Solís, J. (2022). Infraestructuras en la seguridad vial. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación científico-técnica multidisciplinaria), 7*(4), 2497-2551.

Yerena, I. (2024). *¿Qué es una ciclovía y para qué sirve?* Obtenido de https://multisenal.com.mx/blog/ciclovia-que-es-para-que-sirve/#:~:text=Una%20ciclov%C3%ADa%20es%20un%20espacio,hasta%20peatones%20invadan%20estos%20tramos.

Yulius, P. (2024). *El percentil 85: El misterio y la ciencia en los límites de velocidad*. Obtenido de https://yulius.mx/el-percentil-85-el-misterio-y-la-ciencia-en-los-limites-de-velocidad/

9. Anexos

Anexo A. Tramo 1 analizado

Tramo analizado

Datos del tramo	
# Tramo	1
Distancia	100

Puntaje de clasificación por estrellas (SRS)	
Ocupante de vehículo	3.83
Motociclistas	5.43
Ciclista	23.1
Peatón	79.29

Clasificación por estrellas	
Ocupante de vehículo	4
Motociclistas	3
Ciclista	3
Peatón	2

Anexo B. Tramo 19 analizado

Tramo analizado

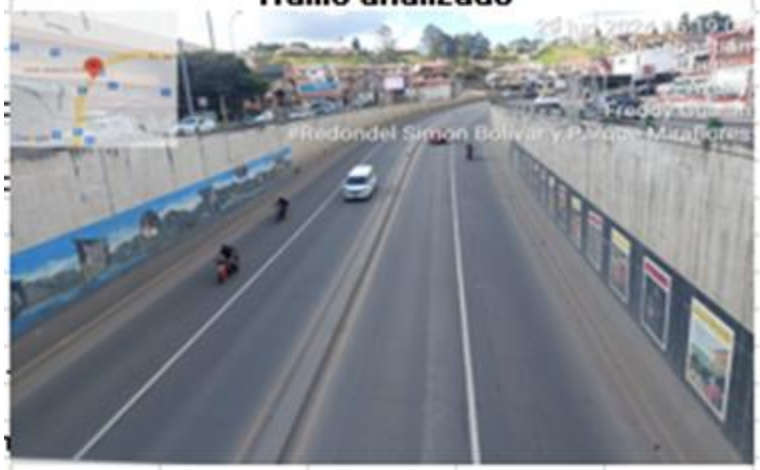
Datos del tramo	
# Tramo	19
Distancia	100

Puntaje de clasificación por estrellas (SRS)	
Ocupante de vehículo	18.27
Motociclistas	21.02
Ciclista	87.64
Peatón	18.48

Clasificación por estrellas	
Ocupante de vehículo	2
Motociclistas	2
Ciclista	1
Peatón	3

Anexo C. Tramo 42 analizado

Tramo analizado

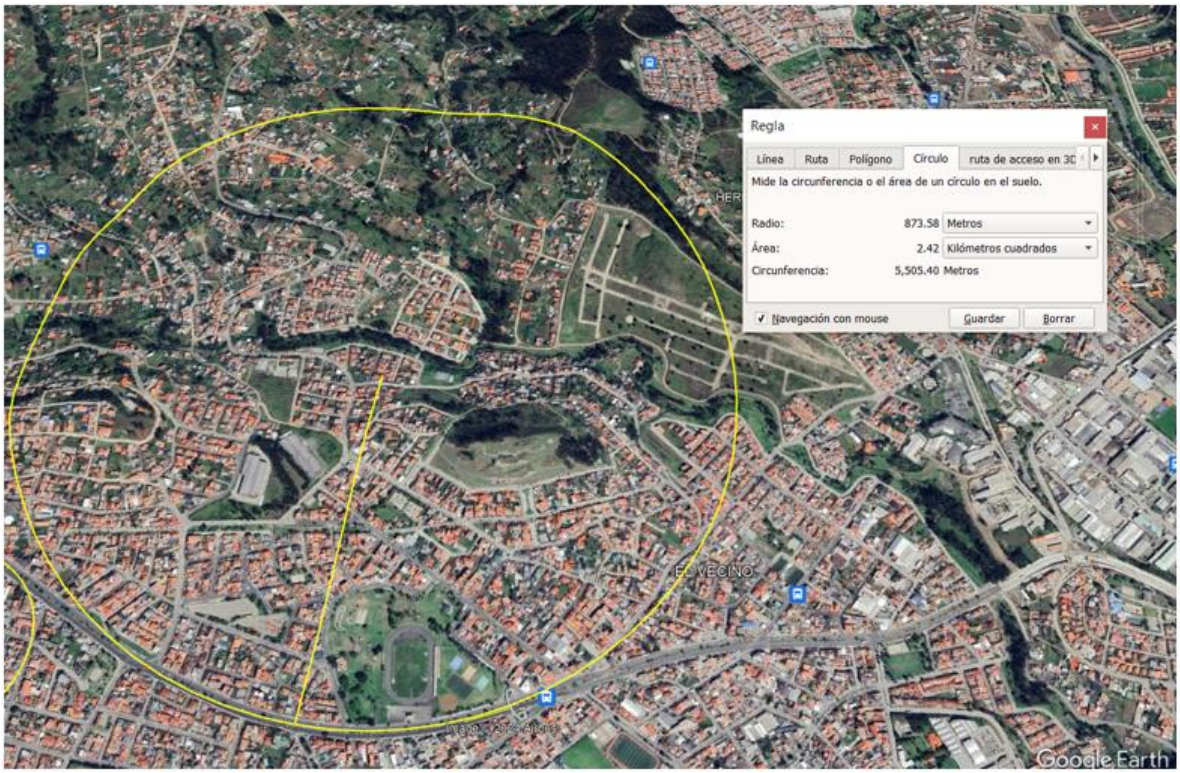


Datos del tramo	
# Tramo	42
Distancia	100

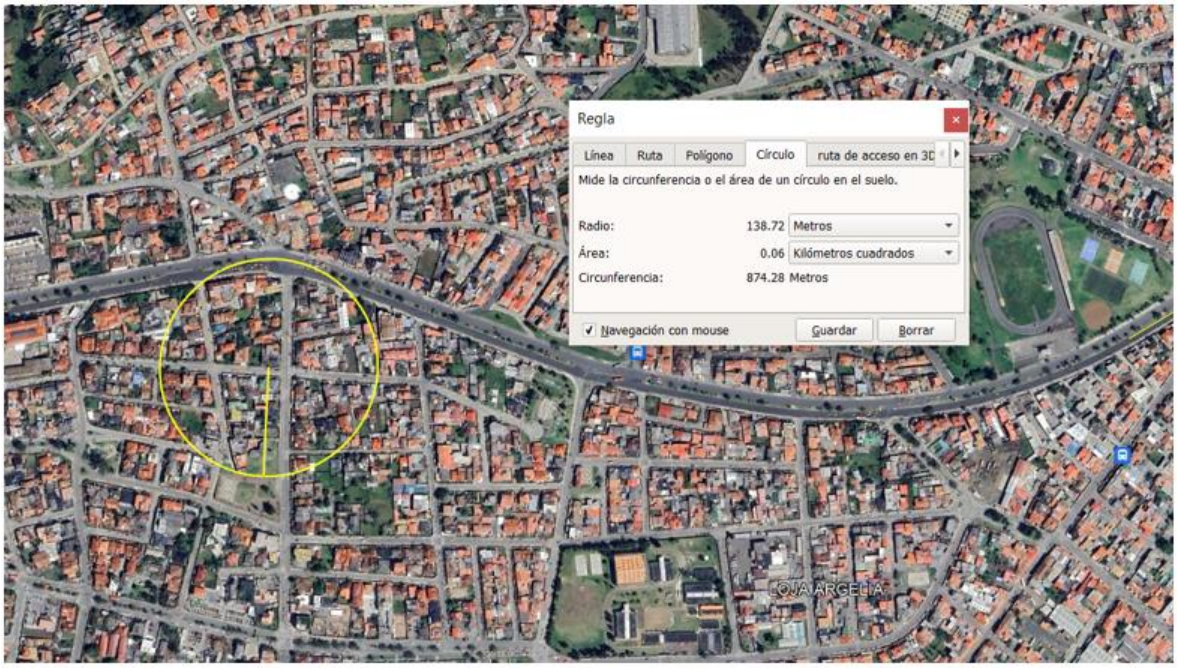
Puntaje de clasificación por estrellas (SRS)	
Ocupante de vehículo	17.38
Motociclistas	21.11
Ciclista	NA
Peatón	NA

Clasificación por estrellas	
Ocupante de vehículo	2
Motociclistas	2
Ciclista	-----
Peatón	-----

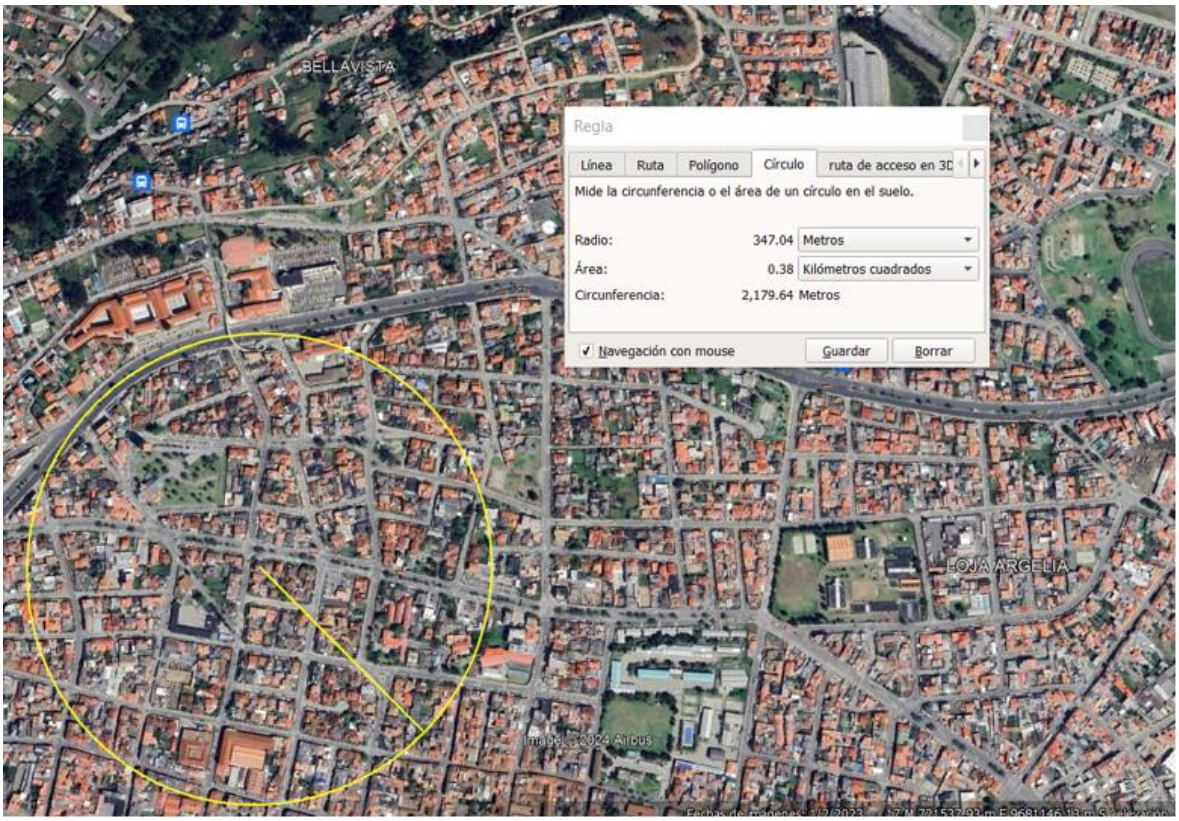
Anexo D. Curva 1



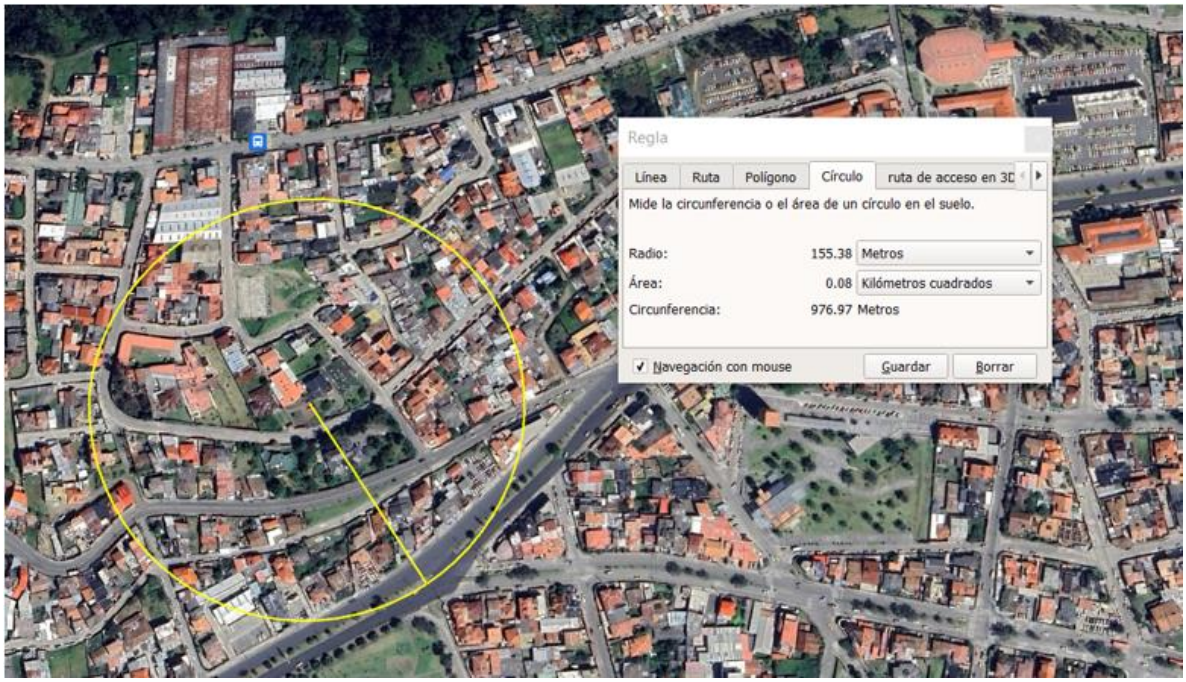
Anexo E. Curva 2



Anexo F. Curva 3



Anexo G. Curva 4



Anexo H. Curva 5

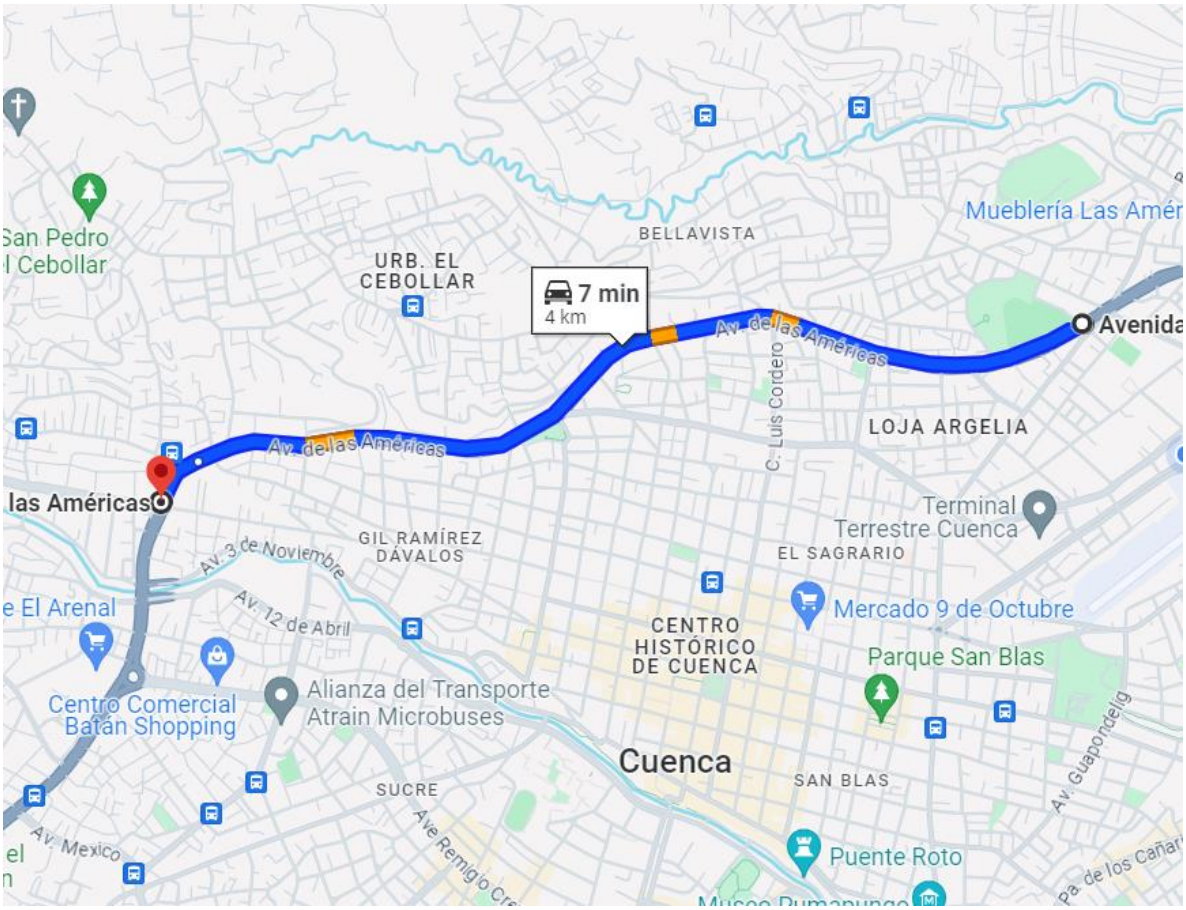
Anexo I. Curva 6

Anexo J. Curva 7

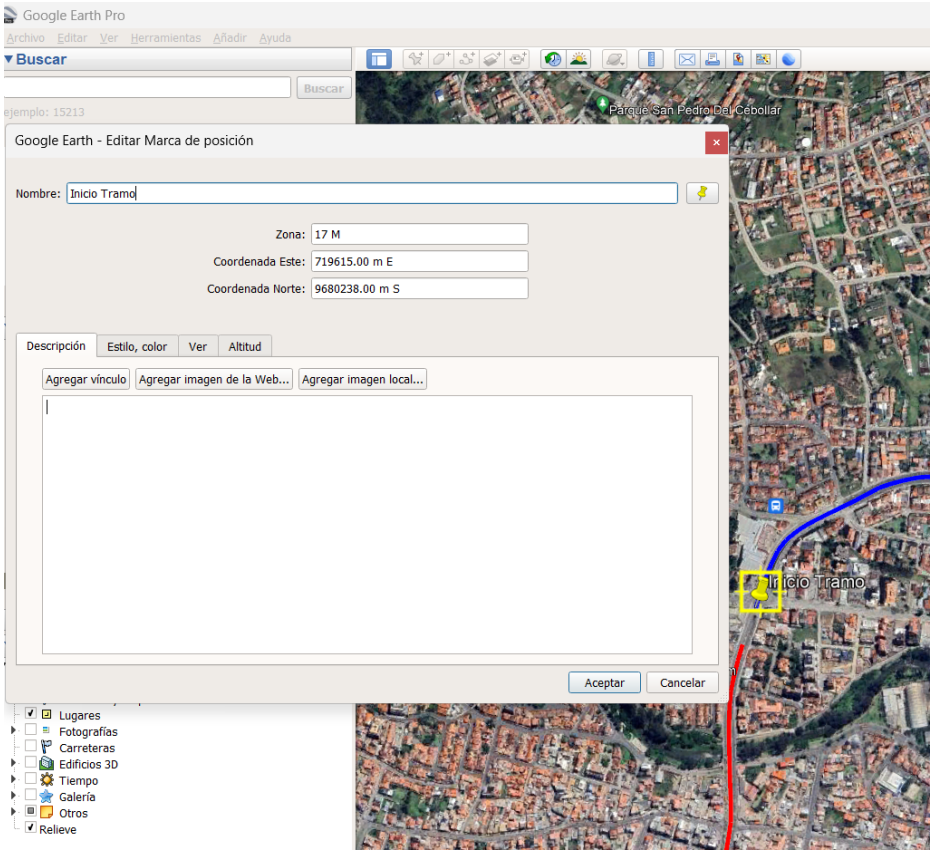
Anexo K. Curva 8

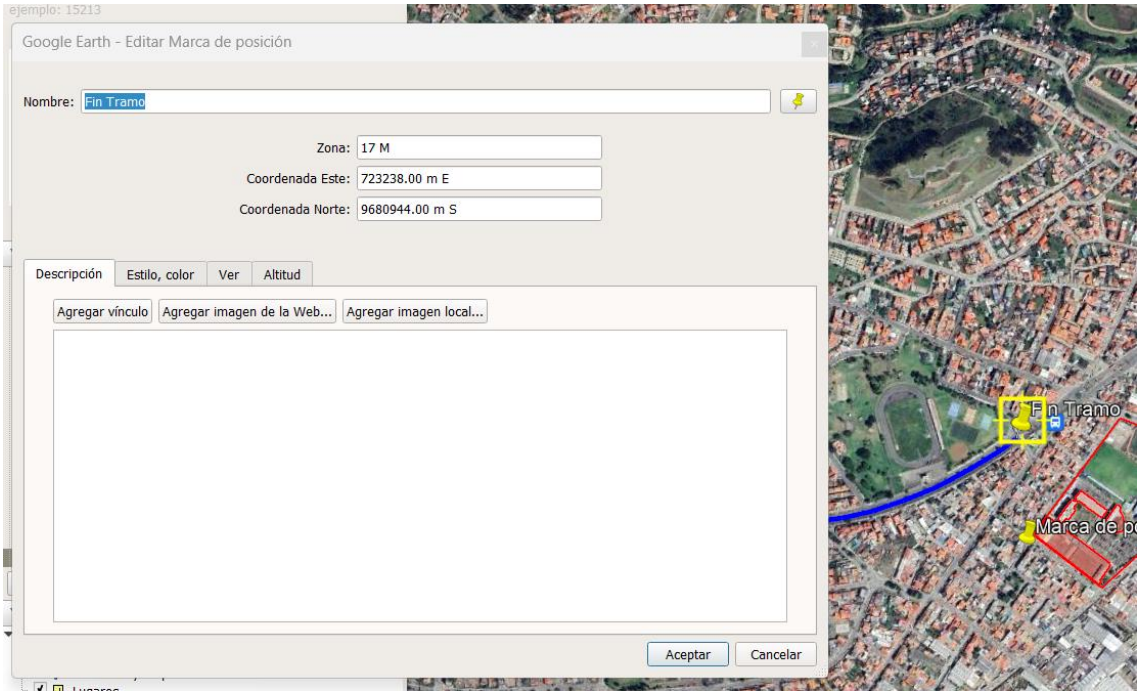
Anexo L. Curva 9

Anexo O. Tramo analizado



Anexo P. Tramo analizado





Anexo Q. Resultados Software VIDA

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 6
12.16
15.84
133.29
53.62

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 7
12.16
15.84
111.14
45.31

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 8
9.1
12.01
110.97
26.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 9
9.71
12.21
25.76
30.66

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 10
3.83
5.43
12.61
27.71

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 11
9.09
12.01
110.97
26.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 12
9.09
12.01
110.97
26.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 13
23.03
26.55
80.36
138.57

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 14
30.76
34.52
15.27
145.43

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 15
12.3
16.5
156.09
39.96

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 16
3.87
5.48
79.32
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 17
3.87
5.48
79.32
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 18
3.87
5.48
75.35
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 19
19.89
23.72
18.48
89.91

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 20
13.41
16.16
79.81
80.83

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 21
13.45
16.21
79.84
80.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 22
8.73
10.34
14.22
29.9

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 23
3.9
5.48
79.32
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 24
23.02
26.55
11.61
138.57

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 25
3.9
5.48
79.32
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 26
23.84
29.17
156.61
111.95

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 27
15.55
18.49
79.84
80.85

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 28
85.32
94.22
79.84
84.55

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 29
85.3
94.21
95.66
100.7

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 30
24.4
26.01
79.32
24.16

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 31
4.47
6.08
79.32
23.1

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 32
9.12
12.02
110.97
26.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 33
13.45
16.21
11.09
80.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 34
13.47
16.21
53.47
80.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 35
3.9
5.48
95.14
27.71

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 36
18.33
21.07
14.75
87.64

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 37
13.44
16.2
79.84
80.84

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 38
13.86
16.72
108.3
82.71

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 39
23.82
29.17
130.63
95.8

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 40
10.38
13.04
14.22
32.17

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 41
17.38
21.11
NA
NA

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 42
17.38
21.11
NA
NA

Simulador de clasificación por estrellas
TRAMO 43
4.97
7.21
NA
NA