

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

**“ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA
AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO”**

NOMBRE

MAURICIO EDUARDO SANCHEZ PROAÑO

DIRECTOR: ING. JUAN ENRIQUE MERIZALDE AGUIRRE

**CORRECTORES: ING. JUAN PABLO SOLÓRZANO AZANZA
ING. FREDI AUGUSTO PAREDES VÁSQUEZ**

QUITO, 2017

DEDICATORIA

*A mis Padres Jorge y Sarita, ya que cada uno a su manera me han enseñado tanto y convertido en
lo que soy.*

A mi Hermano Gustavo, por siempre ser una guía e iluminarme con su alegría.

*A mi tío Patricio, por haber sido un mentor para mí en esta vida, y ser un acompañante desde la
otra.*

Mauricio Sánchez Proaño

AGRADECIMIENTOS

A Dios, puesto que nada tendría sentido en esta vida sin esa entidad más allá de cualquier religión y de comprensión humana alguna, además que nos permite seguir cada día hacia adelante para mejorar con nosotros mismos, y así poder ayudar al resto.

A mis Padres, por inculcarme valores y darme una educación, que me ha permitido ser un complemento de sueños y metas cumplidas, y por cumplir.

A mi Hermano y a mis Familiares, que de alguna u otra manera me han ayudado en mi formación, como también en la elaboración del presente trabajo.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, y especialmente a la Facultad de Ingeniería, de los cuales me siento orgulloso de haber formado parte, además agradezco a mis profesores de los cuales he aprendido con su sabiduría y conocimientos.

Al Director de esta Disertación, Ingeniero Juan Enrique Merizalde Aguirre, por su paciencia, su guía y sus conocimientos, que han contribuido en la realización de este trabajo.

A los Correctores de esta Disertación, Ingeniero Fredi Augusto Paredes Vásquez, Ingeniero Juan Pablo Solórzano Azanza; por compartir su sabiduría y conocimientos, además de ser guías ante las adversidades.

A mis amigos, por brindarme su amistad desinteresada, y que me han apoyado en distintas circunstancias, siendo un pilar adicional para poder seguir adelante.

A las personas de las Instituciones y Empresas, que me proporcionaron de manera personal, información con la cual pude realizar satisfactoriamente esta Disertación.

Tabla de Contenidos

Índice 1 de Gráficos.....	VII
Índice 2 de Fotografías.....	VIII
Índice 3 de Imágenes.....	X
Índice 4 de Tablas.....	XI
Índice 5 de Ecuaciones.....	XIV
Índice 6 de Mapas.....	XV
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1-17
1.1. Objetivos.....	1-18
1.1.1. General.....	1-18
1.1.2. Específicos.....	1-18
1.2. Alcance de estudio.....	1-19
1.3. Antecedentes de la vía.....	1-20
1.3.1. Características de la Vía.....	1-20
1.3.2. Cronología de Trabajos en la vía.....	1-52
1.3.3. Datos Adicionales.....	1-53
CAPÍTULO 2 ASPECTOS GENERALES SOBRE ACCIDENTABILIDAD.....	2-54
2.1. Definiciones Generales.....	2-54
2.1.1. Accidente y Siniestro.....	2-54
2.2. Factores Generadores de Accidentes de Tránsito.....	2-55
2.3. Importancia del estudio sobre la Accidentabilidad.....	2-56
2.3.1. Indicadores de accidentabilidad.....	2-59
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LA ACCIDENTABILIDAD EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR.....	3-62
3.1. Periodo de estudio de los accidentes ocurridos en la Avenida Simón Bolívar.....	3-62

3.2.	Recopilación y análisis de datos obtenidos.....	3-62
3.2.1.	Patrones de los siniestros.....	3-64
3.3.	Identificación de localidades y elementos peligrosos.....	3-68
3.3.1.	Consideraciones generales.....	3-68
3.3.2.	Causas principales de los siniestros.....	3-72
3.3.3.	Clases principales de siniestros ocurridos	3-74
3.3.4.	Número de fallecidos.....	3-76
3.3.5.	Número de Lesionados	3-77
3.3.6.	Ubicación de los sitios de mayor accidentabilidad.....	3-77
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS CRÍTICOS		4-88
4.1.	Señalización.....	4-110
4.1.1.	Señalización Vertical.....	4-110
4.1.2.	Señalización Horizontal.....	4-113
4.1.3.	Guardavías	4-118
4.1.4.	Inventario.....	4-118
4.1.5.	Análisis	4-121
4.2.	Diseño Geométrico	4-148
4.2.1.	Elementos de diseño	4-148
4.2.2.	Análisis del Alineamiento horizontal	4-148
4.2.3.	Análisis del Alineamiento vertical	4-159
4.2.4.	Análisis de secciones transversales	4-162
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES		5-164
5.1.	Conclusiones.....	5-164
5.1.1.	Generalidades de Accidentabilidad en el D.M.Q.	5-166
5.1.2.	Accidentabilidad en la Avenida Simón Bolívar	5-170
5.1.3.	Causas aparentes y causas reales que ocasionan los siniestros en los tramos críticos en la Avenida Simón Bolívar.....	5-179

5.2. Recomendaciones	5-185
CAPÍTULO 6 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR ..6-187	
6.1. Aspectos viales	6-187
6.2. Control de tráfico	6-191
6.3. Señalización	6-192
6.4. Sitios de la Avenida Simón Bolívar donde la accidentabilidad es menor	6-198
1 BIBLIOGRAFÍA	200
2 ANEXOS	203

Índice 1 de Gráficos

Gráfico 1-1 Precipitación Promedio Iñaquito (1990-2015).....	1-28
Gráfico 1-2 Precipitación Promedio Izobamba (1990-2015)	1-29
Gráfico 1-3 Precipitación Promedio Nayón (2007-2015)	1-29
Gráfico 1-4 Precipitación Promedio de las tres estaciones Periodo 1990-2015.....	1-30
Gráfico 1-5 Precipitación Promedio de las tres estaciones para el año 2014.....	1-31
Gráfico 1-6 Precipitación Promedio de las tres estaciones para el año 2015	1-31
Gráfico 2-1 Tasa de muertes por Accidentes de Tránsito de la Región Andina-2011	2-57
Gráfico 2-2 Accidentes de Tránsito en el país. Periodo: 2008-2014.....	2-57
Gráfico 2-3 Tasa de mortalidad en accidentes de tránsito por cada 100000 habitantes...2-58	
Gráfico 3-1 Valores porcentuales de daños materiales ocasionados por los siniestros en la Av. Simón Bolívar.....	3-70
Gráfico 3-2 Valores porcentuales de siniestros de acuerdo a la hora que se produjo	3-70
Gráfico 3-3 Valores de siniestros de acuerdo al día que se produjo.....	3-71
Gráfico 3-4 Valores de siniestros de acuerdo al mes que se produjo (Dentro del periodo de estudio)	3-71
Gráfico 5-1 Programa de mejoras en la seguridad de las carreteras al nivel de procesos	5-165
Gráfico 5-2 Día y horario de accidentes del D.M.Q. (Año 2013)	5-169
Gráfico 5-3 Valores de siniestros de acuerdo al mes que se produjo para comparación con valores de precipitación (Dentro del periodo de estudio).....	5-172
Gráfico 5-4 Precipitación promedio de las tres estaciones para el periodo de estudio de siniestros	5-173
Gráfico 5-5 Precipitación estación Iñaquito para el periodo de estudio de siniestros.....	5-173
Gráfico 5-6 Precipitación estación Izobamba para el periodo de estudio de siniestros	5-174
Gráfico 5-7 Precipitación estación Nayón para el periodo de estudio de siniestros.....	5-174
Gráfico 5-8 Valores porcentuales de clases de siniestros sin daños materiales	5-179

Índice 2 de Fotografías

Foto 1-1 Avenida Simón Bolívar Sector Panamericana Norte Sentido N-S	1-22
Foto 1-2 Avenida Simón Bolívar Sector Santa Rosa Vista en sentido N-S	1-22
Foto 1-3 Avenida Simón Bolívar sector Límite Sur D.M.Q. con Cantón Mejía.....	1-23
Foto 1-4 Condiciones Topográficas Av. Simón Bolívar S-N Sector Río Machángara....	1-24
Foto 1-5 Condiciones Topográficas sector ingreso a Ruta Viva sentido S-N.....	1-26
Foto 1-6 Condiciones topográficas sector redondel ingreso a Gualo S-N	1-26
Foto 1-7 Distribución de carriles Sector Llano Chico.....	1-42
Foto 1-8 Intersecciones destacadas que atraviesan la Avenida Simón Bolívar.....	1-45
Foto 4-1 Abscisado en la Avenida Simón Bolívar utilizado para el análisis	4-88
Foto 4-2 Tipos de señalización horizontal Av. Simón Bolívar	4-117
Foto 4-3 Ejemplos de señalización con buen estado de conservación en la Av. Simón Bolívar.	4-119
Foto 4-4 Ejemplos de señalización con un estado de conservación “medio” en la Av. Simón Bolívar	4-120
Foto 4-5 Ejemplos de señalización con mal estado de conservación en la Av. Simón Bolívar	4-120
Foto 4-6 Detalle Señalización horizontal usada Av. Simón Bolívar.....	4-121
Foto 4-7 Señalización "Puente angosto"(R4-1) Sector Av. De Los Conquistadores	4-123
Foto 4-8 Falta de señalización curvas Sector Universidad Internacional N-S	4-124
Foto 4-9 Señalización vertical curvas 68 y 69 sentido N-S.....	4-125
Foto 4-10 Delineadores de curva horizontal Sector Llano Chico	4-126
Foto 4-11 Curva 21 sentido N-S sector Av. De los Conquistadores	4-127
Foto 4-12 Curva 33 S-N sector Av. De los Conquistadores.....	4-127
Foto 4-13 Curva 60 N-S sector Autopista General Rumiñahui.....	4-127
Foto 4-14 Curva 61 N-S sector Autopista General Rumiñahui.....	4-128
Foto 4-15 Ausencia de señalización vertical y de guardavías curva 60 sentido S-N	4-128
Foto 4-16 Señalización vertical sector Avenida De Los Conquistadores N-S	4-130
Foto 4-17 Señalización vertical entre Av. Simón Bolívar y Av. De los Conquistadores S-N	4-130
Foto 4-18 Señalización Av. Simón Bolívar sector Autopista General Rumiñahui sentido N-S	4-131

Foto 4-19 Señales de información Av. Simón Bolívar sector Autopista General Rumiñahui sentido S-N.	4-132
Foto 4-20 Señales de Información curva 68 N-S y curva 69 S-N	4-133
Foto 4-21 Salida de la Av. De Los Conquistadores hacia Av. Simón Bolívar sentido N-S.4-134	
Foto 4-22 Salida calle Bernardo de Legarda hacia Av. Simón Bolívar S-N cercano a Av. De Los Conquistadores	4-135
Foto 4-23 Señalización "Parada de bus" sector Panamericana Norte N-S	4-137
Foto 4-24 Señalización "Parada de bus" sector Panamericana Norte S-N	4-138
Foto 4-25 Intersección N-S Av. De los Conquistadores con Av. Simón Bolívar en curva 29	4-140
Foto 4-26 Señalización Horizontal Av. Simón Bolívar sector Juan Bautista Aguirre ...	4-143
Foto 4-27 Señalización Horizontal en los tramos críticos analizados	4-144
Foto 4-28 Curva 34 ambos sentidos Av. Simón Bolívar sector Av. De Los Conquistadores	4-146
Foto 4-29 Curva 25 S-N Av. Simón Bolívar sector Av. De los Conquistadores	4-147
Foto 4-30 Curva 56 N-S Av. Simón Bolívar sector Universidad Internacional.....	4-148
Foto 5-1 Condiciones Viales sector cercano a Juan Bautista Aguirre.....	5-184
Foto 5-2 Condiciones viales Av. Simón Bolívar sector cercano a Juan Bautista Aguirre ...5-184	
Foto 6-1 Condiciones peatonales sector Juan Bautista Aguirre	6-188
Foto 6-2 Condiciones viales Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores sentido S-N	6-189
Foto 6-3 Falta de señalización informativa N-S sector Autopista General Rumiñahui .	6-193
Foto 6-4 Ejemplo de señalización sector Vía Colectora Quito-Pifo (E28C).....	6-195
Foto 6-5 Radar de control de velocidad ubicado en la Av. Simón Bolívar.....	6-196
Foto 6-6 Indicativo de velocidad máxima permitida, vía E20 Transversal Norte (Santo Domingo - Esmeraldas)	6-197

Índice 3 de Imágenes

Imagen 1-1 Vista General Av. Simón Bolívar	1-20
Imagen 1-2 Sección Típica de una vía Expresa (Autopista), referencial	1-43
Imagen 4-1 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Panamericana Norte	4-89
Imagen 4-2 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Av. De los Conquistadores	4-90
Imagen 4-3 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Autopista General Rumiñahui.....	4-90
Imagen 4-4 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a calle Juan Bautista Aguirre.....	4-91
Imagen 4-5 Curvas Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores.....	4-99
Imagen 4-6 Curvas Av. Simón Bolívar y Autopista General Rumiñahui	4-104
Imagen 4-7 Señalización horizontal longitudinal, líneas de separación de carriles Av. Simón Bolívar, sector Autopista General Rumiñahui.....	4-141
Imagen 6-1 Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores	6-189

Índice 4 de Tablas

Tabla 1-1 Coordenadas de Inicio y Fin de la vía.....	1-21
Tabla 1-2 Estaciones Meteorológicas utilizadas	1-27
Tabla 1-3 Promedio de varios años de Precipitación (mm) para las estaciones analizadas .	1-28
Tabla 1-4 Promedio de precipitación de las tres estaciones en conjunto	1-30
Tabla 1-5 Tramos comprendidos de la Avenida Simón Bolívar para el cálculo del TPDA.	1-35
Tabla 1-6 Valores del factor de Ajuste Mensual Promediados	1-38
Tabla 1-7 Valores de TPDA de acuerdo al año en que se realizó el conteo vehicular.....	1-38
Tabla 1-8 Tasas de crecimiento vehicular para cálculo de proyección de Tráfico en la Av. Simón Bolívar.....	1-39
Tabla 1-9 Clasificación Vehicular Promedio en la Avenida Simón Bolívar.....	1-39
Tabla 1-10 Valores de TPDA proyectados al 2030.....	1-40
Tabla 1-11 Valores de TPDA al año 2015	1-40
Tabla 1-12 Clasificación Funcional de las vías en base al TPDA.....	1-41
Tabla 1-13 Actividades Principales realizadas en la Avenida Simón Bolívar a lo largo de los años.....	1-52
Tabla 3-1 Indicadores de accidentabilidad con respecto a la Avenida Simón Bolívar	3-65
Tabla 3-2 Valores de tasas de siniestros totales por cada 100 millones de kilómetros-vehículo	3-67
Tabla 3-3 Valores de tasas de siniestros con fallecidos por cada 100 millones de kilómetros-vehículo	3-67
Tabla 3-4 Recopilación de las causas de los siniestros en la Av. Simón Bolívar	3-72
Tabla 3-5 Clases generales de siniestros generados en la Avenida Simón Bolívar	3-75
Tabla 3-6 Número de fallecidos registrados en el periodo de estudio distribuidos por sector.	3-76
Tabla 3-7 Número de heridos registrados en el periodo de estudio distribuidos por sector.	3-77
Tabla 3-8 Cantidad de siniestros recopilados por sector para el periodo de estudio.....	3-78
Tabla 3-9 Causas más comunes de siniestro para cada sector de la Avenida Simón Bolívar	3-79
Tabla 3-10 Mayor clase de siniestro para cada sector de la Avenida Simón Bolívar	3-80

Tabla 3-11 Niveles de ocurrencia de siniestros por sector de la Avenida Simón Bolívar para el periodo de estudio.....	3-82
Tabla 3-12 Niveles de ocurrencia de siniestros por sector de la Avenida Simón Bolívar.....	3-83
Tabla 3-13 Rango esperado de frecuencia de siniestros de la Av. Simón Bolívar para el periodo de estudio dado.....	3-86
Tabla 4-1 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño.....	4-94
Tabla 4-2 Velocidades máximas establecidas en la Av. Simón Bolívar.....	4-96
Tabla 4-3 Nomenclatura de curvas establecidas, existentes en los tramos críticos calculados.....	4-97
Tabla 4-4 Dimensiones Normalizadas de Señalización Vertical.....	4-111
Tabla 4-5 Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril.....	4-115
Tabla 4-6 Anchos de carriles (Para demarcación de línea).....	4-115
Tabla 4-7 Resumen de descripción realizado en consideraciones generales.....	4-122
Tabla 4-8 Resumen de descripción realizado, Delineadores de curva horizontal.....	4-126
Tabla 4-9 Resumen de descripción realizado, señales de información vial.....	4-129
Tabla 4-10 Resumen de descripción realizado; señales de la serie de prioridad de paso.....	4-134
Tabla 4-11 Resumen de descripción realizado de señalización horizontal, sector Panamericana Norte.....	4-136
Tabla 4-12 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Av. De Los Conquistadores.....	4-138
Tabla 4-13 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Autopista General Rumiñahui.....	4-140
Tabla 4-14 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Av. De Los Conquistadores.....	4-142
Tabla 4-15 Resumen de descripción realizado, guardavías.....	4-145
Tabla 4-16 Valores de Radio mínimo (Normativa MOP 2003).....	4-150
Tabla 4-17 Valores mínimo de radios (Normativa AASHTO 2001).....	4-151
Tabla 4-18 Resumen de descripción realizada en curvas críticas del análisis.....	4-153
Tabla 4-19 Resumen de valores que cumplen la normativa con respecto a radios mínimos.....	4-155
Tabla 4-20 Radios mínimos a partir de los cuales no es imprescindible introducir transiciones.....	4-156

Tabla 4-21 Valores de tangentes intermedias entre curvas de los tramos analizados	4-157
Tabla 4-22 Valores de tangente intermedia mínima en función de Peralte máximo “e”	4-157
Tabla 4-23 Valores de tangente intermedia mínima en función de Velocidad de Diseño Vd.	4-158
Tabla 4-24 Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	4-160
Tabla 4-25 Valores mínimos de coeficiente K para curvas verticales cóncavas mínimas ...	4-160
Tabla 4-26 Valores de gradientes longitudinales de los tramos críticos obtenidos.....	4-161
Tabla 4-27 Valores de pendientes longitudinales máximas	4-162
Tabla 4-28 Valores de diseño para el ancho de espaldones (Metros)	4-163
Tabla 5-1 Frecuencias y variaciones del tipo (clase) de accidente para el D.M.Q. (Años 2011- 2012-2013)	5-166
Tabla 5-2 Frecuencias y variaciones de las causas de accidente (Años 2011 - 2012 - 2013)	5-167
Tabla 5-3 Accidentabilidad vial: Tipo o clase del automotor involucrado en siniestros para el D.M.Q. (Año 2013)	5-168
Tabla 5-4 Valores porcentuales de factores generadores de siniestros registrados en la Av. Simón Bolívar.....	5-175
Tabla 5-5 Resumen causas aparentes más comunes en los tramos analizados	5-180

Índice 5 de Ecuaciones

Ecuación 1-1 Tránsito Promedio diario semanal (TPDS)	1-36
Ecuación 1-2 Tránsito Promedio Diario Anual	1-36
Ecuación 1-3 Ajuste semanal para obtención de TPDS	1-36
Ecuación 1-4 Proyección de tráfico en base a la tasa de crecimiento poblacional o del parque automotor.....	1-39
Ecuación 2-1 Índice de accidentalidad con respecto a la población.....	2-59
Ecuación 2-2 Índice de morbilidad con respecto a la población	2-59
Ecuación 2-3 Índice de mortalidad con respecto a la población	2-60
Ecuación 2-4 Índice de accidentalidad con respecto al parque vehicular	2-60
Ecuación 2-5 Índice de morbilidad con respecto al parque vehicular	2-60
Ecuación 2-6 Índice de mortalidad con respecto al parque vehicular	2-60
Ecuación 2-7 índice de accidentalidad con respecto al kilometraje de viaje.....	2-60
Ecuación 2-8 Número de vehículos-kilómetros de viaje al año	2-60
Ecuación 3-1 Tasa de siniestros por millón de vehículos que entran	3-65
Ecuación 3-2 Tasa de siniestros por cada 100 millones de millas-vehículo	3-66
Ecuación 3-3 Volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD).....	3-66
Ecuación 3-4 Rango esperado de frecuencia de siniestros	3-68
Ecuación 4-1 Longitud de una curva vertical cóncava, expresada en metros	4-160

Índice 6 de Mapas

Mapa 1-1 Parroquias del D.M.Q. atravesadas por la Av. Simón Bolívar	1-21
Mapa 1-2 Elevación del terreno en la Av. Simón Bolívar.....	1-25
Mapa 1-3 Pluviosidad de Quito y alrededores-Isoyetas anuales	1-33
Mapa 3-1 Mapa de densidad de siniestros de la Avenida Simón Bolívar	3-84
Mapa 4-1 Abscisado utilizado a nivel general Av. Simón Bolívar (Mostrado cada 2 km de manera ilustrativa)	4-92
Mapa 4-2 Curva N°1 y N°2 dentro del sector cercano a Panamericana Norte analizado (incluye abscisado)	4-98
Mapa 4-3 Curvas desde N°21 hasta N°24 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)	4-100
Mapa 4-4 Curvas desde N°25 hasta N°28 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)	4-101
Mapa 4-5 Curvas desde N°29 hasta N°31 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)	4-102
Mapa 4-6 Curvas desde N°32 hasta N°35 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)	4-103
Mapa 4-7 Curvas desde N°53 hasta N°55 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)	4-105
Mapa 4-8 Curvas desde N°56 hasta N°58 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)	4-106
Mapa 4-9 Curva N°58 y N°59 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)	4-107
Mapa 4-10 Curva N°60 y N°61 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)	4-108
Mapa 4-11 Curva N°68 y N°69 dentro del sector cercano a Juan Bautista Aguirre analizado (incluye abscisado)	4-109

RESUMEN

El presente trabajo analiza los problemas de accidentabilidad en los tramos de mayor concentración de siniestros que existen en la Avenida Simón Bolívar de la ciudad de Quito, entre los años 2014 y 2015, en conjunto con el análisis de los aspectos viales destacados que intervienen en esta vía. Para ello este trabajo se ha estructurado en 6 capítulos.

En el Capítulo I se hace una descripción de las características principales que posee la avenida estudiada, necesarias para poder desarrollar el análisis posterior de los siguientes capítulos.

En el Capítulo II se detallan aspectos generales y conceptos básicos relacionados sobre la accidentabilidad, donde se encuentran temas como factores generadores de accidentes de tránsito, indicadores de accidentabilidad, entre otros.

En el Capítulo III se determinan mediante distintas metodologías, los tramos de mayor accidentabilidad de la avenida analizada, utilizando la información de los capítulos I y II; como también utilizando la recopilación de accidentes producidos en el periodo de estudio.

Para el Capítulo IV se analizó los aspectos viales más importantes de los tramos de mayor accidentabilidad, obtenidos en el capítulo III, a partir de características que posee la avenida estudiada en el periodo de estudio determinado.

Finalmente, en los capítulos V y VI, se mencionan las conclusiones y recomendaciones, ya sean generales, como de la avenida analizada respectivamente. A partir de los resultados obtenidos de los Capítulos I al IV.

Todo lo anterior descrito se lo realizó con metodologías y procesos que se aplican para el estudio de sitios con concentraciones altas de accidentes de tránsito, para poder implementar posibles soluciones y/o correcciones en lo que refiere a aspectos viales. Para ello también se utilizó como complemento normativas viales.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

Las sociedades actuales alrededor del mundo han mejorado en su desarrollo, en este y en el siglo pasado, gracias al avance, en parte, de la Ingeniería Civil. Y dentro de ella gracias al aporte de la Ingeniería Vial. El uso de las vías es indispensable principalmente por el hecho de que son pilares fundamentales para el crecimiento económico debido a que por las mismas se transportan insumos necesarios para generar desarrollo en varios ámbitos económicos.

De manera local, en el Ecuador tenemos muchas vías importantes que aportan a la economía: desde carreteras o caminos que conectan distintos poblados, hasta avenidas y calles de ciudades grandes, medianas y pequeñas. Todas estas aportan para que el transporte se realice de manera óptima.

Una vía que es muy importante es la Avenida Simón Bolívar, ubicada en la ciudad de Quito. Siendo una vía perimetral que ayuda a la fluidez del tránsito, evitando que se ingrese de manera innecesaria a la ciudad, especialmente por el uso de los vehículos pesados. Esta vía además ayuda a la conexión de la ciudad de Quito con sus zonas periféricas y con los valles cercanos.

Se puede ver que se generan muchas ventajas al poder utilizar las vías de distinto tipo. Sin embargo, también se producen desventajas que afortunadamente se pueden reducir. Una de ellas son los accidentes de tránsito, que actualmente son una problemática en aumento si no se toman medidas adecuadas, principalmente por el aumento en la población, como también por el crecimiento de vehículos cada año.

La Avenida Simón Bolívar se ha convertido en tema de interés, debido que, desde el punto de vista técnico, se puede apreciar con notoriedad que existe una gran concentración de accidentes, por lo tanto, quiere decir que existen problemas en varios sectores de la vía.

Últimamente la percepción de los usuarios de la Avenida Simón Bolívar a ser estudiada es de inseguridad, generada esencialmente por las noticias dadas por los medios de comunicación acerca de los accidentes que se producen en la vía. Siendo éstos accidentes mostrados de manera diaria en muchas ocasiones o en otras de manera semanal o mensualmente, indicando así la gran cantidad de accidentes en comparación con otras vías. Es por ello que se pretende analizar la información disponible de los accidentes de tránsito, para poder encontrar y explicar el motivo de la gran concentración de los mismos en esta vía, como también se pretende determinar ciertas características particulares o patrones

específicos de la información obtenida. Realizado el análisis, se desea plantear soluciones o recomendaciones a ser considerados para reducir los accidentes a mediano y a largo plazo.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Explicar los problemas de accidentalidad en los tramos de mayor concentración de siniestros que existen actualmente en la Avenida Simón Bolívar, a partir de un análisis de los aspectos viales destacados que intervienen en ella.

1.1.2. Específicos

1. Conocer los antecedentes principales a destacar de la Avenida Simón Bolívar, es decir, las características relevantes de la vía, con el fin de tener un entendimiento del espacio físico a ser estudiando en la disertación.
2. Describir los aspectos generales sobre la accidentalidad, para entender la problemática actual que presentan muchas vías.
3. Analizar los accidentes producidos en la Avenida Simón Bolívar en un periodo de tiempo establecido para poder determinar los lugares con mayores problemas.
4. Analizar las condiciones de diseño de la vía en los puntos de mayor accidentalidad, para explicar los motivos generadores principales de los siniestros en la vía en estudio.

1.2. Alcance de estudio

La presente disertación analizará de manera detallada los accidentes producidos en la Avenida Simón Bolívar. Para ello se utilizarán los datos obtenidos de distintas instituciones. Cabe destacar que se analizarán los datos de acuerdo a un intervalo de tiempo, dependiendo de la información disponible que se obtenga.

Determinado el periodo de tiempo a estudiar de la información de los accidentes, se encontrarán los tramos de mayor accidentalidad en la Avenida Simón Bolívar. El propósito de esto es analizar los sitios críticos, ya que se podrá notar en dichos tramos que existen problemas no esporádicos. Indicando que existen problemas de tipo vial que debieran ser corregidos.

Con los tramos críticos definidos, se realizará el respectivo análisis de los aspectos viales más importantes, referidos con las normativas respectivas de Ingeniería Vial. Para posteriormente encontrar los principales generadores de accidentes desde el punto de vista de factores viales.

Finalmente se realizarán recomendaciones a seguir para la prevención de accidentes en los puntos críticos de accidentalidad de la vía a ser estudiada. Para lo anteriormente mencionado, se requerirá también de información acerca de las características viales de la Avenida Simón Bolívar.

1.3. Antecedentes de la vía

1.3.1. Características de la Vía

La Avenida Simón Bolívar se encuentra dentro del Distrito Metropolitano de Quito, en la parte oriental de la ciudad de Quito. Esta vía atraviesa longitudinalmente de Norte-Sur a la ciudad. A lo largo de su trayecto se encuentran varias parroquias del Distrito Metropolitano de Quito; en la parte Sur se inicia la vía en la parroquia Turubamba para terminar en la parroquia norte de Calderón.

Por motivos de análisis, se dividirá a la Avenida en varios tramos, entre ellos tenemos:

- **Tramo Sur¹:** Inicia en el Sector Cutuglagua y finaliza en la Forestal, sector Puengasí.
- **Tramo Centro:** Desde Puengasí hasta sector Intercambiador hacia la Avenida Luis Román Pérez (Av. De los Granados).
- **Tramo Norte:** Desde sector Casa de la Selección (entrada a Nayón) hasta el sector de Carapungo².

Imagen 1-1 Vista General Av. Simón Bolívar



Fuente: Adaptado de (Google Earth, 2015.)

¹ La Avenida Simón Bolívar comienza en el Intercambiador Curva de Santa Rosa, sector Tambillo, cantón Mejía, por lo que existe un tramo de vía que atraviesa a este cantón. Al solo disponer de datos en lo que corresponde al D.M.Q. (Accidentes de Tránsito, A.M.T.). Se ha considerado por motivos de estudio el inicio de vía en la Quebrada Saguanchi, sector Cutuglagua, donde atraviesa por encima el Ferrocarril.

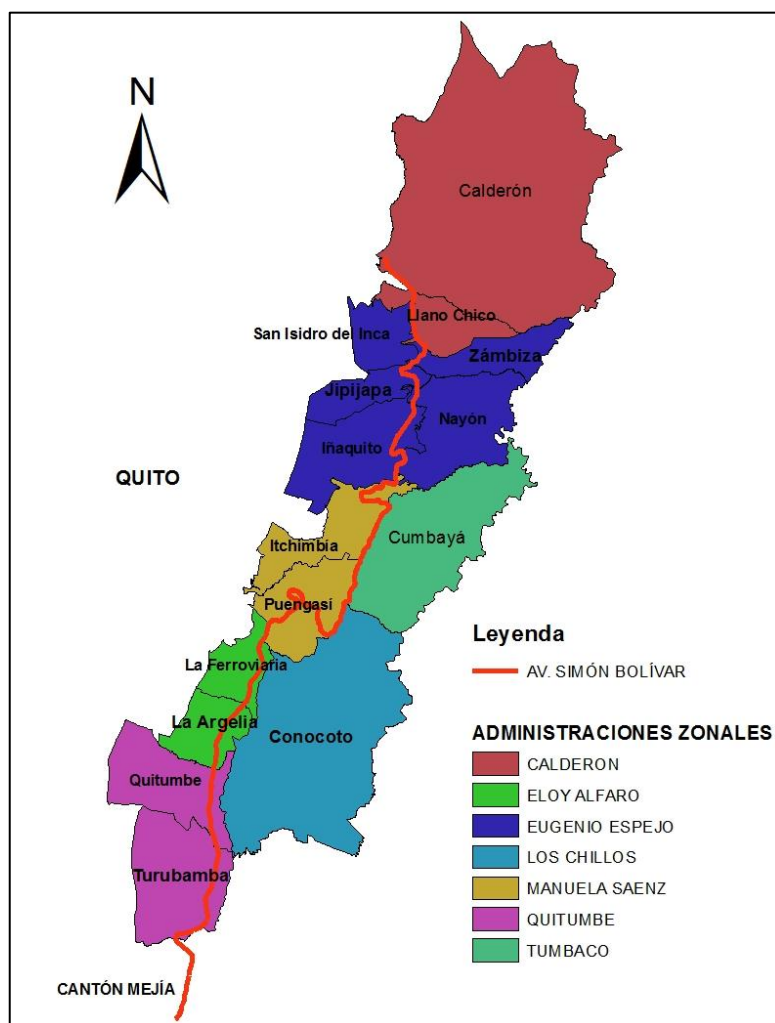
² Para el presente estudio no se consideró la prolongación Norte de la Av. Simón Bolívar, conocida como Av. Equinoccio que se encuentra a fecha enero 2016 en construcción.

Tabla 1-1 Coordenadas de Inicio y Fin de la vía³

	Norte	Este
Intercambiador Santa Rosa	9956947.78	774441.74
Límite D.M.Q Tramo Sur Quebrada Saguanchi	9960221.38	774430.42
Panamericana Norte	9987904.7	782915.2

Fuente: Coordenadas obtenidas a partir de (Geoportal Instituto Geográfico Militar, 2015)

Mapa 1-1 Parroquias del D.M.Q. atravesadas por la Av. Simón Bolívar



Fuente: Adaptado de (Geoportal Instituto Geográfico Militar, 2015)

³ Sistema de coordenadas utilizado: Proyección UTM, Datum: WGS84, Zona: 17S.

Foto 1-1 Avenida Simón Bolívar Sector Panamericana Norte Sentido N-S



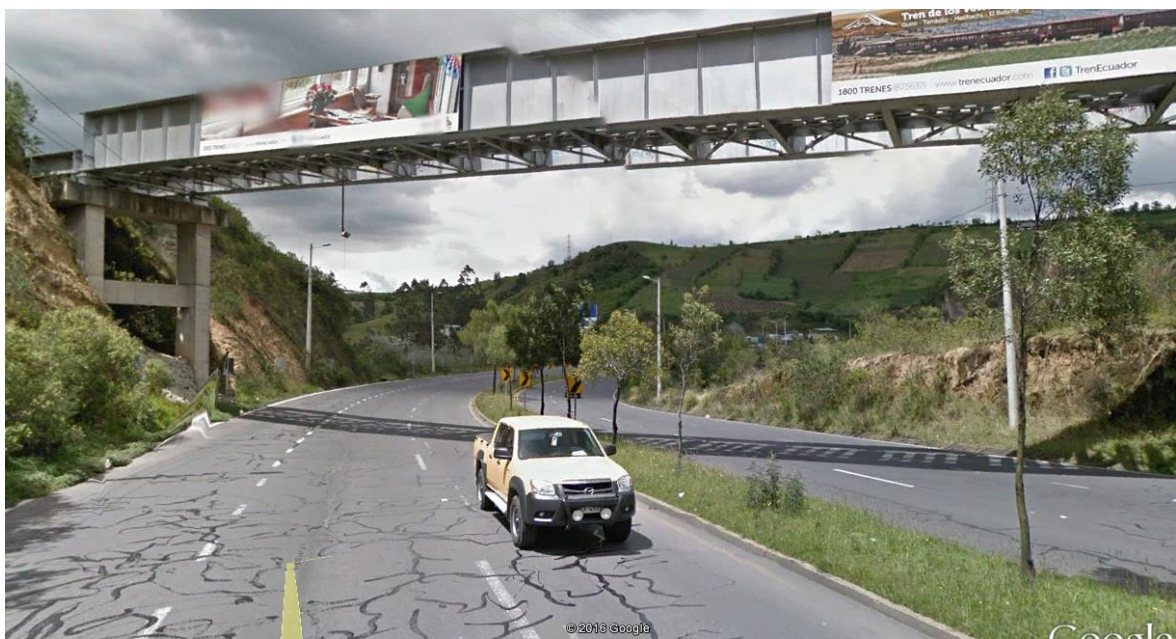
Fuente: (Google Street View, 2015)

Foto 1-2 Avenida Simón Bolívar Sector Santa Rosa Vista en sentido N-S



Fuente: (Google Street View, 2015)

Foto 1-3 Avenida Simón Bolívar sector Límite Sur D.M.Q. con Cantón Mejía



Fuente: (Google Street View, 2015)

1.3.1.1. Topografía

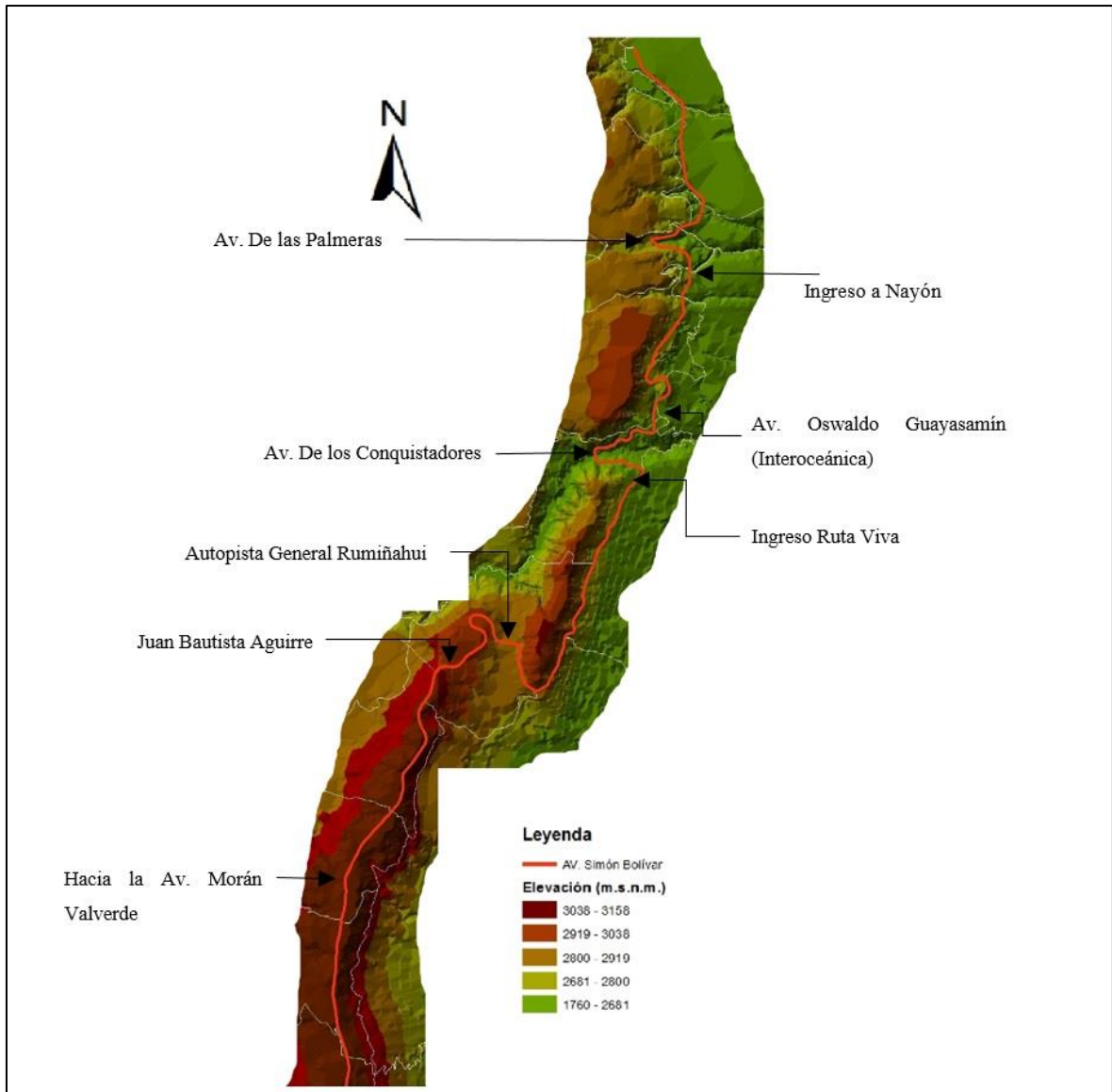
Utilizando la Cartografía de Libre Acceso del I.G.M. se obtuvo valores topográficos generales alrededor de la Avenida Simón Bolívar. A partir de lo analizado, la Avenida en estudio se encuentra localizada a una altitud entre 3158 y 2680 m.s.n.m. Además de acuerdo a las pendientes, la avenida es considerada como de terreno montañoso.

Foto 1-4 Condiciones Topográficas Av. Simón Bolívar S-N Sector Río Machángara



Terreno montañoso. Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012, p.49).

Mapa 1-2 Elevación del terreno en la Av. Simón Bolívar



Fuente: Adaptado de (Geoportal Instituto Geográfico Militar, 2015)

Foto 1-5 Condiciones Topográficas sector ingreso a Ruta Viva sentido S-N



Foto 1-6 Condiciones topográficas sector redondel ingreso a Gualo S-N



1.3.1.2. Condiciones Climáticas

Es necesario conocer información de precipitaciones alrededor de la vía en estudio, puesto que muchas veces, los siniestros ocurridos en las vías, son influencia directa o indirecta de las condiciones climáticas. Para la Avenida Simón Bolívar se ha tomado los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología (I.N.A.M.H.I) más cercanas dentro del D.M.Q a la Avenida Simón Bolívar, siendo las siguientes:

Tabla 1-2 Estaciones Meteorológicas utilizadas

Nombre Estación	Código Estación INAMHI	Periodo de Análisis de Datos	Ubicación				Elevación (m.s.n.m)
			Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM ⁴		
			Latitud	Longitud	Norte	Este	
Izobamba	M003	1990-2015	0° 21' 57" S	78° 33' 18" W	9959527	772145	3058
Quito INAMHI Ñaquito	M0024	1990-2015	0° 10' 42" S	78° 29' 16" W	9980270	779636	2789
Nayón Granja Santa Ana - PUCE	M1156	2007-2015	0° 10' 37.26" S	78° 25' 37.87" W	9980414	786385	2395

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

A partir de los datos de las estaciones se realizó un valor promedio de cada estación de los años disponibles para cada mes, con ello se obtuvo la media de los meses con mayores precipitaciones alrededor de la vía analizada.

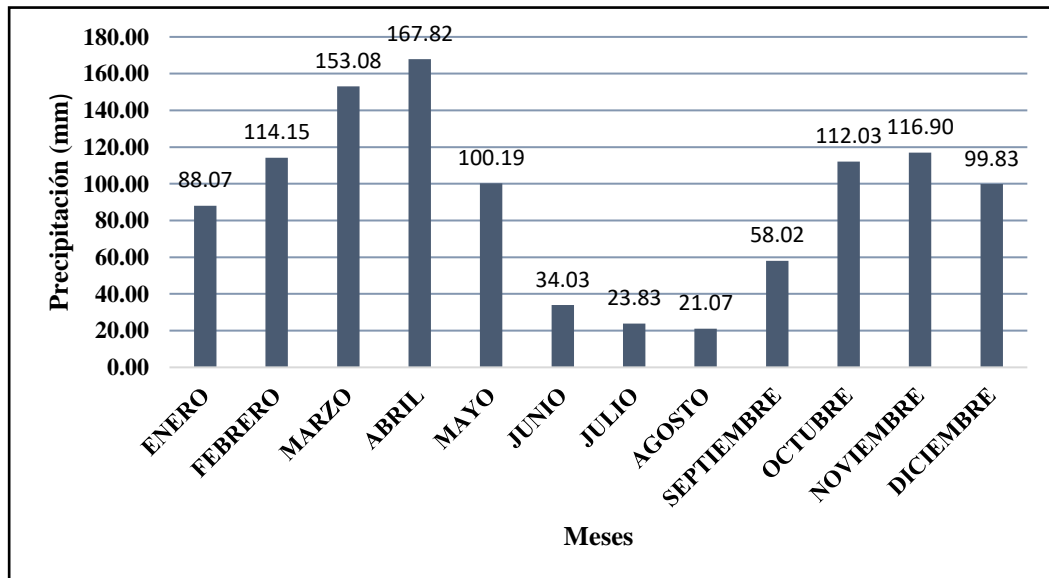
⁴ Sistema de coordenadas utilizado: Proyección UTM, Datum: WGS84, Zona: 17S

Tabla 1-3 Promedio de varios años de Precipitación (mm) para las estaciones analizadas

	IÑAQUITO (1990-2015)	IZOBAMBA (1990-2015)	NAYÓN (2007-2015)
ENERO	88.07	130.82	83.01
FEBRERO	114.15	155.88	105.09
MARZO	153.08	192.34	111.42
ABRIL	167.82	200.56	140.82
MAYO	100.19	151.34	69.50
JUNIO	34.03	62.45	16.51
JULIO	23.83	36.93	18.91
AGOSTO	21.07	36.94	13.71
SEPTIEMBRE	58.02	74.26	41.04
OCTUBRE	112.03	130.27	117.11
NOVIEMBRE	116.90	147.76	98.59
DICIEMBRE	99.83	144.40	78.81
VALOR ANUAL	1089.02	1463.94	894.53

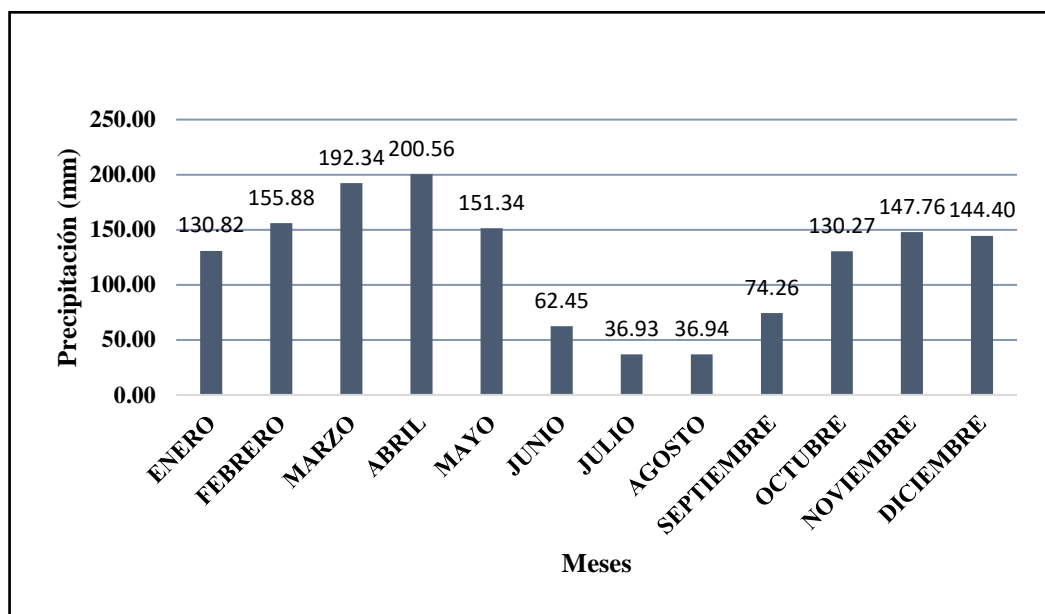
Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 1-1 Precipitación Promedio Iñaquito (1990-2015)



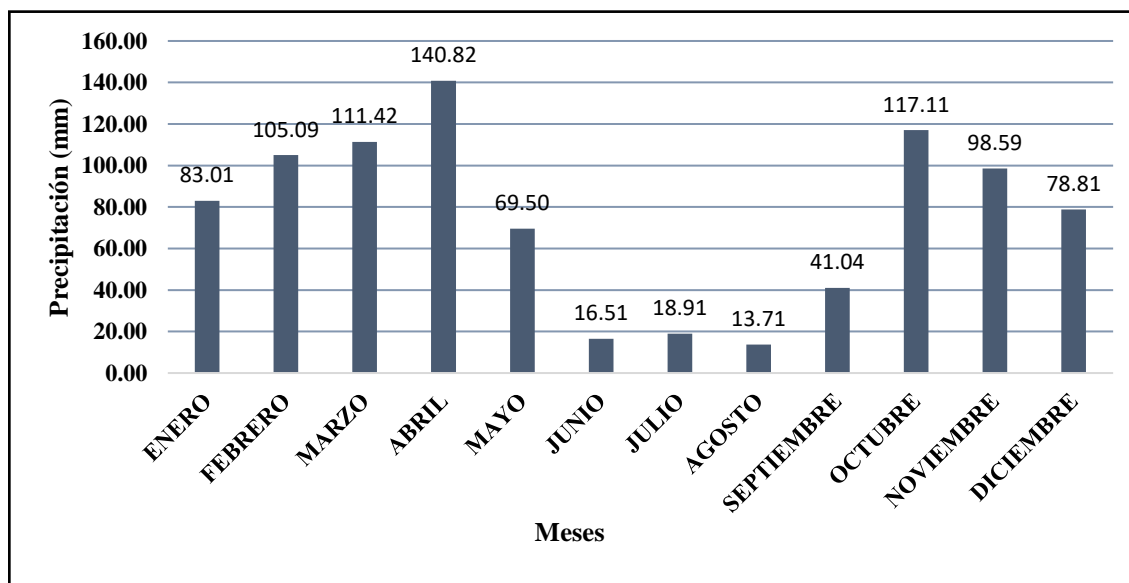
Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 1-2 Precipitación Promedio Izobamba (1990-2015)



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 1-3 Precipitación Promedio Nayón (2007-2015)



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

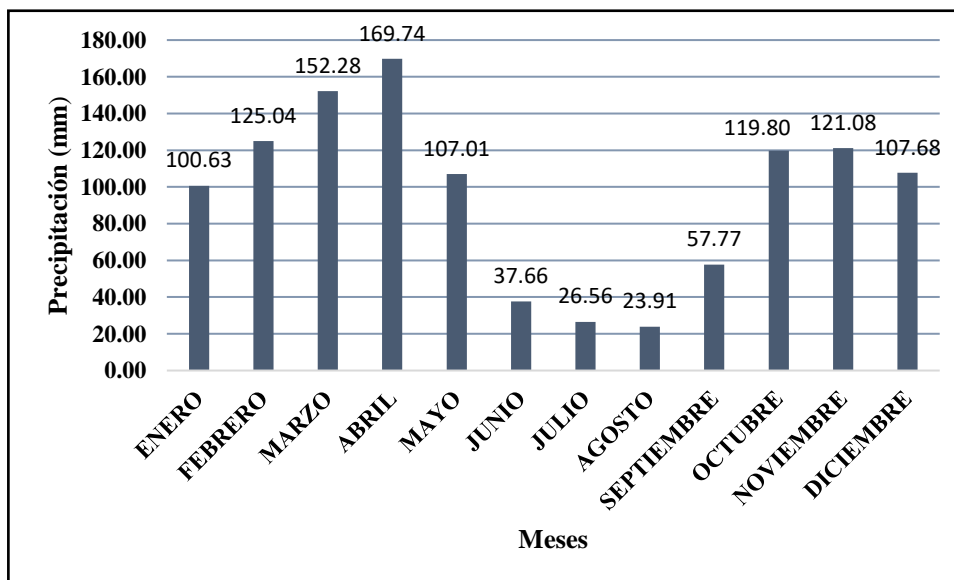
Adicionalmente se realizó un promedio general unificando las tres estaciones con los datos de varios años antes señalados. Junto con ello se hizo un promedio de las tres estaciones para los años 2014 y 2015, ya que se dispone de los accidentes de tránsito de los mencionados años.

Tabla 1-4 Promedio de precipitación de las tres estaciones en conjunto

	1990-2015	2014	2015
ENERO	100.63	138.37	81.20
FEBRERO	125.04	82.23	93.03
MARZO	152.28	196.50	174.97
ABRIL	169.74	81.50	103.40
MAYO	107.01	180.47	45.20
JUNIO	37.66	20.17	5.53
JULIO	26.56	4.53	29.85
AGOSTO	23.91	17.67	1.05
SEPTIEMBRE	57.77	85.97	6.50
OCTUBRE	119.80	151.57	91.50
NOVIEMBRE	121.08	89.37	151.35
DICIEMBRE ⁵	107.68	54.10	
VALOR ANUAL	1149.17	1102.43	

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

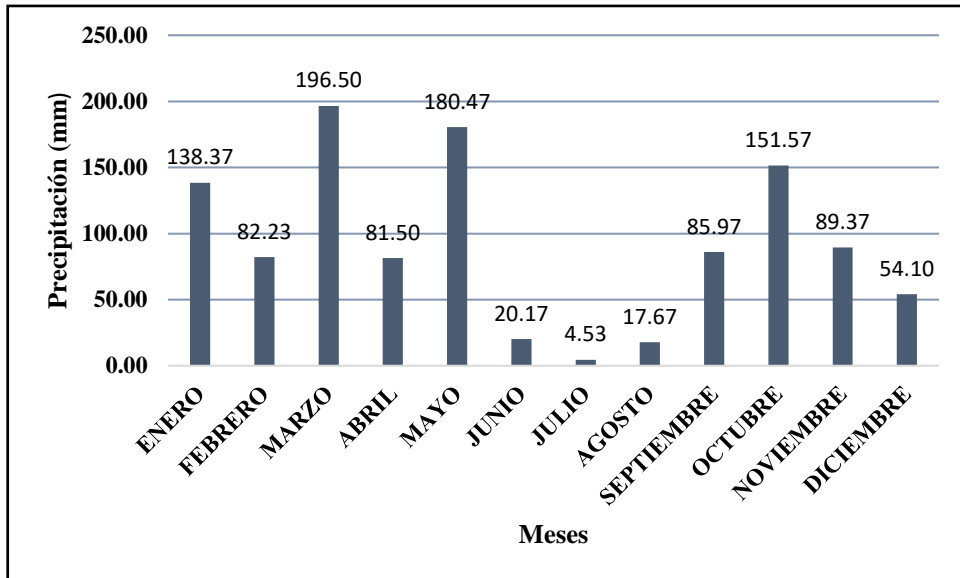
Gráfico 1-4 Precipitación Promedio de las tres estaciones Periodo 1990-2015



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

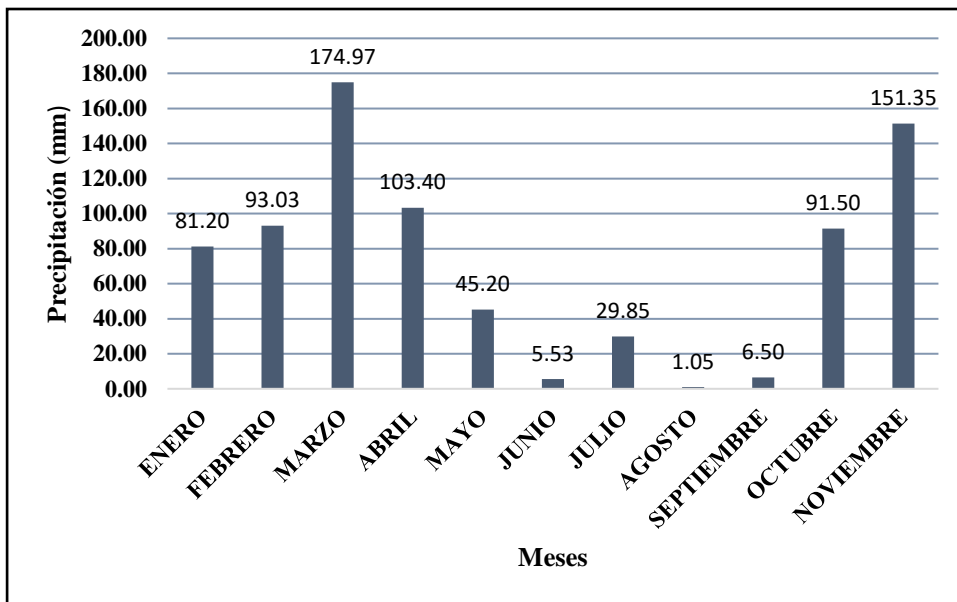
⁵ Información no proporcionada, datos recopilados en enero 2016.

Gráfico 1-5 Precipitación Promedio de las tres estaciones para el año 2014



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014.)⁶

Gráfico 1-6 Precipitación Promedio de las tres estaciones para el año 2015



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Con los datos obtenidos se puede observar una mayor cantidad de precipitación en la estación Izobamba, seguido de la estación Iñaquito y Nayón respectivamente, es decir, existe mayores precipitaciones en el sur de la ciudad que en el norte. Según (Pourrut & Leiva S, 1989):

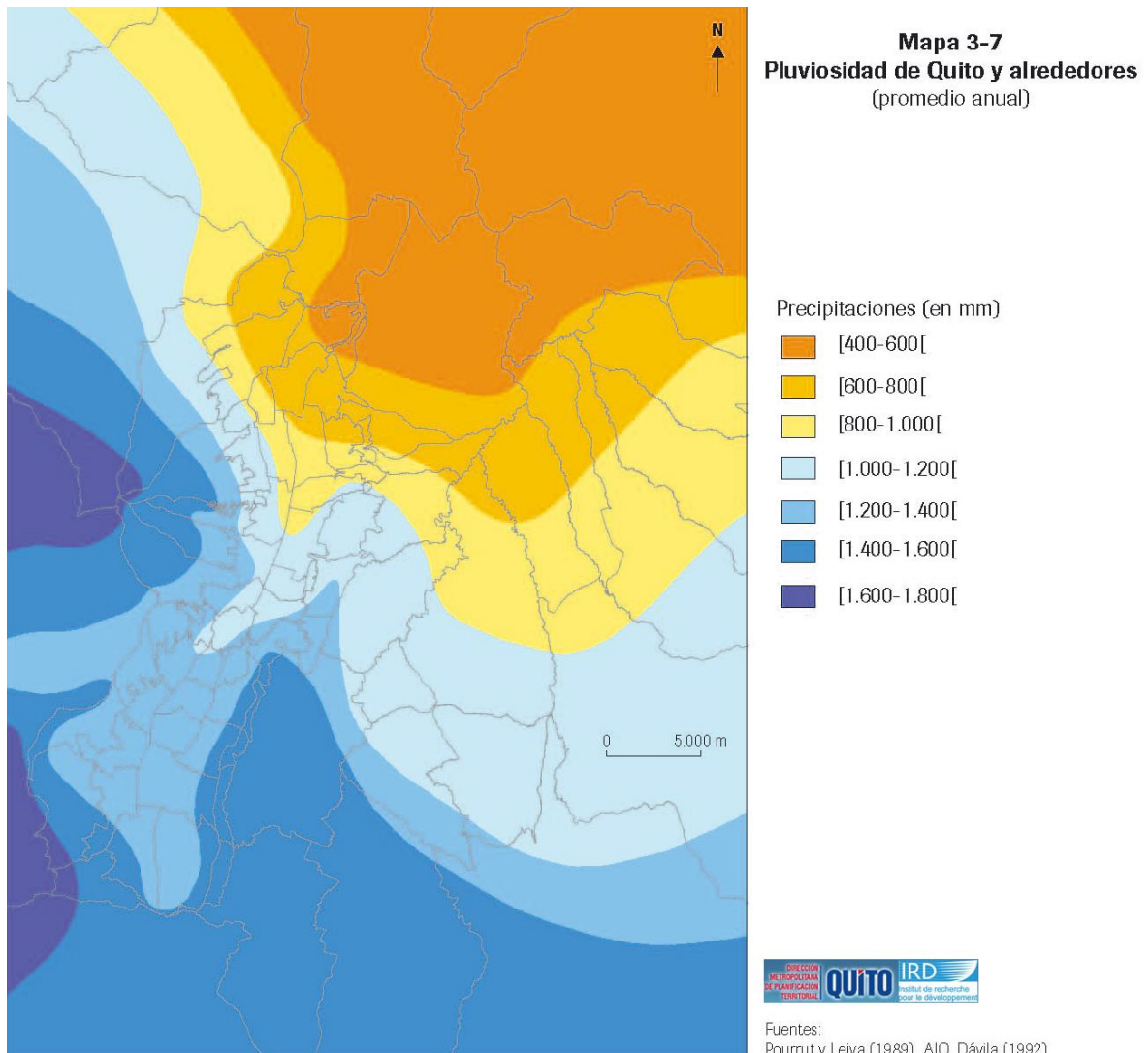
⁶ Información diciembre 2015 no proporcionada, datos recopilados en enero 2016.

Se evidencia el papel primordial desempeñado por el volcán Pichincha en la distribución de las lluvias a lo largo del eje norte-sur de Quito. Es así como, frente al ingreso de las masas de aire pacífico procedentes del Sur-Oeste, el Pichincha se eleva como una pantalla que protege la parte septentrional de la ciudad, traduciéndose su influencia en una disminución importante de las lluvias (p.39).

A partir de las tablas y gráficos se puede ver los meses de mayor y menor precipitación a lo largo del año. “Los meses más lluviosos son abril y marzo, en orden de importancia, mientras que los meses más deficitarios son julio y agosto” (Pourrut & Leiva S, 1989, p.39). Destacando que, por lo visto en los resultados mostrados, las estaciones muestran características de precipitación muy similares entre ellas.

La Avenida Simón Bolívar, al ser una vía que bordea paralelamente a la ciudad de Quito, posee características muy similares de precipitación, reflejada en los resultados de las estaciones más cercanas a la vía. Por lo que el tramo sur posee mayores precipitaciones con respecto al tramo norte.

Mapa 1-3 Pluviosidad de Quito y alrededores-Isoyetas anuales



Fuente:(Pourrut & Leiva S, 1989;ALQ Dávila, 1992; Secretaria de Territorio Habitat y Vivienda & Institut de recherche pour le développement, 2007)

Eso quiere decir que, complementando la información con el mapa de Isoyetas mostrado, las parroquias Turubamba, Quitumbe, La Argelia y La Ferroviaria poseen un promedio de precipitaciones acumuladas anuales entre 1400 a 1600 mm; las parroquias Puengasí y parte Sur de la parroquia Itchimbía tienen valores de 1200 a 1400 mm; la parte Norte de Itchimbía, Ñaquito y hasta la parte central de la parroquia Nayón poseen valores entre 1000 a 1200 mm; la parte norte de Nayón, Jipijapa y la parte sur de las parroquias San Isidro de El Inca y Zámbriza poseen valores entre 800 a 1000mm; para finalmente Llano Chico y la parte Sur de Calderón tener valores de precipitación promedio acumulado anual de entre 600 a 800mm. En los valores de las Isoyetas se ve de mejor manera la disminución de los valores

de precipitación en la parte Norte con respecto a las estaciones meteorológicas de acuerdo a su ubicación.

1.3.1.3. TPDA

“La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA” (Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico 2003, p. 11). Como lo menciona (Garber & Hoel, 2005) es el promedio de conteos de 24 horas recolectadas todos los días de un año; entre varios usos que posee, para el presente tema se lo utilizará para el cálculo de las tasas de accidentes en términos de accidentes por 100 millones de millas-vehículo (o km-vehículo) y de accidentes por millón de vehículos que entran a la localidad analizada, durante el periodo de estudio (p. 94).

Hay que resaltar lo que menciona (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) en el cual muchas veces es difícil obtener información a lo largo de un año por los costos que ello implicaría (es decir obtener volúmenes a través de períodos largos), por lo que se utilizan muestras para generalizar el comportamiento de la población. En el cual estas muestras son ajustadas mediante factores de ajuste; obtenidos de estaciones maestras de aforo permanente (como por ejemplo peajes), éstos lugares deben representar comportamientos similares de donde se va a realizar el estudio (p.191 y 196).

Complementando lo anterior el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, en las Normas de Diseño Geométrico MOP 2003) menciona:

...Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo...En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas (p. 12).

Con respecto a la Avenida Simón Bolívar, los valores de TPDA fueron obtenidos de información disponible en la EPMMOP, como también serán calculados a partir de conteos manuales y automáticos realizados desde el 2007 al 2015, en diferentes puntos a lo largo de la vía; éstos conteos fueron proporcionados por la Gerencia de Operaciones de la Movilidad de la EPMMOP y por la Secretaría de Movilidad del D.M.Q.

1.3.1.3.1. Procedimiento de Cálculo

Hay que considerar lo que dice las Normas de Diseño Geométrico del M.O.P., (2003, p. 13) “Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de

circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía”.

Para el cálculo de TPDA, la avenida en estudio se dividió en diferentes tramos⁷, entre los tramos que tenemos están los siguientes:

Tabla 1-5 Tramos comprendidos de la Avenida Simón Bolívar para el cálculo del TPDA

TRAMO	COMPRENDIDO ENTRE	SECTOR DE LA ESTACIÓN	FECHA DEL CONTEO	Coordenadas de las Estaciones en UTM WGS84 Zona 17 Sur	
				Este	Norte
1	Límite Sur D.M.Q. - Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)	El Troje	Del 10 al 16 marzo 2014	776108	9968237
2	Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) - Autopista General Rumiñahui	Forestal	Del 13 al 19 enero 2010	No disponible ⁸	
3	Autopista General Rumiñahui - Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)	Triángulo de Piedra	Del 1 al 5 enero 2010	No disponible	
4	Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) - Panamericana Norte	Llano Chico	Del 19 al 25 Julio 2013	783002	9987662

⁷ Por motivos del presente estudio, se dividió en los tramos mencionados debido al número y localización de los contadores disponibles y existentes que se realizaron a lo largo de la Avenida. Además, considerando los años donde fueron realizados los conteos, no se considera la conexión con la Ruta Viva, como tampoco la construcción del Intercambiador de la Panamericana Norte. Es por ello que los valores obtenidos de TPDA son referenciales y lo más aproximados posible.

⁸Debido al año realizado de los conteos, no se dispone de las coordenadas de la ubicación de las estaciones de conteo.

Posteriormente se realizó el cálculo del Tráfico Promedio Diario Semanal a partir de los conteos registrados, cuya ecuación de acuerdo a (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) es :

Ecuación 1-1 Tránsito Promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Donde:

TS = Tránsito semanal, siendo el número total de vehículos que pasan durante una semana.

Obtenido los valores de TPDS para cada tramo se procedió a calcular el TPDA mediante la siguiente ecuación de acuerdo a las (Normas de Diseño Geométrico MOP , 2003):

Ecuación 1-2 Tránsito Promedio Diario Anual

$$TPDA = TPDS \times Fh \times Fd \times Fs \times Fm$$

Donde:

Fh = Factor de ajuste horario, nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

Fd = Factor de ajuste diario, transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.

Fs = Factor de ajuste semanal, transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.

Fm= Factor de ajuste mensual, transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA).

Para el análisis de la Avenida Simón Bolívar, el factor de ajuste horario será igual a 1 ya que los conteos se realizaron en un periodo de 24 horas. En el caso para el factor de ajuste semanal, se utilizó el valor de 1 ya que se realizó el conteo a lo largo de una semana (7 días), a excepción del tramo 3 que se lo hizo en 5 días para ello se realizó el siguiente ajuste:

Ecuación 1-3 Ajuste semanal para obtención de TPDS

$$TPDS = \frac{a}{7} * \frac{1}{m} * \sum_1^m (Dm) * \frac{b}{7} * \frac{1}{n} \sum_1^n (Dn)$$

Donde:

a = Número de días que fueron laborables en la semana que se realizó el conteo vehicular.

b = Número de días que no fueron laborables en la semana que se realizó el conteo vehicular.

m = Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.

n = Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.

D_m = Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.

D_n = Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.

Como se mencionó previamente, sólo se utilizó este factor de ajuste semanal para el caso del tramo 3, ya que para el resto de los tramos el factor dará como resultado 1 por el hecho de que se lo hizo en 7 días, de los cuales 5 fueron laborables y 2 no laborables.

Para la obtención de los factores mensuales se obtuvo promediando factores de ajuste mensual obtenidos a partir de: Consumo de combustibles a partir de estadísticas de la EP Petroecuador, Estadísticas del peaje de la Avenida Interoceánica “Oswaldo Guayasamín” entre el 2007 al 2015; y de Estadísticas del peaje de la Autopista General Rumiñahui del 2007 al 2009 utilizados en los Estudios de Ingeniería definitivos del Proyecto Ruta Sur-Vía Aeropuerto. Estos valores se los pueden apreciar en los anexos.

Tabla 1-6 Valores del factor de Ajuste Mensual Promediados

Mes	Factor de Ajuste Mensual Fm
ENERO	1,0654
FEBRERO	1,0688
MARZO	1,0470
ABRIL	1,0538
MAYO	0,9903
JUNIO	0,9847
JULIO	1,0010
AGOSTO	1,0178
SEPTIEMBRE	0,9681
OCTUBRE	0,9533
NOVIEMBRE	0,9708
DICIEMBRE	0,9351

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada tramo de acuerdo al año en que se realizó el conteo. En los anexos se detallan los cálculos para la obtención de los valores de TPDA de los tramos mencionados.

Tabla 1-7 Valores de TPDA de acuerdo al año en que se realizó el conteo vehicular.

TRAMO	TPDS		FECHA DEL CONTEO	Fm	Fd		TPDA		Suma de los dos sentidos
	N-S	S-N			N-S	S-N	N-S	S-N	
1	N-S	S-N	Marzo 2014	1.0470	N-S	S-N	N-S	S-N	29101
	13940	13623			1.0024	1.0145	14630	14471	
2	N-S	S-N	Enero 2010	1.0654	N-S	S-N	N-S	S-N	43954
	20109	20552			1.0187	1.0107	21825	22129	
3	N-S	S-N	Enero 2010	1.0654	N-S	S-N	N-S	S-N	40338
	10824	20406			1.2872	1.1727	14843	25495	
4	N-S	S-N	Julio 2013	1.0010	N-S	S-N	N-S	S-N	46792
	23420	22742			1.0114	1.0140	23709	23083	

Se proyectan los valores de TPDA hasta el 2030, estos valores servirán para llevar los valores de TPDA de los diferentes tramos al 2015 para realizar el análisis de accidentes de acuerdo

al periodo 2014-2015 de donde se obtuvo información de los accidentes. De acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico MOP, (2003) se utilizará la siguiente ecuación:

Ecuación 1-4 Proyección de tráfico en base a la tasa de crecimiento poblacional o del parque automotor

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico actual (cuando se realizó el conteo)

i = Tasa de crecimiento del Tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles)

n = Número de años Proyectados

Para los valores de la tasa de crecimiento del tráfico, se utilizó valores promedio de las tasas de crecimiento de las normas de diseño geométrico 2003, de los estudios de la rehabilitación del pavimento de la Avenida Simón Bolívar, de los estudios de ingeniería definitivos del Proyecto Ruta Sur-Vía Aeropuerto y de información del crecimiento del parque automotor elaborado por la Secretaría de Movilidad del D.M.Q. Estos valores se indican en los anexos.

Tabla 1-8 Tasas de crecimiento vehicular para cálculo de proyección de Tráfico en la Av. Simón Bolívar

Período	Livianos	Buses	Pesados
2000-2010	3.99%	3.09%	4.79%
2010-2020	3.18%	1.59%	3.83%
2020-2030	3.59%	1.39%	3.55%

Fuente: Adaptado de Información Obtenida de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2012; Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito & Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2015)

Estas tasas al estar divididas por tipo de vehículo, se procedió a clasificar los vehículos en livianos, buses y pesados; mediante los conteos manuales realizados en la vía. En los anexos se detallan los cálculos para la proyección de los valores de TPDA de los tramos mencionados hasta el año 2030.

Tabla 1-9 Clasificación Vehicular Promedio en la Avenida Simón Bolívar

Clasificación		
Livianos	Buses	Pesados
84.56%	2.80%	11.25%

Tabla 1-10 Valores de TPDA proyectados al 2030

		TPDA								TOTAL DOS SENTIDOS
TRAMO	Año	Sentido N-S				Sentido S-N				
		Livianos	Buses	Pesados	Total	Livianos	Buses	Pesados	Total	
1	2015	12831	446	1823	15100	12692	441	1803	14936	30035
2		21695	708	3160	25563	21997	718	3204	25920	51483
3		14754	482	2149	17386	25343	828	3692	29862	47248
4		21455	734	3067	25256	20888	715	2986	24589	49845
1	2020	15005	477	2200	17682	14842	477	2176	17495	35176
2		25370	767	3814	29951	25724	777	3867	30368	60319
3		17254	521	2594	20369	29637	896	4455	34987	55357
4		25090	794	3701	29586	24428	773	3604	28804	58390
1	2030	21865	547	3068	25480	21627	541	3034	25203	50683
2		37560	863	5262	43685	38084	875	5335	44294	87979
3		25544	587	3579	29710	43876	1008	6147	51031	80741
4		36706	899	5148	42753	35737	876	5012	41625	84378

De acuerdo al Informe del Diseño del Pavimento de la Rehabilitación de Pavimento de la Avenida Simón Bolívar EMMOP-Q, Actual EPMMOP (2010, p. 5), se obtuvieron valores de TPDA sobre base de conteos realizados en el año 2009. Los valores proyectados al 2015 son los siguientes:

Tabla 1-11 Valores de TPDA al año 2015

SECTOR	ABSCISAS		TPDA	Ubicación
			AÑO 2015	
SECCION 1	15+650	23+600	52055	Intercambiador de la Autopista General Rumiñahui- La Argelia
SECCION 2	23+600	28+900	34486	La Argelia- EL Troje

Fuente: (Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas Actual EPMMOP, 2010)

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 1-10, podemos obtener un valor promedio de vehículos que pasan por la Avenida Simón Bolívar proyectado. Siendo un valor de 44653 vehículos promedio que pasan al día para el año 2015.

1.3.1.4. Tipo de vía

“Expresa (Autopista) según el Art. 14 de la Categorización del sistema vial urbano, ordenanza 3746 (2013)”, (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015,p1).

De acuerdo a la clasificación Funcional en base al TPDA del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2012, p.64) la Avenida Simón Bolívar de acuerdo a los valores obtenidos de TPDA, está considerada como Autovía o Carretera Multicarril AV2, convirtiéndose en el futuro en Autopista AP1 y AP2 de acuerdo a las proyecciones previstas.

Tabla 1-12 Clasificación Funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

1.3.1.5. Longitud

La Avenida Simón Bolívar posee una longitud de 44.3 km entre la Panamericana Norte y la Avenida Pedro Vicente Maldonado (Intercambiador Curva de Santa Rosa). Si solo se considera entre el límite del D.M.Q. (Intersección del Ferrocarril) y la Panamericana Norte, la vía posee una longitud de 40.5 km.

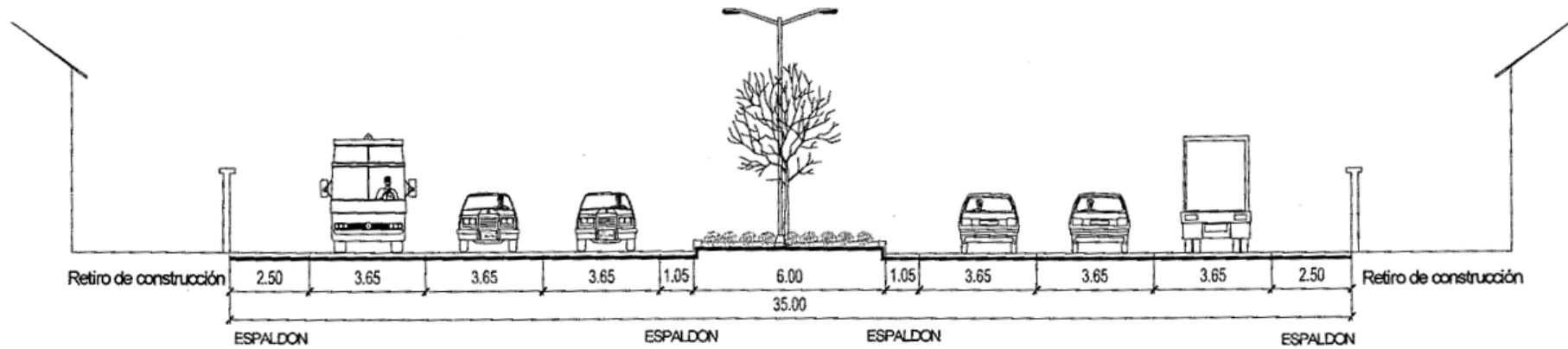
1.3.1.6. Número de carriles por sentido

Posee 3 carriles de circulación en el sentido Norte-Sur, y 3 carriles de circulación en el sentido Sur-Norte. Existen 2 puntos a lo largo de la Avenida Simón Bolívar en el cual se reduce a dos carriles por sentido: el primero se encuentra ubicado en la Intersección que conecta con la Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) y el segundo tramo es en el sentido Norte-Sur entre el intercambiador de la Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) y la Avenida Oswaldo Guayasamín (Vía Interoceánica).

Foto 1-7 Distribución de carriles Sector Llano Chico



Imagen 1-2 Sección Típica de una vía Expresa (Autopista), referencial



EXPRESA 35,00 m.

Fuente: (Concejo Metropolitano de Quito, 2008)

1.3.1.7. *Intersecciones e Intercambiadores*

La Avenida Simón Bolívar es atravesada por varias vías, desde calles secundarias hasta avenidas de varios carriles. Es necesario conocer las intersecciones con estas vías ya que al ingresar o salir de la Av. Simón Bolívar pueden ser factores generadores de accidentes de tránsito, pudiendo ser ocasionadas por posibles fallas en el diseño de estos cruces.

Se denomina como intersección a un área que es compartida por dos o más caminos, y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. Las intersecciones se clasifican en tres categorías: a desnivel sin rampas, a desnivel con rampas (comúnmente conocidas como distribuidores viales) y a nivel. Las intersecciones a desnivel constan de estructuras que distribuyen al tránsito para que cruce a niveles diferentes sin interrupción (distancias verticales). El potencial de accidentes en las intersecciones a desnivel se reduce, porque se eliminan muchos conflictos potenciales entre los flujos vehiculares que se cruzan. Las intersecciones a nivel no distribuyen al flujo vehicular a diferentes niveles y, por tanto, se presentan conflictos entre los flujos vehiculares que se cruzan. (Garber & Hoel, 2005, p.219).

Cabe destacar que en los Sectores de la Argelia y de Puengasí, en el sur de Quito, existe la mayor cantidad de calles secundarias que conectan de manera directa con la Avenida Simón Bolívar, a diferencia del Tramo Norte donde la vía es propiamente una Autopista.

Uno de los motivos principales de la presencia abundante de intersecciones con estas calles, es la existencia de grandes zonas pobladas en estos sectores del Sur, a diferencia de la zona norte (Especialmente desde la entrada a la Universidad Internacional hasta el redondel de Gualo) donde la presencia de zonas pobladas alrededor de la Avenida Simón Bolívar es baja. Hay que destacar que a lo largo de la vía en estudio existen giros en U para el cambio de sentido. Lo que influye notoriamente en la incidencia de accidentes de tránsito.

Entre las vías que intersecan la Avenida Simón Bolívar a destacar se tiene:

Foto 1-8 Intersecciones destacadas que atraviesan la Avenida Simón Bolívar

Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde), en el sector Lucha de los Pobres, esta vía permite la salida y el ingreso al Sur de la ciudad de Quito, específicamente a las parroquias Quitumbe y Solanda, a través de la Avenida Morán Valverde.



Fuente: (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Vía Ontaneda, esta vía permite la salida y el ingreso a los barrios correspondientes a la parroquia La Argelia.



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Juan Bautista Aguirre, permite conectar las Parroquias de La Ferroviaria y Puengasí con Conocoto.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: (Google Earth, 2015)

Autopista General Rumiñahui, conecta la parte central de la ciudad de Quito con la parroquia Conocoto, en el valle de los Chillos.



Fuente: (Google Earth, 2015)

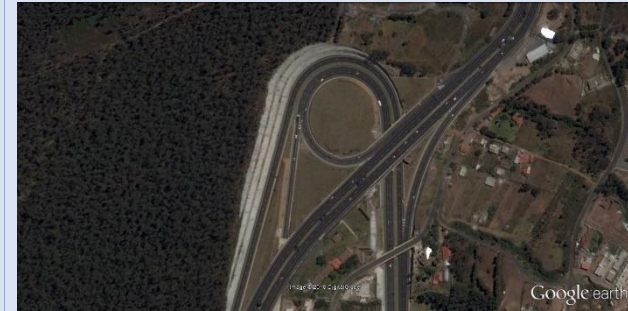


Fuente: (Google Earth, 2015)

Ruta Viva, esta vía une a las parroquias de Cumbayá y Tumbaco.



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Avenida de los Conquistadores, Vía que conecta la Avenida Simón Bolívar con el sector de Guápulo y Cumbayá



Fuente: Elaboración propia



Fuente: (Google Earth, 2015)

Avenida Oswaldo Guayasamín (vía Interoceánica), ésta vía une al norte de Quito con los valles de Cumbayá y Tumbaco.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: (Google Earth, 2015)

Avenida Luis Román Pérez (De los Granados), este tramo de vía inicia en el redondel del Ciclista donde inicia la vía a Nayón.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: (Google Earth, 2015)

Ingreso a Nayón



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Avenida de las Palmeras, ubicado en el sector de Zámbriza, ésta vía viene desde el sector de El Inca en el norte de Quito.



Fuente: *Elaboración propia*



Fuente: (Google Earth, 2015)

Redondel de Gualo, conecta a sectores como Gualo, y Llano Chico.



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Calle Benítez Manuel, esta vía une la Avenida Simón Bolívar con Llano Chico.



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Panamericana Norte⁹, esta Avenida viene desde el sur, pasando por Carcelén, hasta dirigirse al Norte en los Sectores de Carapungo y Calderón.



Fuente: (Google Earth, 2015)



Fuente: (Google Earth, 2015)

Fuente: Elaboración propia. (Google Earth, 2015; Google Street View, 2014; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

⁹ *Fotografías obtenidas de (Google Earth, 2015; Google Street View, 2014) antes de la construcción del Intercambiador de Carapungo. Fecha foto Street View: octubre 2014, Fecha captura satelital: noviembre 2014.*

1.3.2. Cronología de Trabajos en la vía

La Avenida Simón Bolívar (conocida también como Nueva Vía Oriental o Corredor Periférico Oriental) ha sido construida por tramos, siendo el tramo más antiguo comprendido entre el Actual Intercambiador hacia la Avenida Morán Valverde hasta el actual Intercambiador que conecta el sector Monteolivo y la Avenida de los Granados. A lo largo de los años se han realizado numerosas obras, ya sea de construcción, rehabilitación y de mantenimiento. A continuación, se enumeran las principales actividades destacadas, realizadas a lo largo de la Avenida Simón Bolívar.

Tabla 1-13 Actividades Principales realizadas en la Avenida Simón Bolívar a lo largo de los años

Año	Actividad Realizada
1977-1980	Construcción Avenida Simón Bolívar llamada anteriormente Nueva Vía Oriental.
2002	Estudios y Diseños para la prolongación de la Avenida Simón Bolívar hasta la Panamericana Norte, en la parte Norte.
2002	Estudios y Diseños para la prolongación de la Avenida Simón Bolívar hasta el sector de Santa Rosa, en la parte Sur.
2003	Estudios para el Intercambiador hacia la Avenida Morán Valverde para la prolongación de la Av. Simón Bolívar en la parte Sur.
2003	Estudios para el Intercambiador hacia la Avenida De Los Granados para la prolongación de la Av. Simón Bolívar en la parte Norte.
2007	Prolongación de la Avenida Simón Bolívar hasta la Panamericana Norte, en la parte Norte.
2007	Prolongación de la Avenida Simón Bolívar hasta el sector de Santa Rosa, en la parte Sur.

2012	Rehabilitación Integral de la Avenida Simón Bolívar, Tramo III, desde la Avenida Pedro Vicente Maldonado (Intercambiador Morán Valverde) hasta la Autopista General Rumiñahui Y Mantenimiento Vial.
2012	Rehabilitación de la Avenida Simón Bolívar, Tramo II, desde el Intercambiador de la Av. Interoceánica hasta la Autopista General Rumiñahui y Mantenimiento Vial.
2012	Rehabilitación Integral de la Avenida Simón Bolívar, Tramo I desde el Redondel de El Ciclista hasta la Intersección con la Vía Interoceánica Y Mantenimiento Vial.

Fuente: Adaptado de Información Obtenida de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015a; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

1.3.3. Datos Adicionales

Según datos de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015a):

La vía mencionada se compone de tramos rectos que no sobrepasan los 5 km, siendo en su mayoría una vía sinuosa. La velocidad máxima contemplada para su diseño es de 90 km/hora para vehículos livianos y 70 km/hora para vehículos pesados en tramos seguros, 70 y 50 km/hora respectivamente, en curvas peligrosas y 30 km/hora en zonas habitadas y/o escolares (p.2).

CAPÍTULO 2 ASPECTOS GENERALES SOBRE ACCIDENTABILIDAD

2.1. Definiciones Generales

“Comúnmente se acepta que la palabra “accidente”, alude a un evento en el cual se involucran uno o más vehículos de transporte, en una colisión que ocasiona daños a la propiedad, lesiones o la muerte.” (Garber & Hoel, 2005, p. 130).

2.1.1. Accidente y Siniestro

En años recientes, las organizaciones internacionales dedicadas a aspectos de seguridad en carreteras han sugerido que se reemplace la palabra “accidente” por la palabra “choque o siniestro”, porque choque o siniestro implica que la colisión pudo haberse evitado o minimizado su efecto mediante la modificación del comportamiento del conductor, del diseño del vehículo (llamado “valor de choque o tasación del siniestro”), la geometría del camino o el ambiente del viaje. (Garber & Hoel, 2005, p. 130).

Otros Autores como (Franco de Mora & Mora G, 1975) señalan que existen diferencias entre accidente y siniestro; básicamente explican que un accidente representa una significancia menor que la de un siniestro, en características como:

- **Cantidad de personas involucradas:** No es lo mismo cuando en un acontecimiento se ve involucrado una persona a diferencia de varias personas, es decir, al hablar de afectaciones a la colectividad, aumenta el riesgo.
- **Importancia en la afectación de bienes:** Resaltando la significancia en las pérdidas que se pueden producir para una persona que puede representar de mucha importancia, a diferencia de una empresa, que puede representar pérdidas menores.
- **Magnitud del daño o peligro:** En un accidente los daños resultan insignificantes, mientras que, en un siniestro esos daños involucran bienes de alto valor, además se involucran lesionados o fallecidos.

Según el (Artículo N° 392 del Reglamento General para la aplicación de la ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012, p 108) define la palabra Choque como” el impacto de dos vehículos en movimiento”, por lo que excluye sucesos como atropellos. En este estudio se utilizará el término siniestro en lo referente a los accidentes de Tránsito recopilados en la Avenida Simón Bolívar y se incluirán a los atropellos registrados. Adicionalmente hay que destacar la diferencia entre accidentalidad y accidentabilidad. Según (Real Academia Española, 2016) la primera tiene por definición “Cualidad de accidental”, mientras que la segunda hace referencia a Frecuencia o Índices de accidentes.

2.2. Factores Generadores de Accidentes de Tránsito

A partir de las referencias de varios autores como (Franco de Mora & Mora G, 1975; Garber & Hoel, 2005; Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012) los principales factores son:

- **Debido a fallas humanas:** En las que se incluyen: comportamientos irresponsables al conducir, irrespeto a las señales de tránsito, uso de celular u otros distractores para manejar desatento. Siendo estas características comportamientos de manera consciente por parte del conductor. Existen los comportamientos no conscientes al momento de conducir en los que se destacan: estados de ánimo variables, enfermedades físicas y mentales, cansancio o ebriedad al conducir, entre otros de similares características.
- **Debido a fallas o deficiencias mecánicas en el vehículo:** Aquí pueden intervenir ejemplos como: sistema de frenos defectuosos, fallas en sistema eléctrico, llantas lisas o exceso de carga.
- **Debido a fallas o deficiencias en la infraestructura:** Dentro de las cuales se ven involucrados aspectos viales y de señalización en el que pueden existir deficiencias generadoras de accidentes o siniestros.
- **Debido a condiciones del ambiente físico o climático:** Donde intervienen condiciones del estado del tiempo, pudiendo modificar las maniobras efectuadas por el conductor, como también se vea modificado el comportamiento del vehículo.

Los autores añaden que en muchas ocasiones para que se den accidentes o siniestros, no solamente se dan por un solo factor, sino por un conjunto de factores antes mencionados. Complicando a su vez en la investigación para la determinación de las causas reales que se puedan ocurrir.

De los anteriores factores, el de mayor incidencia es el humano. “A pesar de que es cierto que del 70% al 90% de estos accidentes de tránsito son debido a errores humanos, no cabe duda que el mejoramiento del sistema vial y de los vehículos mismos reduzca la ocurrencia de tales errores” (James L. Pline, 1999 citado por Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, p.510).

2.3. Importancia del estudio sobre la Accidentabilidad

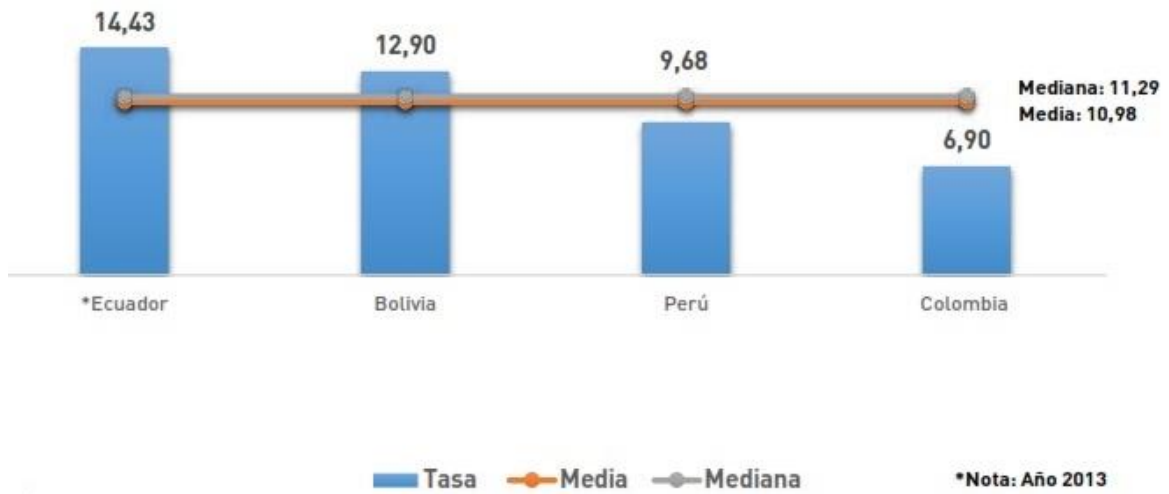
Es necesario conocer los aspectos básicos al hablar de lo relacionado con temas de accidentes de tránsito. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) destaca que la accidentalidad y el congestionamiento son las dos consecuencias principales de los problemas de Tránsito, además menciona que el estudio de accidentes es uno de los más importantes en la Ingeniería de Tránsito, debido a que hay pérdidas económicas como de personas (p. 510).

Relacionado con lo anterior, añade (Garber & Hoel, 2005) que para reducir las tasas de accidentes, corresponde a los Ingenieros de Tránsito trabajar para que opere de manera óptima el sistema de calles y carreteras, en conjunto con oficiales de policía y educadores para hacer cumplir la reglamentación e incentivar la educación vial (p. 129).

La problemática de los accidentes de tránsito se da en la mayoría de países del mundo, sin embargo, hay que destacar que existen países, e incluso sectores dentro de un mismo país, en el que existen mayores accidentes de tránsito, eso debido a que existe una mayor cantidad de factores generadores de accidentes de tránsito en un sitio con respecto a otro, convirtiendo así un sitio más propenso a que se generen accidentes.

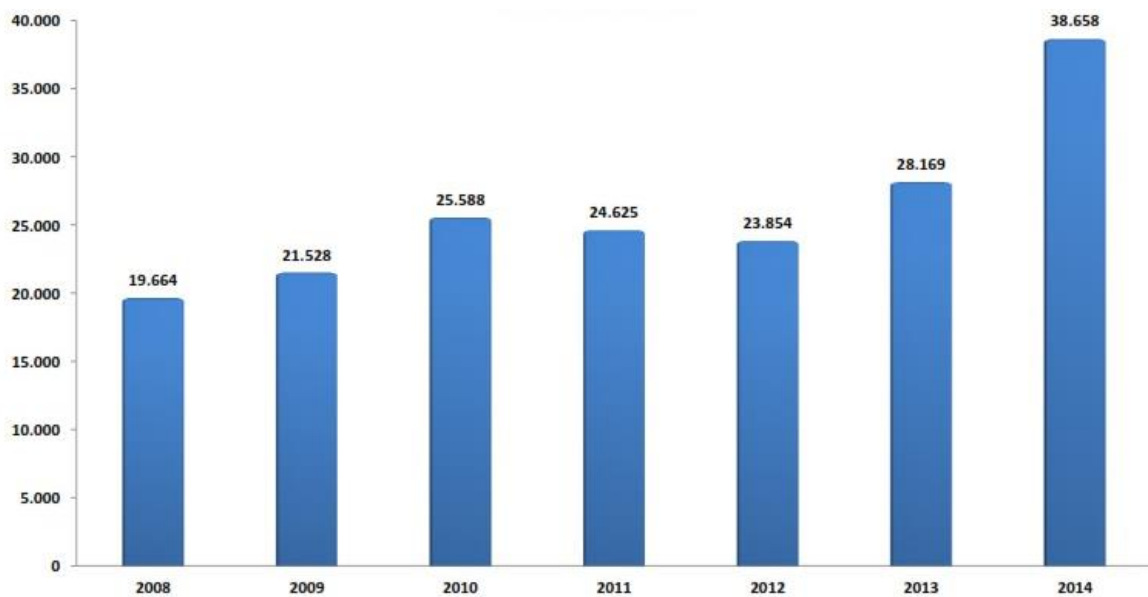
En el Ecuador, en lo referente a accidentes de Tránsito, se puede notar que es una problemática social con datos variables hacia una tendencia al aumento en su cantidad. “La tasa media anual es de 15 decesos por cada 100,000 habitantes lo que constituye una de las tasas de mortalidad más altas de América Latina” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012, p.21).

Gráfico 2-1 Tasa de muertes por Accidentes de Tránsito de la Región Andina-2011



Fuente: (Comisión de Estadística de Seguridad Integral & Centro Ecuatoriano de Análisis de Seguridad Integral CEASI, 2013)

Gráfico 2-2 Accidentes de Tránsito en el país. Periodo: 2008-2014



Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2014)

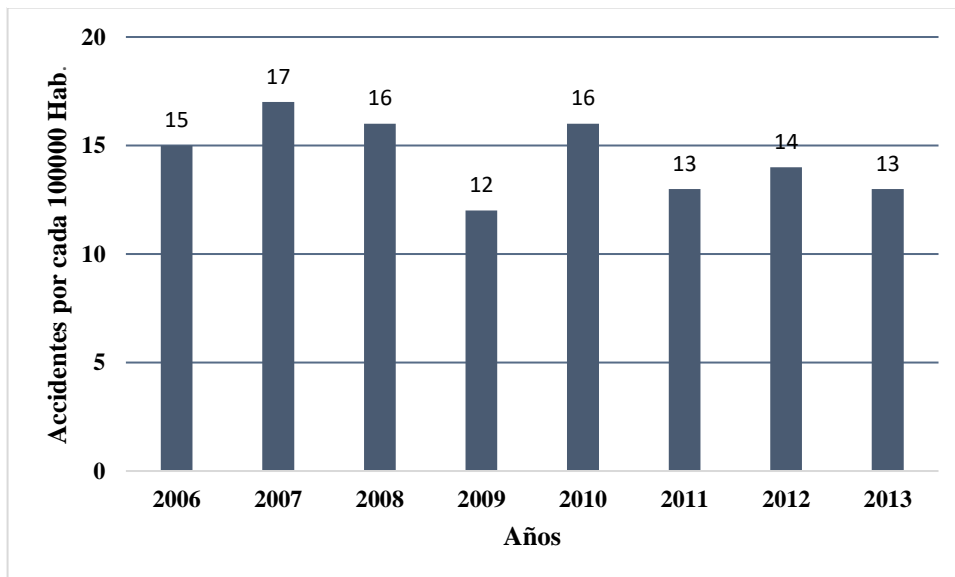
Como se puede apreciar en el Gráfico 2-2 tenemos que en el Ecuador ha existido un preocupante aumento considerable en la cantidad de accidentes de tránsito, sin embargo según la (Agencia Nacional De Tránsito ANT, 2016) en 2015 la cantidad de accidentes fue de 35,701, un 8% menor que en 2014 (38,658 accidentes), además dicha institución subrayó

que “ la tasa de mortalidad por cada 100 mil habitantes en 2015 fue de 12.94, mientras que en 2014 fue de 14.49”¹⁰

Con los datos mostrados se refleja que cada vez las instituciones encargadas de la Seguridad Vial en el Ecuador están realizando esfuerzos mayores para reducir los accidentes de tránsito. Considerando que en el año 2014 la provincia de Pichincha ocupó el primer lugar en registro de accidentes de Tránsito con el 39%, seguido de la provincia de Guayas con 25%; en el año 2013 el primer puesto ocupó la provincia de Guayas con 36.9%, seguido de Pichincha con el 19.6%. Para los años 2013 y 2014, la principal causa de accidentes a nivel nacional fue debido a “impericia e imprudencia de conductor” (49% y 33% respectivamente), seguido de “el no respetar las señales de tránsito” (9% y 21% respectivamente) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2013; 2014).

Relacionado a la ciudad de Quito de acuerdo a información de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016; Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2016) “En 2014 se produjeron 14,261 siniestros con 292 fallecidos y 8,890 lesionados calificados en leves que es casi el 75%, en moderados 15% y en graves con un 10% del total de siniestros por accidentes de tránsito”.

Gráfico 2-3 Tasa de mortalidad en accidentes de tránsito por cada 100000 habitantes



Fuente: (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito & Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2015)

Estas entidades mencionan también que en 2015 hubo 179 fallecidos, comparado con los 292 fallecidos en el 2014, por lo que se redujo la tasa de mortalidad de 12 muertos por cada

¹⁰ Referirse a los anexos para ver índices de mortalidad, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.

100,000 habitantes a 9 fallecidos por cada 100,000. Esto hace notar que se están generando planes de prevención en varios ámbitos para reducir los accidentes de Tránsito. Adicionalmente mencionan que “las principales causas relativas a los accidentes de tránsito fueron: imprudencia del conductor; conducir el vehículo superando los límites de velocidad y no respetar las señales de Tránsito.” (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016; Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2016)

Es por ello que el enfoque en la reducción se debe dar en la educación a los ciudadanos sobre la responsabilidad que conlleva tener y crear conciencia vial difundido por todos los medios posibles, destinado a resultados a mediano y largo plazo. Eso no quiere decir que se deba descartar el análisis de las condiciones de infraestructura viales, ya que, al existir concentraciones de accidentes en tramos de vías, refleja el hecho de que el “factor vía” está presente.

2.3.1. Indicadores de accidentabilidad

Como lo menciona (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, p.512), una de las formas de analizar la accidentabilidad es mediante indicadores, útiles para comparar países, ciudades y vías. Entre las más destacadas están¹¹:

2.3.1.1. Índices con respecto a la población (P):

Ecuación 2-1 Índice de accidentalidad con respecto a la población

$$I_{A/P} = \frac{\# \text{ de accidentes en el año} * 100000}{\# \text{ de habitantes}}$$

Indica la cantidad de accidentes por cada 100000 habitantes.

Ecuación 2-2 Índice de morbilidad con respecto a la población

$$I_{morb/P} = \frac{\# \text{ de heridos en el año} * 100000}{\# \text{ de habitantes}}$$

¹¹ Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (Octava Edición)*. México: Alfaomega.

Ecuación 2-3 Índice de mortalidad con respecto a la población

$$I_{mort/P} = \frac{\# \text{ de muertos en el año} * 100000}{\# \text{ de habitantes}}$$

2.3.1.2. *Índices con respecto al parque vehicular (V)*

Ecuación 2-4 Índice de accidentalidad con respecto al parque vehicular

$$I_{A/v} = \frac{\# \text{ de accidentes en el año} * 10000}{\# \text{ de vehículos registrados}}$$

Ecuación 2-5 Índice de morbilidad con respecto al parque vehicular

$$I_{morb/V} = \frac{\# \text{ de heridos en el año} * 10000}{\# \text{ de vehículos registrados}}$$

Ecuación 2-6 Índice de mortalidad con respecto al parque vehicular

$$I_{mort/V} = \frac{\# \text{ de muertos en el año} * 10000}{\# \text{ de vehículos registrados}}$$

Tenemos también el índice de accidentalidad con respecto al kilometraje de viaje, representado por $I_{A/K}$ (siendo similar a la tasa de siniestros por cada 100 millones de millas – vehículo, que se presenta en el siguiente capítulo), este índice representa el número de accidentes por un millón de vehículos kilómetros de viaje al año, y es igual a:

Ecuación 2-7 índice de accidentalidad con respecto al kilometraje de viaje

$$I_{A/K} = \frac{\# \text{ de accidentes en el año} * 1000000}{VK}$$

Donde VK representa el número de accidentes por un millón de vehículos-kilómetros de viaje. Se expresa como:

Ecuación 2-8 Número de vehículos-kilómetros de viaje al año

$$VK = TPD * (365) * (L)$$

En el cual TPD es el tránsito promedio diario¹² y¹³; L es la longitud de viaje (como el caso de un tramo determinado de una carretera). El valor de VK también se puede determinar multiplicando el consumo anual de combustible por el rendimiento promedio (p.513). (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) también mencionan que “Este índice es útil para comparar núcleos de población, entidades, países o carreteras individuales” (p.513).

Adicionalmente los autores mencionan que, al relacionar los parámetros de muertos o heridos con valores como población, vehículos o kilometraje, son útiles para analizar el comportamiento de las vías desde el punto de vista de la accidentabilidad. El ejemplo más claro es con las tasas de mortalidad mostradas previamente en este capítulo. Para comparar la situación del Ecuador y específicamente de la ciudad de Quito. Como se puede ver, la finalidad de los aspectos generales es la de realizar medidas para reducir los accidentes de tránsito en caso de que éstos sean altos en un sector específico.

Como complemento a todo lo anteriormente mencionado, se adjuntan en la parte de Anexos, estadísticas relacionadas con accidentabilidad recopiladas por distintas instituciones, las cuales utilizan los indicadores antes descritos para mostrar y comparar valores de varios países, para con ello crear medidas para reducir estos indicadores de accidentabilidad.

¹² La expresión de TPD con su descripción, se encuentra en el capítulo siguiente en la Ecuación 3-3.

¹³ Leer nota 15 del siguiente capítulo, en el que describe el uso de TPD, como de TPDA para la ecuación de los índices y tasas relacionadas con la accidentabilidad.

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LA ACCIDENTABILIDAD EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR

3.1. Periodo de estudio de los accidentes ocurridos en la Avenida

Simón Bolívar

Para el Análisis de los siniestros en la Avenida Simón Bolívar, se recopiló información del departamento de estadística de la Agencia Metropolitana de Tránsito del Distrito Metropolitano de Quito (A.M.T.). Esta información comprende el periodo entre el 1 de agosto del 2014 al 30 de junio del 2015. El periodo de estudio mencionado y obtenido fue debido a la información disponible y proporcionada de esas fechas por la (A.M.T.). Como también está entre las razones el hecho de que, en agosto del 2014, ésta institución asumió las competencias de tránsito en el D.M.Q.; y finalmente debido a que a partir de agosto del 2014 existen datos georeferenciados, necesarios para la sectorización de los lugares en donde ocurre la mayor cantidad de siniestros.

3.2. Recopilación y análisis de datos obtenidos

De acuerdo a (Garber & Hoel, 2005), debe existir un resumen de accidentes para encontrar patrones de accidentes y siniestros, para con ello establecer causas “probables o posibles” de los mismos. Según los autores antes mencionados, se puede resumir y clasificar estos datos en cinco formas:

- **Resumen por tipo:** Almacena información de los siniestros, de acuerdo al tipo específico de siniestro ocurrido (Ej. Por el extremo trasero, colisiones, contra un objeto fijo, etc.).
- **Resumen según la gravedad:** Enumera los siniestros de acuerdo a tres parámetros relacionados con la gravedad de los mismos (fallecimiento, lesiones y daños materiales). Una desventaja de este tipo de resumen es que no es fácil conocer la magnitud de lesionados y de los daños materiales, por lo que el análisis puede ser subjetivo, ocasionando ser interpretado de manera diferente a lo realmente sucedido.
- **Resumen por circunstancias que contribuyeron:** Se enfoca principalmente en enlistar los siniestros de acuerdo a factores humanos, ambientales y relacionados a vehículos.

- **Resumen por condiciones de medio ambiente:** Tipifica los siniestros, con base en las condiciones de medio ambiente que existían al momento de su ocurrencia.
- **Resumen por periodos de tiempo:** Clasifica todos los siniestros para diferentes periodos de tiempo (Ej. hora, día, mes, etc.). Para identificar si la tasa de siniestros es significativamente mayor durante un periodo específico de tiempo.

En el presente estudio se obtuvo datos con diversos tipos de resúmenes de acuerdo a lo citado anteriormente, con estos datos obtenidos se realizó el análisis descrito en este capítulo. Entre la información proporcionada para cada siniestro se encuentra lo siguiente:

- Fecha del siniestro.
- Causa del siniestro.
- Clase de siniestro.
- Daños materiales (Si o No).
- Número de vehículos involucrados
- Dirección del siniestro (El sector más cercano con respecto a la Avenida Simón Bolívar).
- Siniestro producido en zona urbana o rural.
- Parroquia donde se produjo.
- Número de fallecidos.
- Número de lesionados.

De los datos proporcionados se realizó una selección previa, que consistía en descartar siniestros que no correspondían a la avenida en estudio, cuyo propósito es obtener un registro lo más preciso posible, descartando los casos siguientes:

- Siniestros con dirección diferente que fueron incluidos por error en los datos proporcionados.
- Siniestros con dirección “Simón Bolívar”, siendo homónimos de otras vías del D.M.Q pero que no corresponden a la avenida en estudio.
- Siniestros localizados en la Avenida Simón Bolívar, pero sin su ubicación exacta o la más cercana, por lo que no se pudo determinar el lugar aproximado debido a la gran extensión que posee la vía (solamente menciona como ubicación la Avenida Simón Bolívar).

- Ubicación diferente de las coordenadas de los siniestros, o apartadas de manera desproporcionada con respecto a la avenida en estudio, es decir, ubicaciones georeferenciadas de manera incorrecta.
- Siniestros ocurridos en vías transversales a la Avenida Simón Bolívar que fueron incluidos como parte de ésta pero que no corresponden a la vía en estudio; debido a que se encuentran muy alejadas a las intersecciones con la vía en Estudio como para ser incluidas, o porque consideran al lugar como parte de la Avenida Simón Bolívar cuando no lo son, ya que constan con otros nombres en la nomenclatura oficial del Municipio (Entre los ejemplos más comunes están los sectores de Monteolivo en la Avenida De los Granados, la Avenida Morán Valverde y el sector de Zábiza o conocido también como Avenida De Las Palmeras).

Cabe destacar que se han realizado varios estudios de accidentes en la Avenida Simón Bolívar, uno de ellos es el elaborado en el año 2014 por: Korea Transportation Safety Authority en conjunto con la EPMOP y la Secretaría de Movilidad; además de información del Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, (2014 - 2015). Por lo que se citarán algunos aspectos de dichos estudios a lo largo del presente trabajo.

Es importante la recopilación de los siniestros, especialmente por tres aspectos que menciona (Garber & Hoel, 2005) en lo referente a la recopilación y análisis de datos: “1) Identificar los patrones que puedan existir, 2) Determinar las causas probables o posibles respecto de los conductores, las carreteras y los vehículos y 3) Desarrollar contramedidas que reduzcan la tasa y la severidad de los accidentes” (p. 136). Estos aspectos se los tratará en los siguientes apartados, especialmente los más influyentes.

3.2.1. Patrones de los siniestros

De los resultados obtenidos se pudo ver que, para el periodo de estudio, a lo largo de la Avenida Simón Bolívar existieron aproximadamente 625 siniestros. De los cuales existieron 23 fallecidos y 387 heridos, cabe resaltar que de los datos proporcionados no se especifica la magnitud de las heridas, es decir que, de los 387 heridos, no se especifica cuáles tuvieron heridas menores, leves, moderados o graves.

3.2.1.1. Indicadores de accidentabilidad en la Avenida Simón Bolívar

Con estos datos podemos obtener valores de los Indicadores de accidentabilidad mencionados en el CAPÍTULO 2. Para ello es necesario también conocer la cantidad de habitantes y de vehículos para la ciudad de Quito, para ello se utilizarán las Proyecciones

del Parque Automotor, y de los Habitantes al año 2015, obtenidos respectivamente de: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, s.f.; Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2015). Con lo anterior tenemos entonces al año 2015 una cantidad de 453656 vehículos; y de 2551721 habitantes para el cantón Quito.

Tabla 3-1 Indicadores de accidentabilidad con respecto a la Avenida Simón Bolívar

INDICADOR	VALOR	DIMENSIÓN	NÚMERO DE:	
$I_{A/P}$	24.493	[Accidentes/cien mil hab.]	ACCIDENTES	625
$I_{morb/P}$	15.166	[Heridos/cien mil hab.]		
$I_{mort/P}$	0.901	[Muertos/cien mil hab.]	HABITANTES (PROYECCIÓN 2015)	2551721
$I_{A/V}$	13.777	[Accidentes/diez mil veh.]	HERIDOS	387
$I_{morb/v}$	8.531	[Heridos/diez mil veh.]	MUERTOS	23
$I_{mort/v}$	0.507	[Muertos/diez mil veh.]	VEHÍCULOS (PROYECCIÓN 2015)	453656
$I_{A/K}$	1.024	[Accidentes/millón de vehículos-kilómetros de viaje]	LONGITUD TOTAL VÍA (KM)	40.937
			TPDA AL 2015	44653

Fuente: Información realizada a partir de datos de: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, s.f.; Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2015)

Además de estos indicadores se utilizan las siguientes tasas de accidentes:

Ecuación 3-1 Tasa de siniestros por millón de vehículos que entran

$$TMVE = \frac{A \cdot 1000000}{V}$$

Donde:

A= número de siniestros, total o por tipo que ocurren en un año en la localidad.

V= tránsito diario promedio (TPD) * 365 días del año.

Los autores (Garber & Hoel, 2005) mencionan que “ Esta tasa se emplea frecuentemente como una contramedida para disminuir las tasas de siniestro en las intersecciones” (p. 136).

Para nuestro caso el valor de TMVE utilizando los valores recopilados será:

$$TMVE = \frac{625 \text{ siniestros} * 1000000}{(44653 \text{ vehículos por día}) * (334 \text{ días del periodo de estudio})}$$

Dando como resultado en la Avenida Simón Bolívar entre el periodo de estudio:

$$TMVE = 41.907 \text{ siniestros/millón de vehículos}$$

Se tiene también la siguiente tasa para los siniestros:

Ecuación 3-2 Tasa de siniestros por cada 100 millones de millas-vehículo

$$TMV = \frac{A*100000000}{MVV}$$

Donde:

A= número de siniestros, total o por tipo de localidad del estudio, durante un periodo dado.

MVV= millas¹⁴ -vehículo de viaje durante el periodo dado, siendo igual a: TPD x (número de días en el periodo de estudio) x (longitud del camino).

Hay que considerar que la ecuación de Tránsito Promedio Diario (TPD) es la siguiente:

Ecuación 3-3 Volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD)

$$TPD^{15} = \frac{N}{1\text{día} < T \leq 1 \text{ año}}$$

“Donde N representa el número de vehículos que pasan durante T días” (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, p.171).

Los autores mencionados anteriormente dicen con respecto a aquello, que: “Esta tasa también se emplea con frecuencia, como una medida para obtener la tasa de accidentes, para un tramo de carretera con características similares de tránsito y de geometría” (p.138). Esta Tasa es la que se utilizará en mayor medida en el presente trabajo, para ello a la Avenida Simón Bolívar se la dividirá en tramos adicionales a diferencia de los utilizados en el CAPÍTULO 1, en el apartado Características de la Vía, que eran, Norte, Centro y Sur, a diferencia del índice respectivo en el cual se consideró a toda la longitud total de la vía en sí. Siendo los siguientes tramos los propuestos:

¹⁴ Se utilizará como medida los Km en lugar de las Millas para el presente trabajo.

¹⁵ Los autores que mencionan el uso de estas tasas descritas, utilizan el valor de TPD; sin embargo también mencionan que se utiliza el valor del TPDA para hallar estas tasas (pg.94, Operaciones de Tránsito-Estudios de Ingeniería de Tránsito), citadas también en este trabajo en el capítulo 1 en el apartado de TPDA, es por ello que se utilizarán los valores de TPDA obtenidos en lugar de TPD, cuya diferencia radica principalmente en los factores de ajuste, que están en valores cercanos a 1, por lo que no variará de manera significativa en los resultados que se obtengan.

Tabla 3-2 Valores de tasas de siniestros totales por cada 100 millones de kilómetros-vehículo

TRAMO	COMPRENDIDO ENTRE	SINIESTROS TOTALES EN EL PERIODO DE ESTUDIO	LONGITUD (KM)	TPDA AL 2015	MVV	TMV
1	Límite Sur D.M.Q. - Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)	40	8.91	30035	89402421.3	44.7
2	Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) - Autopista General Rumiñahui	229	9.31	51483	160105643.1	143.0
3	Autopista General Rumiñahui - Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)	250	13.41	47248	211652518.8	118.1
4	Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) - Panamericana Norte	106	9.30	49845	154861835.5	68.4
TOTAL		625	40.94	Promedio		93.58

Se tiene entonces en promedio un valor de 93.58 siniestros/100 millones de km-vehículo. Realizando el mismo cálculo, pero sólo con siniestros en los cuales existieron fallecimientos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3-3 Valores de tasas de siniestros con fallecidos por cada 100 millones de kilómetros-vehículo

TRAMO	COMPRENDIDO ENTRE	SINIESTROS CON FALLECIMIENTOS EN EL PERIODO DE ESTUDIO	LONGITUD (KM)	TPDA AL 2015	MVV	TMV
1	Límite Sur D.M.Q. - Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)	6	8.912	30035	89402421.3	6.7
2	Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) - Autopista General Rumiñahui	9	9.311	51483	160105643.1	5.6
3	Autopista General Rumiñahui - Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)	6	13.412	47248	211652518.8	2.8
4	Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) - Panamericana Norte	2	9.302	49845	154861835.5	1.3
TOTAL		23	40.937	Promedio		4.11

Para este caso existe un valor promedio de la tasa de siniestro de 4.11 siniestros/100 millones de km-vehículo. Del resultado de siniestros totales se puede apreciar que el tramo 2 y 3, poseen valores mayores de la tasa de siniestros en relación con la cantidad de vehículos que ingresan. Por otro lado, el tramo 1 tiene un valor menor en la tasa de siniestros totales, pero es el más alto cuando son siniestros con fallecidos. Esto se debe principalmente por valores menores en el TPDA y en longitudes analizadas.

3.2.1.2. *Técnicas adicionales para determinar los patrones de siniestros.*

De acuerdo a (Garber & Hoel, 2005) tenemos dos técnicas comunes:

Análisis de grupos: “Implica la identificación de una característica particular, a partir de los datos de colisiones obtenidas en el sitio. Identifica cualquier ocurrencia anormal de un tipo específico de siniestro, en comparación con otros en el sitio” (p.140). Los autores complementan que, para asegurar la asignación de valores discretos para la definición de patrones de siniestros, se debe complementar con datos de exposición (Ej. Volumen de tráfico) a la frecuencia de siniestros en un sitio; ya que ésta última puede variar considerablemente entre sitios.

Análisis del valor esperado: Es un método matemático que sirve para identificar localidades con presencia de siniestros no comunes, se utiliza comparando otros sitios con características viales similares. “Se considera que las localidades con valores mayores que el valor esperado, sobrerrepresentan al tipo específico de siniestro” (p.138).

Se lo representa mediante la ecuación:

Ecuación 3-4 Rango esperado de frecuencia de siniestros

$$VE = \bar{x} \pm ZS$$

Donde:

VE = Rango esperado de frecuencia de siniestros.

\bar{x} = Número promedio de siniestros por localidad.

S = Desviación estándar estimada de la frecuencia de los siniestros.

Z = Número de desviaciones estándar que corresponden al nivel de confianza requerido. (Utilizando un nivel de confianza del 95%, tenemos un valor $Z = 1.96$; con un nivel de confianza del 99%, se tiene un valor $Z = 2.58$).

3.3. **Identificación de localidades y elementos peligrosos**

3.3.1. **Consideraciones generales**

Para la identificación de localidades peligrosas se puede utilizar las tasas de siniestro, el método del valor esperado y análisis de grupos. Los sitios peligrosos deben tener indicadores con valores anormales o muy diferentes a valores promedios que se pueden considerar dentro de lo normal. Es importante la utilización de los indicadores y métodos mencionados ya que

no solamente se puede realizar el estudio en base a la cantidad de siniestros en un determinado sitio; principalmente por el motivo de que se deben comparar con vías o tramos con características en común, además que posean similares datos de exposición entre sitios (volumen de tráfico), y así determinar los sitios vulnerables y dentro de ello establecer elementos peligrosos (Garber & Hoel, 2005).

En este apartado se analizarán a detalle los datos de los siniestros proporcionados, para ello se utilizarán los métodos de análisis de grupos y el de valor esperado, siendo los mostrados a continuación:

3.3.1.1. Comportamiento general de los siniestros en la Avenida Simón Bolívar

Con los datos obtenidos mediante el análisis realizado, se puede determinar ciertos comportamientos de los siniestros estudiados. Estos comportamientos ayudarán a entender de mejor manera los problemas de accidentabilidad en la Avenida Simón Bolívar para poder generar soluciones y/o recomendaciones para la reducción de siniestros.

A continuación, se muestra la cantidad de siniestros del análisis realizado y sus principales características, de acuerdo a periodos de tiempo, esto primero a partir del análisis de grupos, cabe resaltar que estuvieron involucrados 992 vehículos en los siniestros analizados. Se debe añadir que no se proporcionó información acerca del tipo de vehículo involucrado en cada siniestro.

3.3.1.2. Comportamiento de los siniestros con respecto a daños materiales

Se determinó que el 83.34% de los siniestros poseen daños materiales, siendo la diferencia de 16.16% de siniestros estudiados la que no ocasionó daños materiales. Cabe resaltar nuevamente que solamente se dispuso de información de si existió o no daños materiales, además no se proporcionó montos de las pérdidas de los daños materiales, tampoco el tipo de daño material ni la magnitud del mismo.

Gráfico 3-1 Valores porcentuales de daños materiales ocasionados por los siniestros en la Av. Simón Bolívar

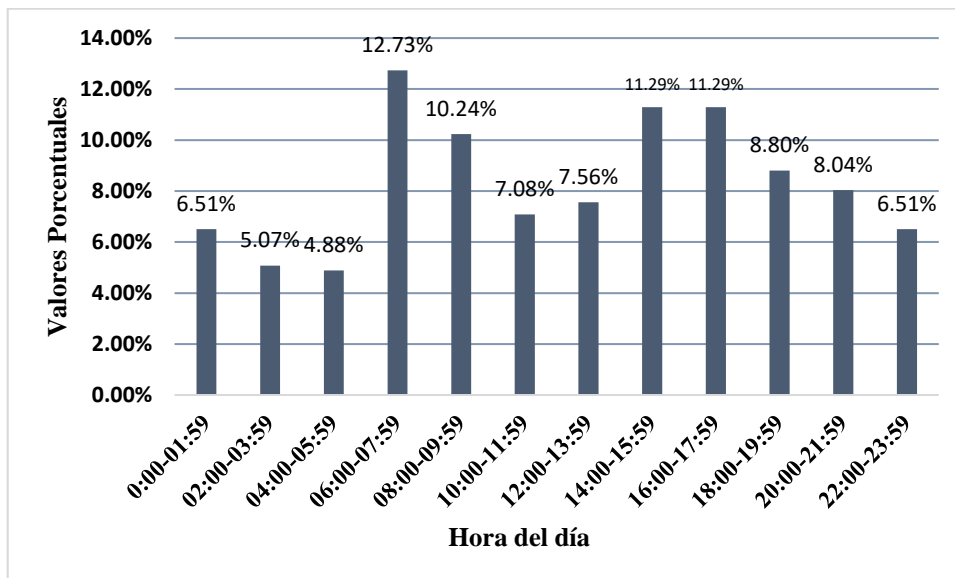


Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

3.3.1.3. Comportamiento de los siniestros con respecto a la hora que se produjo

El resultado mostró una tendencia a tener cantidades mayores de siniestros en las horas consideradas como “horas pico”, seguido de una reducción de la cantidad de siniestros entre horas de menor cantidad de vehículos, siendo que en altas horas de la noche y madrugada la cantidad de siniestros es baja.

Gráfico 3-2 Valores porcentuales de siniestros de acuerdo a la hora que se produjo

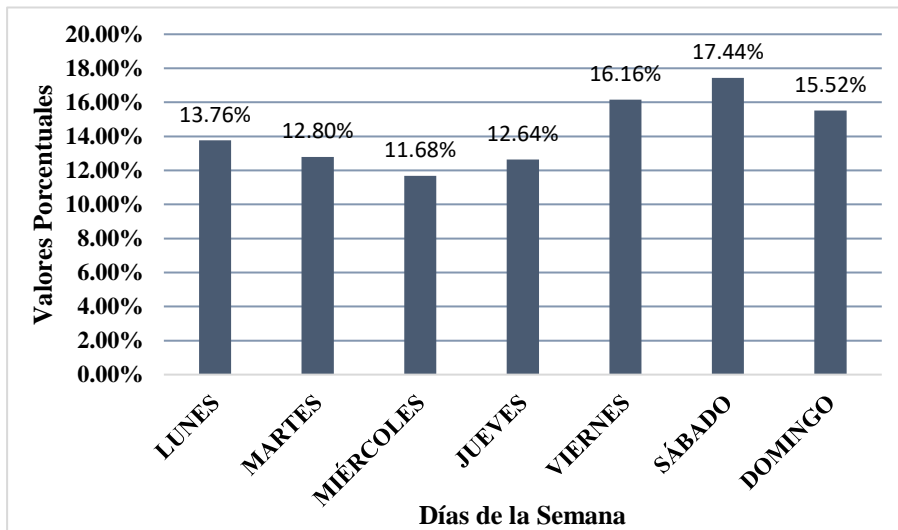


Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

3.3.1.4. *Comportamiento de los siniestros con respecto al día que se produjo*

Muchos siniestros de acuerdo al análisis realizado poseen un comportamiento en el cual existe una mayor cantidad de siniestros registrados los fines de semana, en el cual se puede ver una disminución de siniestros desde los días Domingos, siendo el día jueves que retorna el aumento de los mismos.

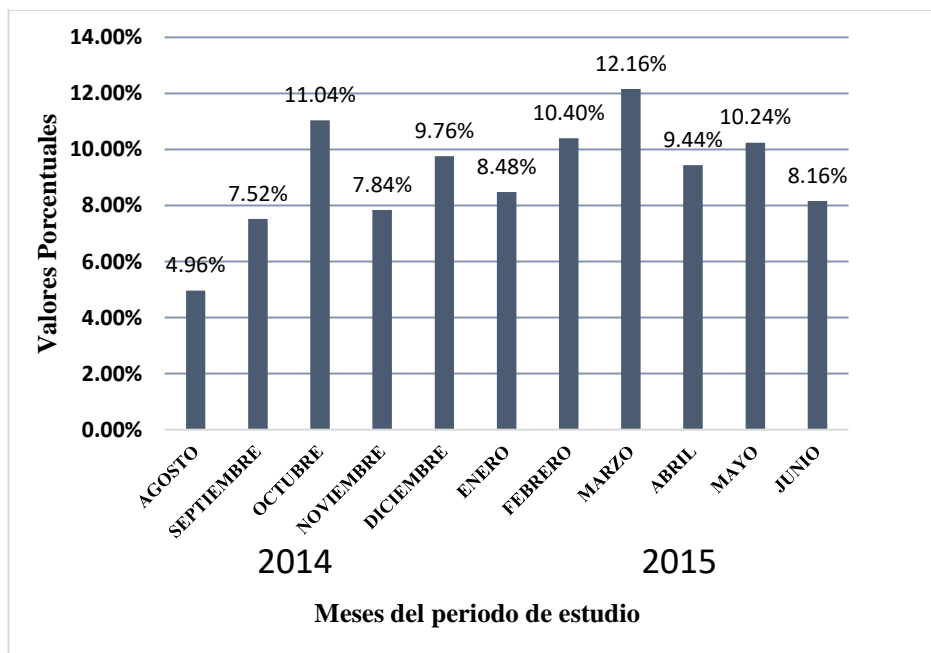
Gráfico 3-3 Valores de siniestros de acuerdo al día que se produjo



Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

3.3.1.5. *Comportamiento de los siniestros con respecto al mes que se produjo*

Gráfico 3-4 Valores de siniestros de acuerdo al mes que se produjo (Dentro del periodo de estudio)



Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

El Gráfico 3-3 indica que el comportamiento es de una gran cantidad de siniestros en un mes, seguido de uno con menores siniestros. Complementando lo anterior, vemos que existe un comportamiento cíclico en el cual existen mayores siniestros en los meses de marzo y octubre. Si comparamos el registro de los meses con mayores precipitaciones para el 2014 y 2015 (tiempo correspondiente al periodo de estudio de los siniestros); coincide con los meses de mayores siniestros registrados durante el periodo de tiempo proporcionado y analizado. Esto da la posibilidad, de alguna manera, que estén relacionados los meses con la mayor cantidad de siniestros, con los meses con mayores precipitaciones registradas.

3.3.2. Causas principales de los siniestros

Según los datos que constantemente recopilan las autoridades, entre ellas la Agencia Metropolitana de Tránsito del D.M.Q. se tiene las siguientes causas de siniestros y accidentes que ocurren en las vías de la ciudad, incluidos los relacionados con peatones. Se analizó cuáles de éstas son las que se inciden de manera general en la Avenida Simón Bolívar, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 3-4 Recopilación de las causas de los siniestros en la Av. Simón Bolívar

CAUSAS PRINCIPALES DE LOS SINIESTROS	Siniestros sin fallecidos	Siniestros con fallecidos	General	Porcentaje
Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas de sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.	15	0	15	2.40%
Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.	1	0	1	0.16%
Calzada resbaladiza.	1	0	1	0.16%
Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.)	9	0	9	1.44%
Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).	51	0	51	8.16%
Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	18	2	20	3.20%

Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor)	43	0	43	6.88%
Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga)	40	3	43	6.88%
Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.	5	0	5	0.80%
Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	155	10	165	26.40%
Cruzar la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).	4	0	4	0.64%
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	6	0	6	0.96%
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)	1	0	1	0.16%
Exceso de peso y volumen, no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.	11	1	12	1.92%
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electromecánico o mecánico).	14	1	15	2.40%
Invadir carril.	1	0	1	0.16%
Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que están en peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes).	1	0	1	0.16%
Mal rebasamiento.	1	0	1	0.16%
Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño).	2	0	2	0.32%
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	13	0	13	2.08%
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.	12	3	15	2.40%
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	30	0	30	4.80%
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	69	0	69	11.04%
No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).	39	3	42	6.72%
No respetar las señales manuales del agente de tránsito.	6	0	6	0.96%
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	1	0	1	0.16%

Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	2	0	2	0.32%
Presencia de agentes externos en la vía (Agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)	3	0	3	0.48%
Realizar cambio brusco o indebido de carril.	48	0	48	7.68%
SUMA	602	23	625	100.00%

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Se puede observar que la mayor causa de accidentes y siniestros registrados se debe a “Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad”, seguido de “No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede” y en tercer lugar “Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla neblina, granizo, lluvia)”. Teniendo valores porcentuales de 26.40%, 11.04%, y 8.16% respectivamente; pudiendo notarse la gran cantidad de siniestros relacionados con exceso de velocidad.

Como se puede notar de la Tabla 3-4, solamente existen causas relacionadas con la infraestructura cuando se menciona “Caso fortuito o fuerza mayor” o “Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño)”. Esta ausencia se debe a que los encargados de la recopilación de los siniestros son las autoridades de tránsito, y ellos determinan las causas consideradas como “aparentes”, mientras que la infraestructura está considerada dentro de lo que se conoce como “causa real”, analizada por autoridades de obras civiles. Esta diferencia de causas se la explica mejor en el siguiente apartado.

3.3.2.1. Causas Aparentes y Causas Reales

(Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) establece una diferencia entre causa aparente (Garber & Hoel lo define como causa posible o probable), y causa real. Una causa se convertirá en real hasta analizar a profundidad las causas aparentes que constan en el registro de accidentes. En muchos de los casos las dos podrán coincidir; establecido la causa, se podrán analizar contramedidas para reducir el número de siniestros.

3.3.3. Clases principales de siniestros ocurridos

Además de establecer las causas de los siniestros para la identificación de sectores peligrosos, también se debe complementar con las clases de siniestros; siendo éstos esencialmente los diferentes tipos de siniestros que pueden existir.

Según el (Reglamento General para la aplicación de la ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012) tenemos las siguientes clases de siniestros:

Atropello: Impacto de un vehículo en movimiento a un peatón o animal.

Caída de pasajero: Es la pérdida de equilibrio del pasajero que produce su descenso violento desde el estribo o del interior del vehículo hacia la calzada.

Choque frontal: Pudiendo ser: a) Choque frontal longitudinal, que es el impacto frontal de dos vehículos, cuyos ejes longitudinales coinciden al momento del impacto, y b) choque frontal excéntrico, que es el impacto frontal de dos vehículos, cuyos ejes longitudinales al momento del impacto forman una paralela.

Choque lateral: a) Angular, es el impacto de la parte frontal de un vehículo con la parte lateral de otro, que al momento del impacto sus ejes longitudinales forman un ángulo diferente a 90 grados. b) perpendicular, similar al choque lateral angular, pero al momento del impacto sus ejes longitudinales forman un ángulo de 90 grados.

Choque posterior: También llamado por alcance, es el impacto de un vehículo al vehículo que le antecede.

Colisión: Impacto de más de dos vehículos.

Estrellamiento: Impacto de un vehículo en movimiento contra otro estacionado o contra un objeto fijo.

Rozamiento: Es la fricción de la parte lateral de la carrocería de un vehículo en movimiento con un vehículo estacionado o un objeto fijo.

Volcamiento: Accidente a consecuencia del cual la posición del vehículo se invierte o éste cae lateralmente. Pudiendo existir el volcamiento lateral y el longitudinal.

Otros: Pudiendo ser principalmente por a) pérdida de pista o b) roce (fricción de las partes de la carrocería de dos vehículos en movimiento, determinando daños materiales superficiales). De acuerdo a este último tenemos roce negativo (cuando los vehículos que intervienen en el roce circulan en el mismo sentido), o roce positivo (circulan en sentido contrario) (p.104-120).

De acuerdo al registro de accidentes proporcionado se tiene los siguientes valores:

Tabla 3-5 Clases generales de siniestros generados en la Avenida Simón Bolívar

CLASES PRINCIPALES DE LOS SINIESTROS	Siniestros sin fallecidos	Siniestros con fallecidos	SUMA	Porcentaje
Atropello	31	10	41	6.56%
Caída de pasajero	9	0	9	1.44%
Choque frontal	7	0	7	1.12%
Choque lateral	63	2	65	10.40%
Choque posterior	117	0	117	18.72%
Colisión	45	0	45	7.20%
Estrellamiento	81	9	90	14.40%
Otros	9	0	9	1.44%
Pérdida de Pista	142	1	143	22.88%
Rozamiento	34	0	34	5.44%
Volcamiento	64	1	65	10.40%
Suma			625	100.00%

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Del análisis anterior, se ve que la principal clase de siniestro que ocurre de manera general en la Avenida Simón Bolívar es la pérdida de pista, seguido de choque posterior y en tercer lugar el estrellamiento. Si se analiza solamente las clases de siniestros ocurridos del cual existieron fallecidos, éstos principalmente ocurren por atropellos y por estrellamiento.

3.3.4. Número de fallecidos

En el periodo de estudio, se registraron 23 fallecidos siendo las principales causas el atropello y el estrellamiento mencionados anteriormente. Para establecer los lugares en donde se han registrado una mayor cantidad de fallecidos, se procedió a sectorizar la Avenida Simón Bolívar de acuerdo a los lugares en donde se produjeron accidentes y siniestros¹⁶:

Tabla 3-6 Número de fallecidos registrados en el periodo de estudio distribuidos por sector.

Sector	Fallecidos registrados
De los Conquistadores	6
Argelia	4
El Troje	4
Juan Bautista Aguirre	2
Forestal	2
De las Palmeras	2
Autopista General Rumiñahui	1
San Martín de Porres	1
Lucha de Los Pobres	1
Panamericana Norte	0
Universidad Internacional	0
Gualo	0
Interoceánica	0
Ruta Viva	0
Nayón	0
De los Granados	0
Llano Chico	0
Cutuglagua límite D.M.Q. Sur	0
Total	23

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

¹⁶ Esta sectorización se la realizó a partir de las direcciones proporcionadas del registro de siniestros recopilados por la A.M.T. Estos sectores señalan el lugar de referencia más cercano donde se produjeron dichos siniestros.

3.3.5. Número de Lesionados

De manera similar a lo realizado en el apartado anterior, tenemos lo siguiente:

Tabla 3-7 Número de heridos registrados en el periodo de estudio distribuidos por sector

Sector	Heridos registrados
Autopista General Rumiñahui	91
Av. De los Conquistadores	72
Universidad Internacional	39
Juan Bautista Aguirre	30
Panamericana Norte	29
Argelia	23
Ruta Viva	16
Forestal	12
Gualo	12
El Troje	12
San Martín de Porres	11
Interoceánica	8
Nayón	7
Lucha de Los Pobres	7
De los Granados	7
De las Palmeras	5
Llano Chico	5
Cutuglagua límite D.M.Q. Sur	1
SUMA	387

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

3.3.6. Ubicación de los sitios de mayor accidentabilidad

En conjunto con los datos recopilados y analizados en apartados anteriores, es necesario la determinación de los tramos de mayor accidentabilidad, para lo cual se determinaron varios aspectos para complementar lo analizado. Para poder realizar el análisis, se utilizó la división anterior por sectores de la Avenida Simón Bolívar para estudiar la cantidad de fallecidos y de heridos.

3.3.6.1. Siniestros y Accidentes ocurridos en la Avenida Simón Bolívar, divididos por sector

Se mencionó la cantidad de siniestros para el cálculo de Tasas de Siniestros por cada 100 millones de kilómetros-vehículo, considerando que se analizó a la vía por tramos para complementar el estudio. Para este caso, se utilizará de nuevo los sectores del apartado

anterior, es decir no por tramos, sino por los lugares más próximos a la Avenida en estudio (generalmente son las vías principales que intersecan a la de estudio).

3.3.6.2. Causas y Clases de los siniestros recopilados, con respecto a los sectores

Se estableció la cantidad de siniestros y accidentes ocurridos en la Avenida Simón Bolívar para el periodo analizado. Ésta cantidad se la hizo de manera general que se mostrará a continuación. Los siniestros de acuerdo a su causa y clase de acuerdo al sector de manera detallada constan en los anexos finales. Previamente se debe indicar los sectores donde ha existido mayor registro de accidentes.

Tabla 3-8 Cantidad de siniestros recopilados por sector para el periodo de estudio

Sector	Siniestros donde no existieron fallecidos	Siniestros donde existieron fallecidos	Total	Porcentaje
De los Conquistadores	138	6	144	23%
Autopista General Rumiñahui	92	1	93	15%
Juan Bautista Aguirre	67	2	69	11%
Panamericana Norte	60	0	60	10%
Universidad Internacional	50	0	50	8%
Argelia	37	4	41	7%
Gualo	26	0	26	4%
Forestal	24	2	26	4%
Ruta Viva	23	0	23	4%
Interoceánica	22	0	22	4%
El Troje	14	4	18	3%
San Martín de Porres	13	1	14	2%
De los Granados	11	0	11	2%
Llano Chico	7	0	7	1%
De las Palmeras	5	2	7	1%
Nayón	6	0	6	1%
Lucha de Los Pobres	4	1	5	1%
Cutuglagua limite D.M.Q. Sur	3	0	3	0%
SUMA	602	23	625	100%

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Se puede ver que, de acuerdo a lo analizado, el primer lugar donde ocurre una mayor cantidad de siniestros es en el sector de la Avenida De Los Conquistadores, seguido de los alrededores de la Autopista General Rumiñahui, en tercer lugar es en los alrededores de la Avenida Simón Bolívar y la calle Juan Bautista Aguirre.

La Tabla 3-9 indica cual es la causa de siniestro más común para cada sector establecido, por lo que no debe confundirse con la mayor cantidad de siniestros por sector. Esto quiere decir también que hay sitios donde es común una sola causa de siniestros, como también existen sectores en los cuales hay una variedad equitativa de causas de siniestros.

Tabla 3-9 Causas más comunes de siniestro para cada sector de la Avenida Simón Bolívar

Sector	Mayor Causa de Siniestro en el sector	Cantidad
De los Conquistadores	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	43
Autopista General Rumiñahui	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	22
Universidad Internacional	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	21
Juan Bautista Aguirre	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	13
Panamericana Norte	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	10
El Troje	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	8
Interoceánica	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	8
Forestal	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	7
Gualo	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	7
Argelia	Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga)	6
Ruta Viva	Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).	6
	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	6
De los Granados	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	5
San Martín de Porres	No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).	3
De las Palmeras	No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	2

	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	2
Llano Chico	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	2
Lucha de los Pobres	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	2
Nayón	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	2
Cutuglagua limite D.M.Q. Sur	No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	1
	No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	1
	No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	1

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Lo que refleja la Tabla 3-9, en el caso por ejemplo del sector cercano a la Avenida De los Conquistadores, es que la causa de la mayoría de siniestros ocurridos en este sitio se dio por conducir superando los límites máximos de velocidad (43 de 144 siniestros, siendo el 29.86% del total de los siniestros ocurridos en este sector en el periodo estudiado).

Tabla 3-10 Mayor clase de siniestro para cada sector de la Avenida Simón Bolívar

Sector	Mayor Clase de Siniestro para cada sector de la Avenida Simón Bolívar	Cantidad
De los Conquistadores	Pérdida de Pista	46
Autopista General Rumiñahui	Choque Posterior	22
Panamericana Norte	Choque Posterior	20
Universidad Internacional	Pérdida de Pista	16
Juan Bautista Aguirre	Pérdida de Pista	13
Argelia	Pérdida de Pista	8
Ruta Viva	Pérdida de Pista	8
Forestal	Choque Posterior	7
Interoceánica	Pérdida de Pista	7
El Troje	Estrellamiento	6
Gualo	Choque Posterior	6
	Pérdida de Pista	6
Nayón	Pérdida de Pista	5
San Martín de Porres	Estrellamiento	4

De los Granados	Estrellamiento	4
De las Palmeras	Pérdida de Pista	3
Lucha de Los Pobres	Choque Posterior	2
	Estrellamiento	2
Llano Chico	Volcamiento	2
Cutuglagua limite D.M.Q. Sur	Choque Lateral	1
	Choque Posterior	1
	Rozamiento	1

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

La Tabla 3-10 nos demuestra algo similar con lo ocurrido en la Tabla 3-9, considerando que la cantidad de causas no necesariamente coincide con la cantidad de clases ocurridas de siniestros.

Tomando el mismo ejemplo del sector cercano a la Avenida De los Conquistadores. Se puede ver que, en lo relacionado a las clases de siniestros, se tiene que, de los 144 siniestros ocurridos en esta vía, la clase de siniestro con mayor ocurrencia fue debido a pérdida de pista, con una cantidad de 46 siniestros (siendo el 31.94% de los siniestros ocurridos en dicho sector), lo que demuestra que las causas y clases no son dependientes entre sí, es decir puede haber distintas causas y clases ocurridas en un siniestro.

Conocidos los sitios de mayor accidentabilidad, se procedió a establecer niveles o categorías de ocurrencia de siniestros y accidentes, estableciendo así 5 categorías: Alto, moderado, medio, bajo y muy bajo. El propósito de esto es categorizar de manera similar a lo realizado por la información cartográfica del Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, (2014-2015); para de esa manera comparar resultados.

Para establecer la categorización se realizó una división equitativa de acuerdo a la cantidad de accidentes recopilados, obteniendo así un rango de valores a partir de la diferencia del valor más alto con el más bajo registrado de siniestros, habiendo establecido que para un nivel muy bajo de ocurrencia de siniestros se tiene de 3 a 30 siniestros registrados para el periodo de estudio; bajo de 31 a 58 siniestros registrados; medio de 59 a 86 siniestros registrados; moderado de 87 a 114 siniestros registrados; y alto de 115 a 143 siniestros registrados. Este procedimiento se lo realizó en los datos proporcionados como se mencionó anteriormente, mas no se tiene constancia del procedimiento realizado en los datos del

Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana. Puesto que solamente se dispone de los resultados obtenidos.

Tabla 3-11 Niveles de ocurrencia de siniestros por sector de la Avenida Simón Bolívar para el periodo de estudio

Sector más próximo a la Av. Simón Bolívar	Nivel de ocurrencia de siniestros
De los Conquistadores	Alto
Autopista General Rumiñahui	Moderado
Juan Bautista Aguirre Panamericana Norte	Media
Universidad Internacional	Bajo
Argelia	
Gualo	Muy Bajo
Forestal	
Ruta Viva	
Interoceánica	
El Troje	
San Martín de Porres	
De los Granados	
Llano Chico	
De las Palmeras	
Nayón	
Lucha de Los Pobres	
Cutuglagua límite D.M.Q. Sur	

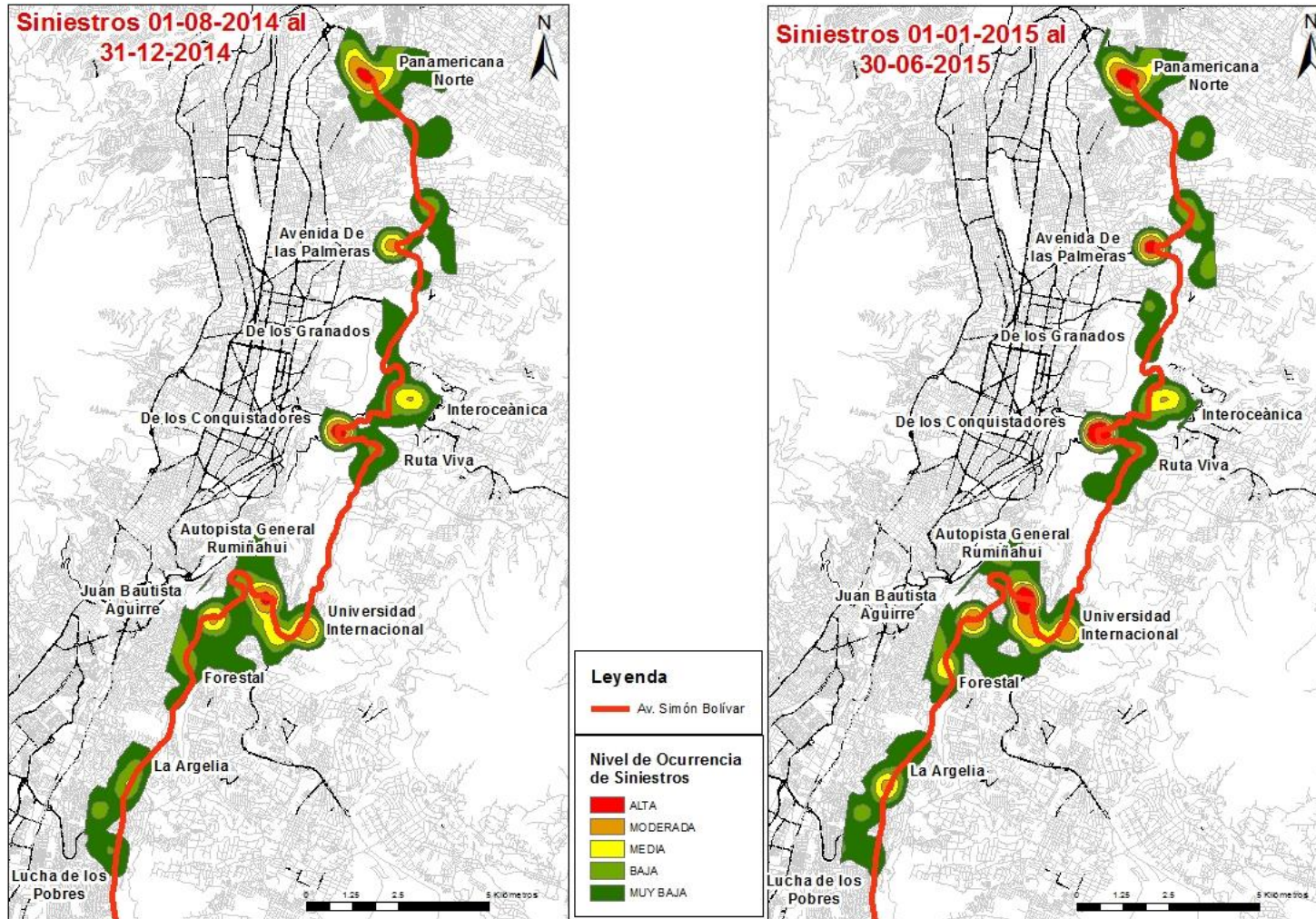
Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Tabla 3-12 Niveles de ocurrencia de siniestros por sector de la Avenida Simón Bolívar

Periodo del 1 de agosto 2014 al 31 de diciembre 2014		Periodo del 1 de enero 2015 al 30 de junio 2015	
Sector más próximo a la Av. Simón Bolívar	Nivel de ocurrencia de Siniestros	Sector más próximo a la Av. Simón Bolívar	Nivel de ocurrencia de Siniestros
Autopista General Rumiñahui	Alto	Autopista General Rumiñahui	Alto
De los Conquistadores		De los Conquistadores	
Panamericana Norte		Panamericana Norte	
Juan Bautista Aguirre	Moderado	Argelia	Moderado
Universidad Internacional		Juan Bautista Aguirre	
De las Palmeras		Universidad Internacional	
Argelia	Media	De las Palmeras	Media
Forestal	Bajo	Forestal	
Interoceánica		Interoceánica	
Gualo		Lucha de Los Pobres	Bajo
El Troje	Ruta Viva		
San Martín de Porres	Gualo		
Lucha de Los Pobres	Muy Bajo	Cutuglagua límite D.M.Q. Sur	Muy Bajo
Ruta Viva		El Troje	
De los Granados		San Martín de Porres	
Nayón		De los Granados	
Llano Chico		Nayón	
Cutuglagua límite D.M.Q. Sur		Llano Chico	

Fuente: (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)

Mapa 3-1 Mapa de densidad de siniestros de la Avenida Simón Bolívar



Fuente: Mapa elaborado a partir de información de (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)

Comparando los resultados obtenidos en este trabajo, con la información obtenida del Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, (2014 - 2015), se tienen sitios que coinciden con el nivel de ocurrencia de siniestros (estando entre los niveles altos los sectores de la Avenida De Los Conquistadores y Autopista General Rumiñahui), otros sitios difieren con un nivel de ocurrencia mayor o menor al establecido; considerando que sí coincide la tendencia de sitios de mayor accidentabilidad.

Esto se debe a que en el presente trabajo se definió la metodología para la clasificación, pudiendo ser diferente a la utilizada por otras instituciones (como tramos de vía que fueron incluidos dentro de la Avenida Simón Bolívar cuando no corresponden a la vía en sí, entre otros casos ya mencionados).

Además que, lo mostrado por el Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana indica los siniestros con tiempos de manera separada, lo que en este estudio se lo realizó de manera unida, generando así que algunos sitios disminuyan o aumenten su cantidad con respecto del total. Es decir, los resultados pueden diferir si se los presenta de manera semestral o de manera anual, debido a la variación de siniestros por temporadas, como se mostró en este capítulo anteriormente.

Determinado los sitios de mayor accidentabilidad, se realizó el análisis del valor esperado con los valores de los siniestros en cada sector establecido; con el fin de ratificar los sitios donde se producen siniestros fuera de un “rango esperado”.

Para ello se utilizó la cantidad de siniestros encontrados en cada uno de los sectores establecidos, mostrados anteriormente en la Tabla 3-8; y se utilizó la Ecuación 3-4 Rango esperado de frecuencia de siniestros, con lo que se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3-13 Rango esperado de frecuencia de siniestros de la Av. Simón Bolívar para el periodo de estudio dado

Considerando todos los valores			
Promedio	Nivel de confianza	Coficiente de confianza Z	Valor Esperado VE
34.72			
Desviación Estándar	99%	2.58	130.44
37.10	95%	1.96	107.44
Descartando la Av. De los Conquistadores			
Promedio	Nivel de confianza	Coficiente de confianza Z	Valor Esperado VE
28.29			
Desviación Estándar	99%	2.58	95.19
25.93	95%	1.96	79.11

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Como se puede ver en la Tabla 3-13, se calculó en 2 partes el valor esperado VE: el primero, considerando todas las localidades con su respectiva cantidad de siniestros y el segundo descartando la cantidad de siniestros ocurridos en la cercanía de la Av. De los Conquistadores.

Del primer cálculo se tiene un promedio de 34.72 siniestros en cada sector para el periodo de estudio, una vez obtenido el valor esperado de siniestros para un nivel de confianza del 99% y del 95%; se puede ver que los siniestros ocurridos en la cercanía de la Avenida de Los Conquistadores poseen un comportamiento fuera de lo considerado como normal, debido a que la cantidad de siniestros (144) es mayor a los valores VE (130.44 y 107.44 respectivamente). Ratificando así una incidencia alta de siniestros en el sitio.

El segundo lugar de mayor cantidad de siniestros está ubicado en el sector cercano a la Autopista General Rumiñahui, con 93 siniestros registrados, por lo que los siniestros en este sector, en cambio, están dentro del comportamiento considerado como normal (menor a 130.44 y 107.44), por ende, los demás sitios con siniestros inferiores también están dentro de este comportamiento.

También se realizó el cálculo de VE, descartando los datos de siniestros en el sector de la Avenida De los Conquistadores, ya que este sitio posee una cantidad alta de siniestros, pudiendo modificar el comportamiento del resto de siniestros al considerarlo para el análisis mediante el valor esperado de siniestros.

Del resultado de este procedimiento se ve que el sector cercano a la Avenida De Los Conquistadores (comparándolo con el resto de sitios de manera referencial, por la omisión propuesta) sigue siendo mayor que VE para el 99% y 95% de niveles de confianza, por lo que continúa representando un sitio de alta accidentabilidad.

Con respecto al sector inmediato inferior en cantidad de siniestros, es decir cercano a la Autopista General Rumiñahui, se tiene que para un nivel de confianza del 99%, la cantidad de siniestros en este sitio (93 en el periodo de estudio) es menor que 95.19 de VE obtenido, sin embargo, con un nivel de confianza de 95%, el valor de siniestros (93) es mayor que 79.11 de VE obtenido, por lo que este sitio está fuera de comportamientos normales para ese porcentaje.

Cabe resaltar que, para la obtención de la desviación estándar, se consideró a los datos obtenidos como muestra en lugar de población; ya que para el caso de este estudio la cantidad de sectores a lo largo de la vía (N) es de 18 (siendo $N < 30$), por lo que “el valor resultante da una mejor estimación de la desviación típica de la población total”. (Spiegel, 1991, p. 93).¹⁷

Lo obtenido mediante el análisis del valor esperado para la Avenida Simón Bolívar, cercano a la intersección de la Autopista General Rumiñahui, ratifica que este sitio tiene problemas de accidentabilidad moderada, establecido también mediante análisis de grupos. A diferencia del sitio cercano a la Avenida de los Conquistadores, cuya accidentabilidad es alta mediante los dos métodos descritos, siendo que no cumple la cantidad de siniestros que se pudiera esperar.

De manera adicional se pudo constatar que el resto de sitios poseen niveles menores de accidentabilidad, ya sea mediante análisis de grupo o de valor esperado. Indicando de esta manera que los problemas en estos sitios varían de acuerdo a la temporada y no son constantes como en el caso de los dos primeros sitios donde los siniestros son mayores.



¹⁷ Es por ello que se usó la ecuación del cálculo de la desviación estándar para muestras, cuyo denominador está definido por $(N-1)$.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS CRÍTICOS

En este capítulo se analizará los aspectos viales más relevantes destacando posibles problemas encontrados que pueden afectar en la generación de siniestros y accidentes en los tramos donde se produce la mayor cantidad de los mismos. Esto se realizará en los tramos de mayor accidentabilidad de la vía en estudio, descritos en el anterior capítulo.

Es entonces necesario establecer el abscisado que se utilizará en la vía para tener una referencia espacial lo más aproximada posible de puntos con conflictos; como también para ubicar problemas viales, de la manera más exacta posible.

Foto 4-1 Abscisado en la Avenida Simón Bolívar utilizado para el análisis

Abscisa	Descripción
 <p data-bbox="352 1189 751 1223"><i>Fuente: (Google Street View, 2015)</i></p>	<p data-bbox="890 920 1086 954">Abscisa 1+100</p> <p data-bbox="890 999 1374 1032">Sector cercano a Panamericana Norte</p>
 <p data-bbox="352 1570 751 1603"><i>Fuente: (Google Street View, 2015)</i></p>	<p data-bbox="890 1319 1102 1352">Abscisa 32+900</p> <p data-bbox="890 1397 1385 1431">Sector cercano a San Martín de Porres</p>

Para ello se utilizará el abscisado presente en la Avenida Simón Bolívar sentido N-S, el cual se inicia en el sector de la Panamericana Norte, cuyas coordenadas de origen de dicho abscisado son 9987904.7 N; 782915.2 E; en sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur. Se escogió este abscisado debido a que es el que está presente a lo largo de toda la Av. Simón Bolívar con respecto a otras abscisas existentes que no lo están a lo largo de toda su longitud (ver Foto 4-1 y Mapa 4-1). Se debe recordar que para este estudio no se consideró

el área de intersección con la Panamericana Norte debido a que se encuentra en construcción un intercambiador (Julio 2016).

Para analizar los tramos donde se han presentado problemas relacionados con accidentabilidad, se definió el límite de los tramos con abscisas que se van a tomar. Debido a que solo son tramos específicos donde existen problemas, siendo que el resto de tramos al tener valores muy bajos de accidentabilidad se los considera seguros y por lo tanto son descartados para el presente trabajo.

Se definió el límite de abscisas en tramos con mayores problemas, a partir del mapa de densidades mostrado anteriormente donde se mostraba el nivel de ocurrencia de siniestros:

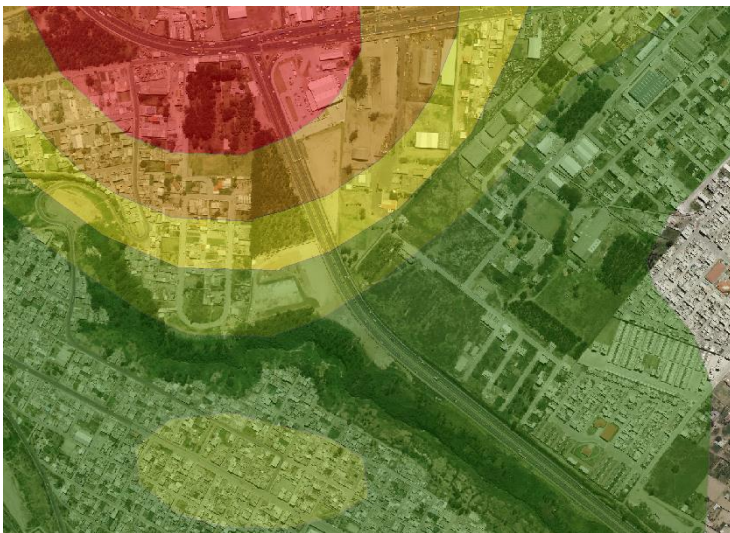


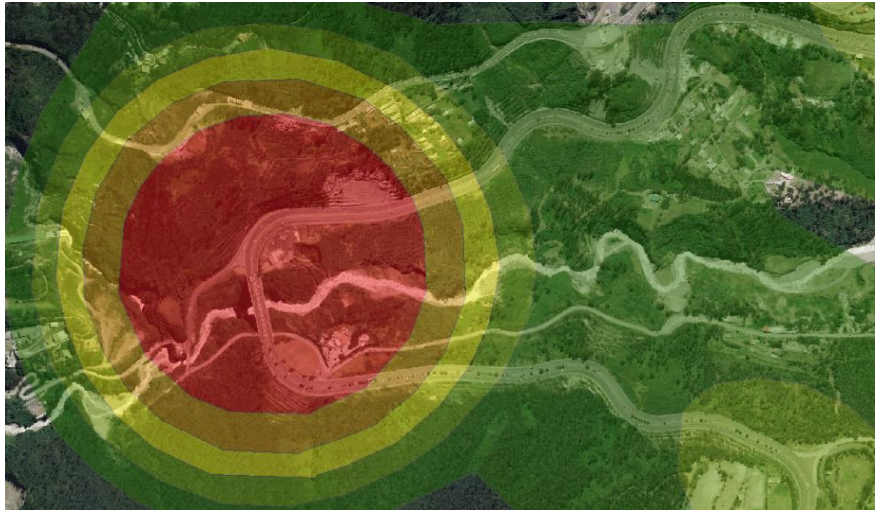
Imagen 4-1 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Panamericana Norte

Tramo analizado de la zona:
Desde Abscisa 0 + 000 Hasta
Abscisa 1+700.

Fuente: Adaptado de información obtenida de (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)

Imagen 4-2 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Av. De los Conquistadores

Tramo analizado de la zona: Desde Abscisa 11 + 400 Hasta Abscisa 14+700.



Fuente: Adaptado de información obtenida de (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)



Imagen 4-3 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a Autopista General Rumiñahui

Tramo analizado de la zona: Desde Abscisa 19 + 500 Hasta Abscisa 22+600.

Fuente: Adaptado de información obtenida de (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)

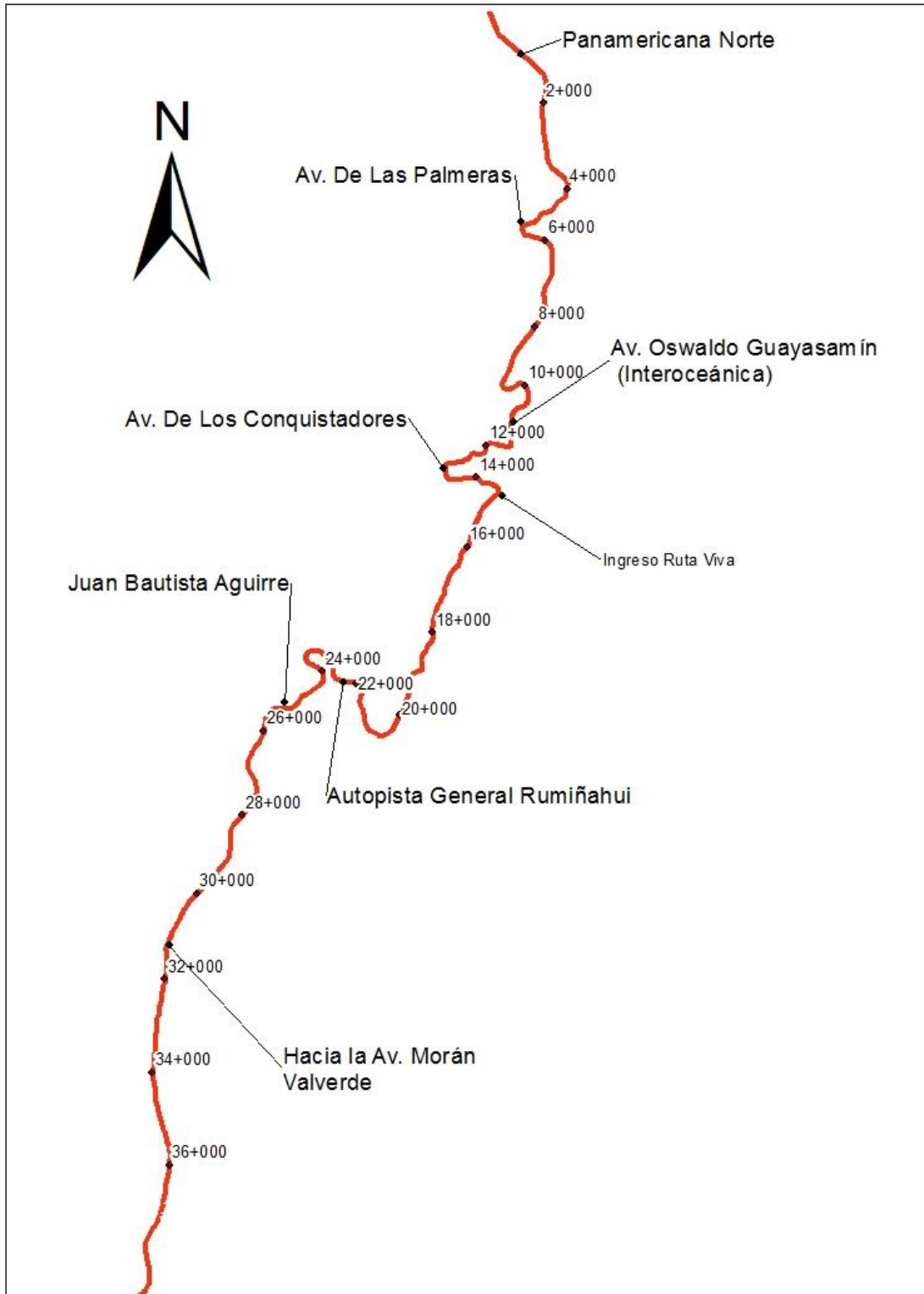
Imagen 4-4 Nivel de ocurrencia de siniestros en Av. Simón Bolívar cercano a calle Juan Bautista Aguirre

Tramo analizado de la zona: Desde Abscisa 24+800 Hasta Abscisa 25+900.



Fuente: Adaptado de información obtenida de (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2015)

Mapa 4-1 Abscisado utilizado a nivel general Av. Simón Bolívar (Mostrado cada 2 km de manera ilustrativa)



Fuente: Adaptado de (Geoportal Instituto Geográfico Militar, 2015)

Algunos aspectos del presente análisis tienen que ver con velocidades, por lo cual se menciona algunas consideraciones generales de velocidad que posee la Avenida Simón Bolívar, enfocándose en los tramos críticos.

Las Normas de Diseño Geométrico MOP , (2003) establecen los siguientes dos parámetros importantes:

Velocidad de diseño: Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

Velocidad de circulación: Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes (p.26 y 30).

Tabla 4-1 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

Velocidad de Diseño en km/h	Velocidad de circulación en km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

De manera ilustrativa, se aplicó el concepto de velocidad de circulación en un recorrido realizado a lo largo de la Avenida Simón Bolívar, en el cual se obtuvo un tiempo sin paradas de 37.6 min. Por lo que, si consideramos los 44.3 km que posee la vía en toda su longitud, tenemos una velocidad de circulación de 70.7 km/h.

Sin embargo, para este caso no es aplicable el determinar una velocidad de circulación igual en toda la longitud de la vía en estudio debido a que esta no es homogénea; cada tramo no posee un comportamiento idéntico debido a diversas circunstancias, por lo tanto, lo mismo aplica para la velocidad de diseño. Las Normas de Diseño Geométrico (2003) señalan que la velocidad de diseño puede verse modificada en algunos tramos por cuestiones topográficas, para ello cada tramo contiguo no tendrá una diferencia mayor de 20 km/h cuyo objetivo es que el usuario no realice cambios bruscos de velocidad (p.26).

Los Estudios de factibilidad y diseños definitivos del proyecto Prolongación Norte y Sur de la Avenida Simón Bolívar (2002), es decir, los tramos hasta la Panamericana Norte y Santa

Rosa, ampliados tanto en el tramo norte y sur respectivamente, establecieron para dichos tramos las velocidades de diseño que se utilizaron para su posterior construcción. Siendo las siguientes:

Prolongación Norte

- a) Entre la Panamericana Norte hacia el Redondel de Gualo; abscisas desde 0+000 hasta 3+700, se estableció una velocidad de diseño de 100 km/h.
- b) Entre el Redondel de Gualo y la Av. De las Palmeras (Redondel de Zámbriza); abscisas desde 3+700 a 5+100, se estableció una velocidad de diseño de 80 km/h.
- c) Entre la Av. De las Palmeras (Redondel de Zámbriza) y la Av. Luis Román Pérez (Hacia la Av. De los Granados); abscisas desde 5+100 hasta la 8+700, se estableció una velocidad de diseño de 100 km/h.

Prolongación Sur

- d) Entre el Intercambiador de la Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Hacia la Avenida Morán Valverde) hasta la Avenida Pedro Vicente Maldonado (Intercambiador de la Curva de Santa Rosa); abscisas 31+500 hasta 44+300, se estableció una velocidad de diseño de 100 km/h.

Con respecto al tramo central, comprendido entre el intercambiador hacia la Avenida de los Granados hasta el intercambiador hacia la Avenida Morán Valverde, al ser el tramo de vía más antiguo construido, no se pudo conseguir información con respecto a parámetros de diseño, en este caso de velocidades de diseño. No obstante, la (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015) proporcionó información de velocidades máximas permitidas a lo largo de la Avenida Simón Bolívar, de las cuales se utilizará como velocidades de circulación para fines de la investigación, puesto que es la velocidad máxima permitida en la cual deben circular los conductores.

Tabla 4-2 Velocidades máximas establecidas en la Av. Simón Bolívar

Tramo			Velocidad máxima (km/h) Livianos		Velocidad máxima (km/h) Pesados	
			Sentido Norte-Sur	Sentido Sur-Norte	Sentido Norte-Sur	Sentido Sur-Norte
Sector cercano entre:	Abscisa desde	Abscisa hasta				
Panamericana Norte - Redondel Gualo	0+000	3+700	90	90	70	70
Redondel Gualo - Av. De las Palmeras (Redondel de Zámbriza)	3+700	5+100	70	70	60	60
Av. De las Palmeras - Entrada a Nayón	5+100	6+700	50	50	40	40
Nayón	6+700	7+400	70	50	60	40
Nayón - Av. Luis Román Pérez (Hacia Av. De los Granados)	7+400	8+700	50	50	40	40
Av. Interoceánica	8+700	11+500	70	70	60	60
Av. Interoceánica - Ingreso Ruta Viva	11+500	15+500	50	50	40	40
Ingreso Ruta Viva - Ingreso Autopista General Rumiñahui	15+500	21+600	90	90	70	70
Ingreso Autopista General Rumiñahui - Ingreso Forestal	21+600	26+900	70	70	60	60
Ingreso Forestal - Ingreso Argelia	26+900	29+200	90	70	70	60
Ingreso Argelia - Inicio Quebrada Saguanchi	29+200	39+400	90	90	70	70
Límite Sur del D.M.Q.	39+400	40+500	70	90	60	70

Fuente: Adaptado de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

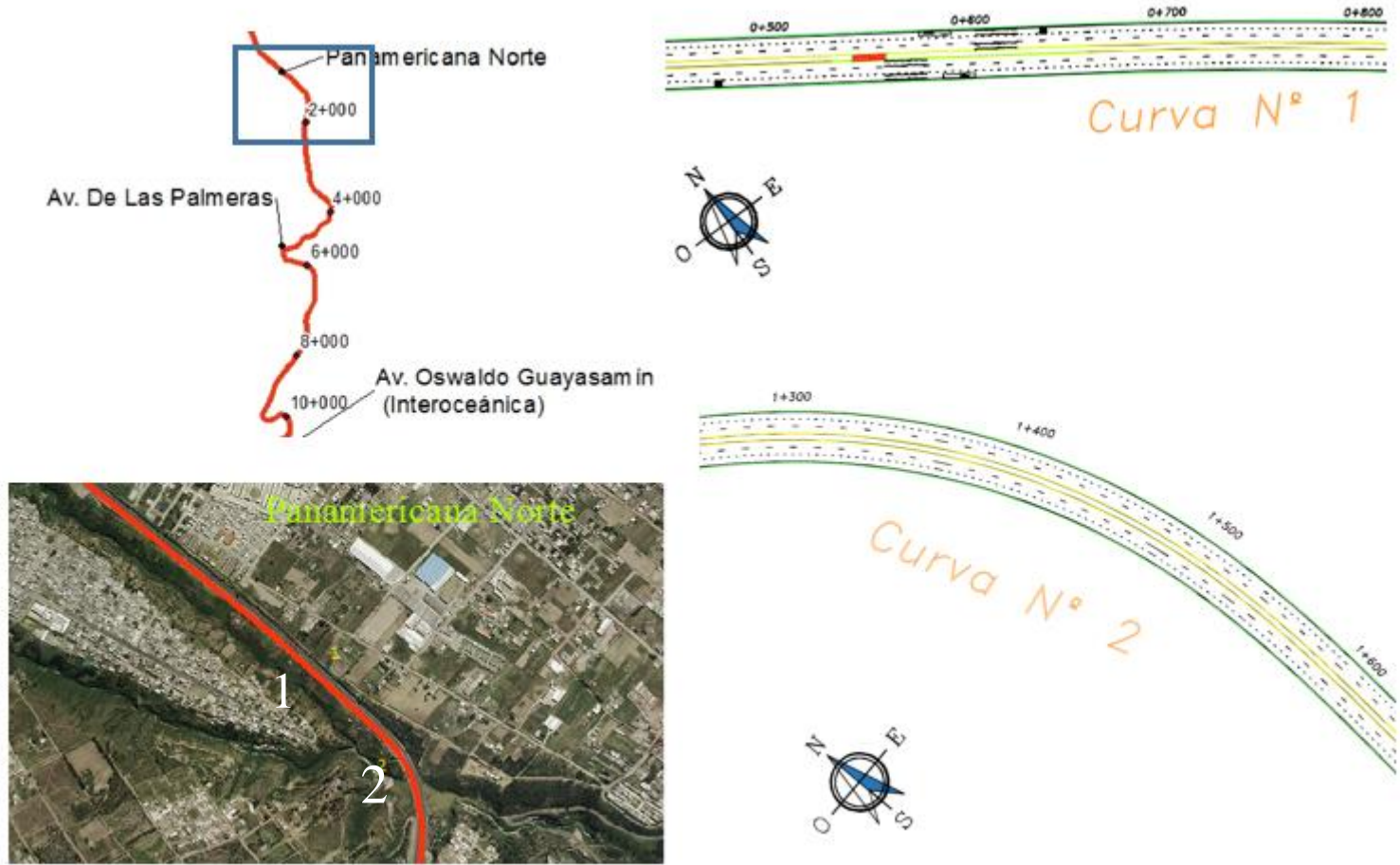
Se debe añadir que en la Avenida Simón Bolívar desde la Panamericana Norte hasta el límite Sur del distrito en la quebrada Saguanchi existen aproximadamente 88 curvas, es necesario identificar las curvas que se encuentran en los tramos críticos ya que eso servirá para el análisis. Para ello se estableció la nomenclatura mostrada en la Tabla 4-3, y representada en los Anexos, como también representada desde el Mapa 4-2 hasta el Mapa 4-10.

Tabla 4-3 Nomenclatura de curvas establecidas, existentes en los tramos críticos calculados

Sector	Nº curva	Curva Derecha o Izquierda	Abscisa Inicio - Fin ¹⁸	
Panamericana Norte	1	Derecha	0+710 - 0+824	
	2		1+165 - 1+550	
Avenida De Los Conquistadores	21	Derecha	11+470 - 11+640	
	22		11+706 - 11+820	
	23	Izquierda	11+860 - 11+905	
	24	Derecha	12+165 - 12+380	
	25	Izquierda	12+425 - 12+574	
	26	Derecha	12+601 - 12+707	
	27		12+836 - 12+903	
	28	Izquierda	13+064 - 13+226	
	29		13+400 - 13+555	
	30	Derecha	13+746 - 13+814	
	31	Izquierda	13+924 - 13+997	
	32	Derecha	14+053 - 14+161	
	33	Izquierda	14+236 - 14+305	
	34	Derecha	14+372 - 14+451	
	35		14+559 - 14+764	
	Autopista General Rumiñahui	53	Izquierda	19+585 - 19+670
		54	Derecha	19+743 - 19+858
55		Izquierda	19+981 - 20+079	
56		Derecha	20+268 - 20+368	
57			20+562 - 20+674	
58			20+842 - 21+059	
59		Izquierda	21+431 - 21+632	
60			21+824 - 21+976	
Juan Bautista Aguirre	61	Derecha	22+382 - 22+563	
	68		24+890 - 25+150	
	69	Izquierda	25+300 - 25+684	

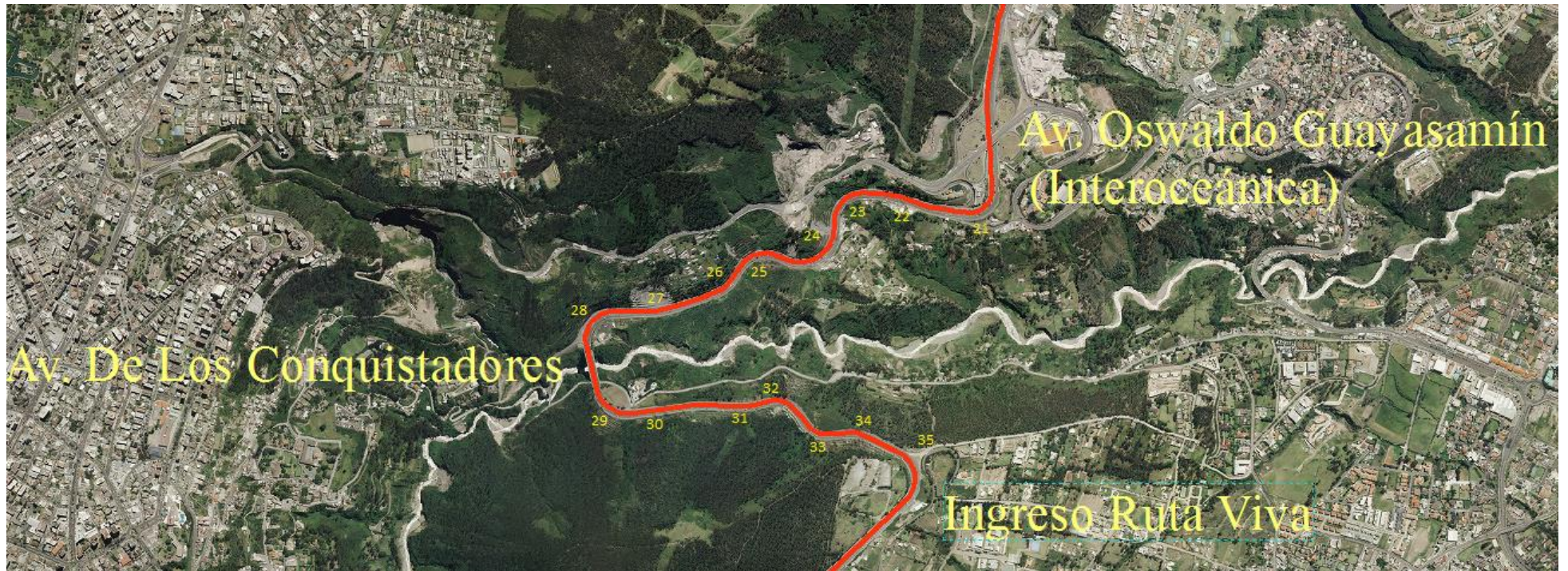
¹⁸ Abscisas aproximadas calculadas a partir de la información proporcionada por las respectivas instituciones como se menciona anteriormente

Mapa 4-2 Curva N°1 y N°2 dentro del sector cercano a Panamericana Norte analizado (incluye abscisado)



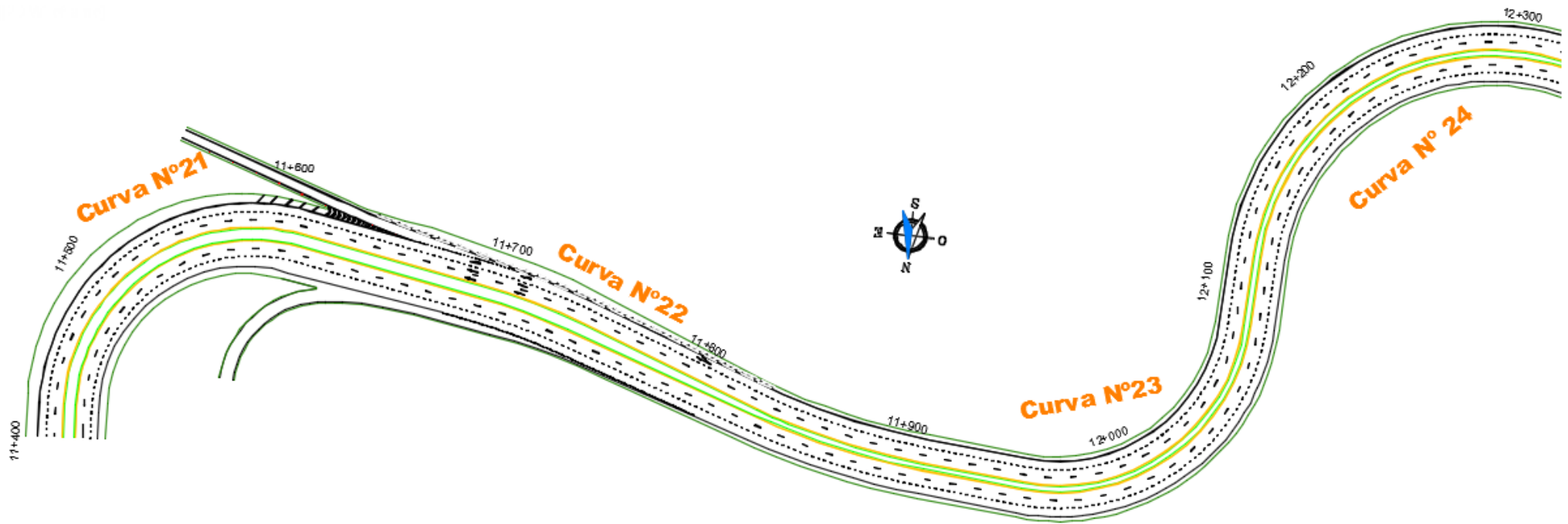
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Imagen 4-5 Curvas Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores



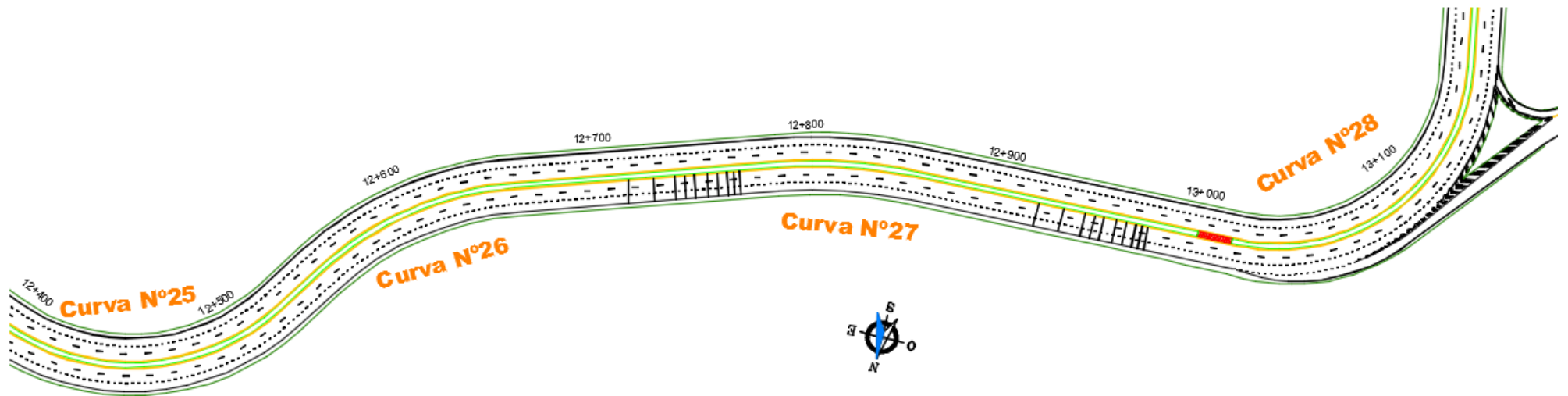
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-3 Curvas desde N°21 hasta N°24 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)



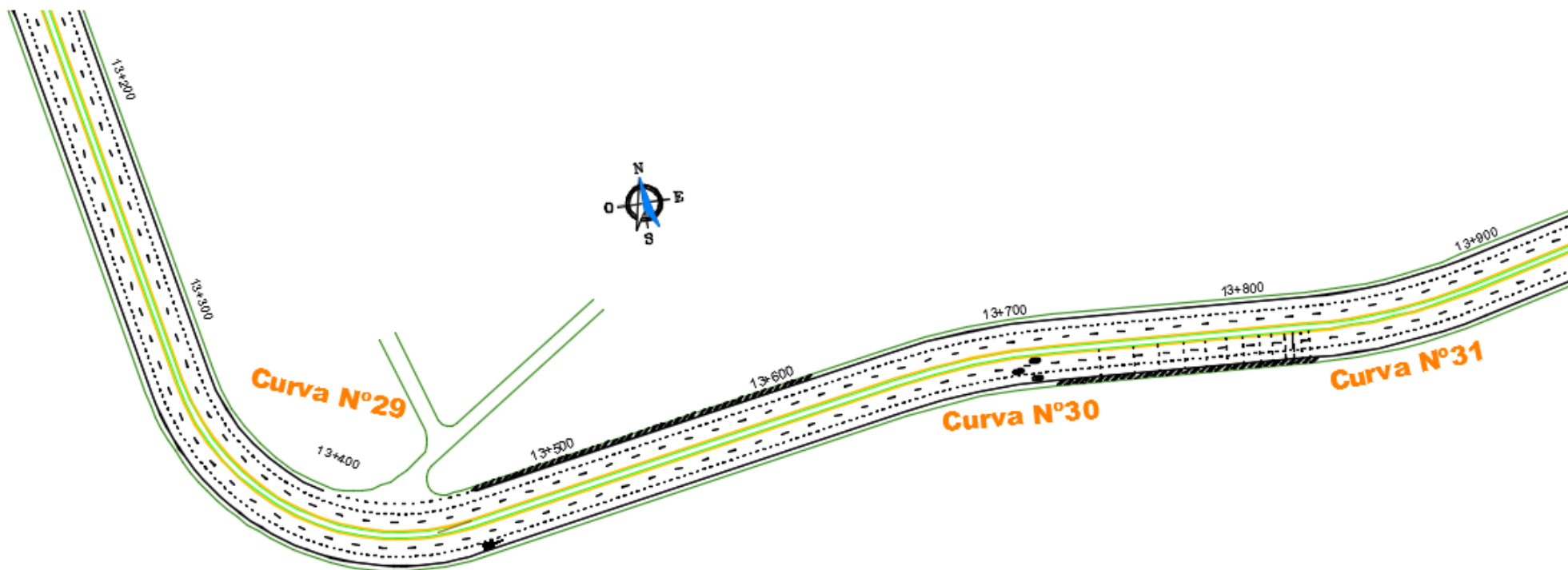
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-4 Curvas desde N°25 hasta N°28 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)



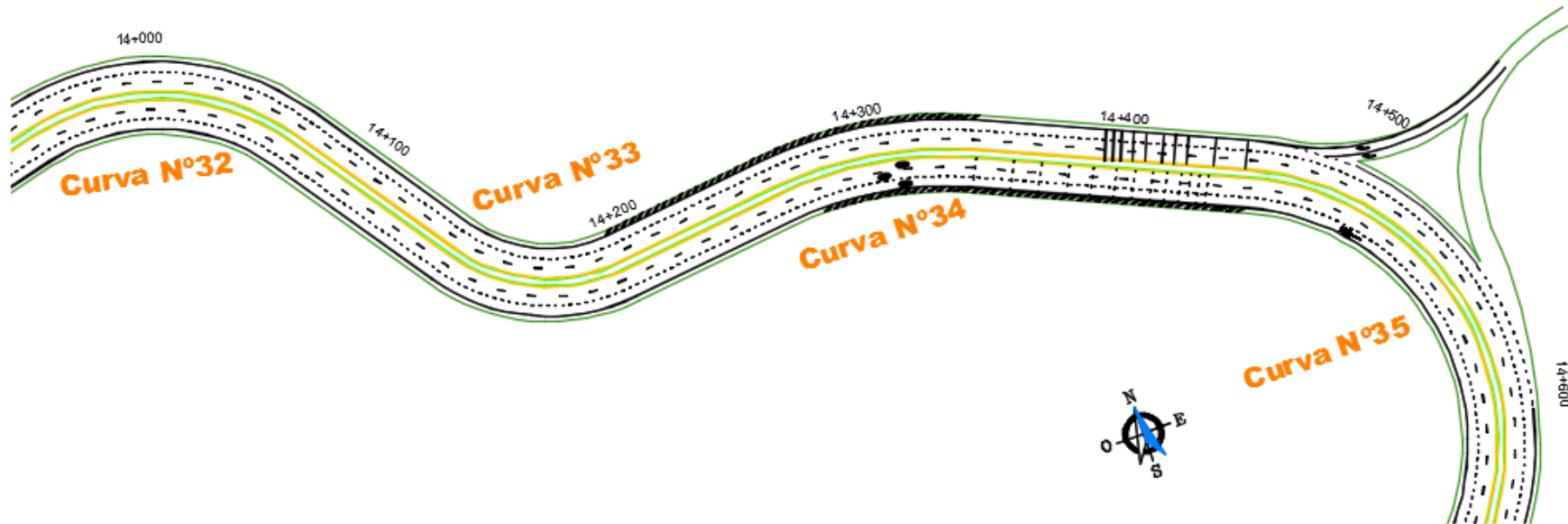
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-5 Curvas desde N°29 hasta N°31 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)



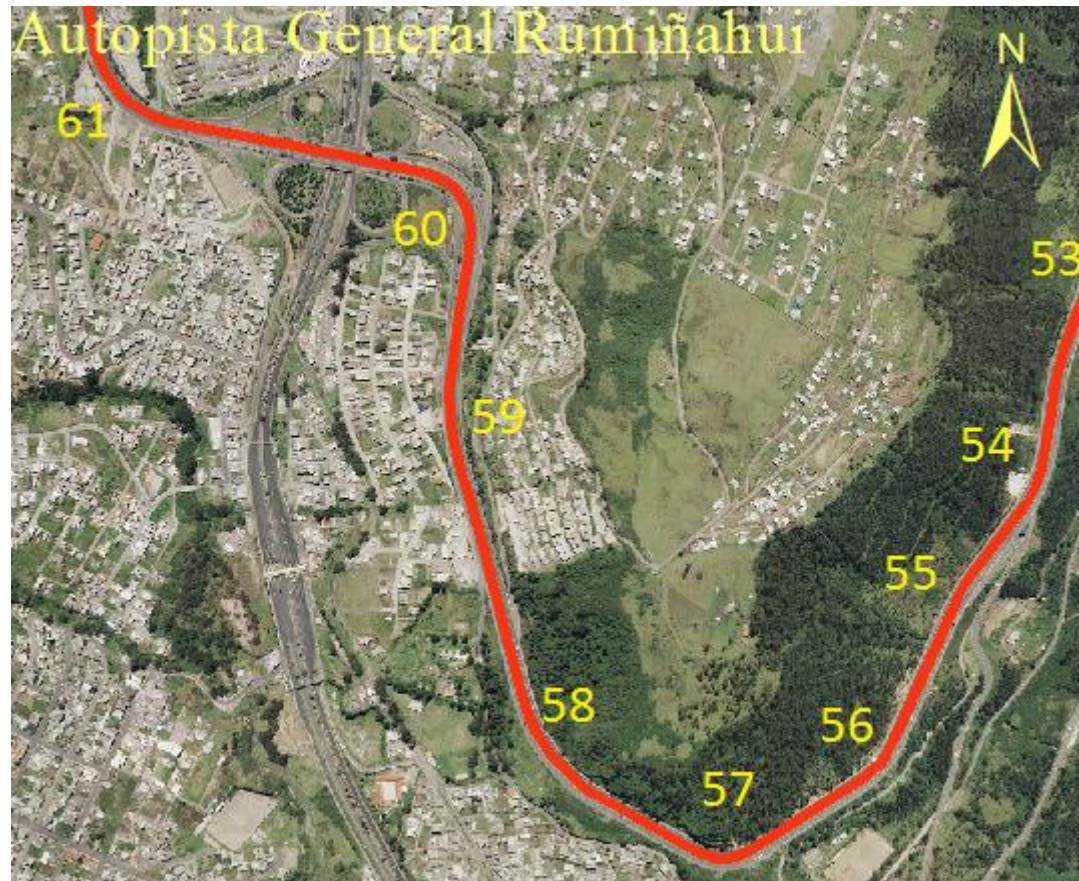
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-6 Curvas desde N°32 hasta N°35 dentro del sector cercano a Av. De Los Conquistadores analizado (incluye abscisado)



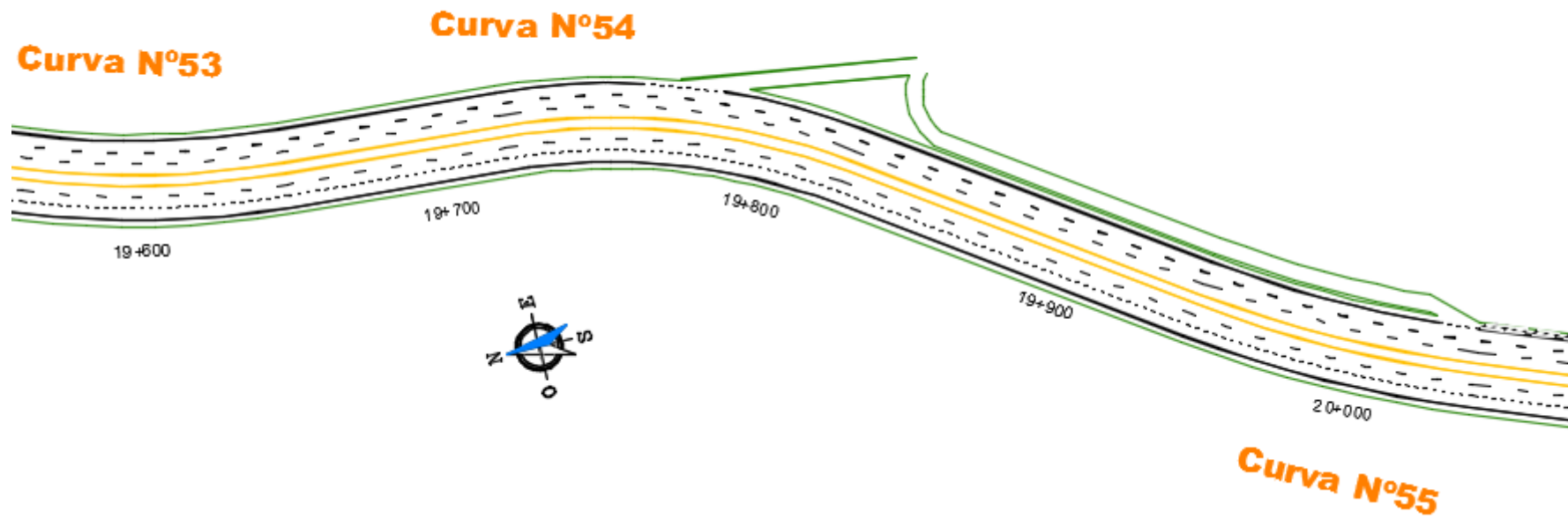
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Imagen 4-6 Curvas Av. Simón Bolívar y Autopista General Rumiñahui



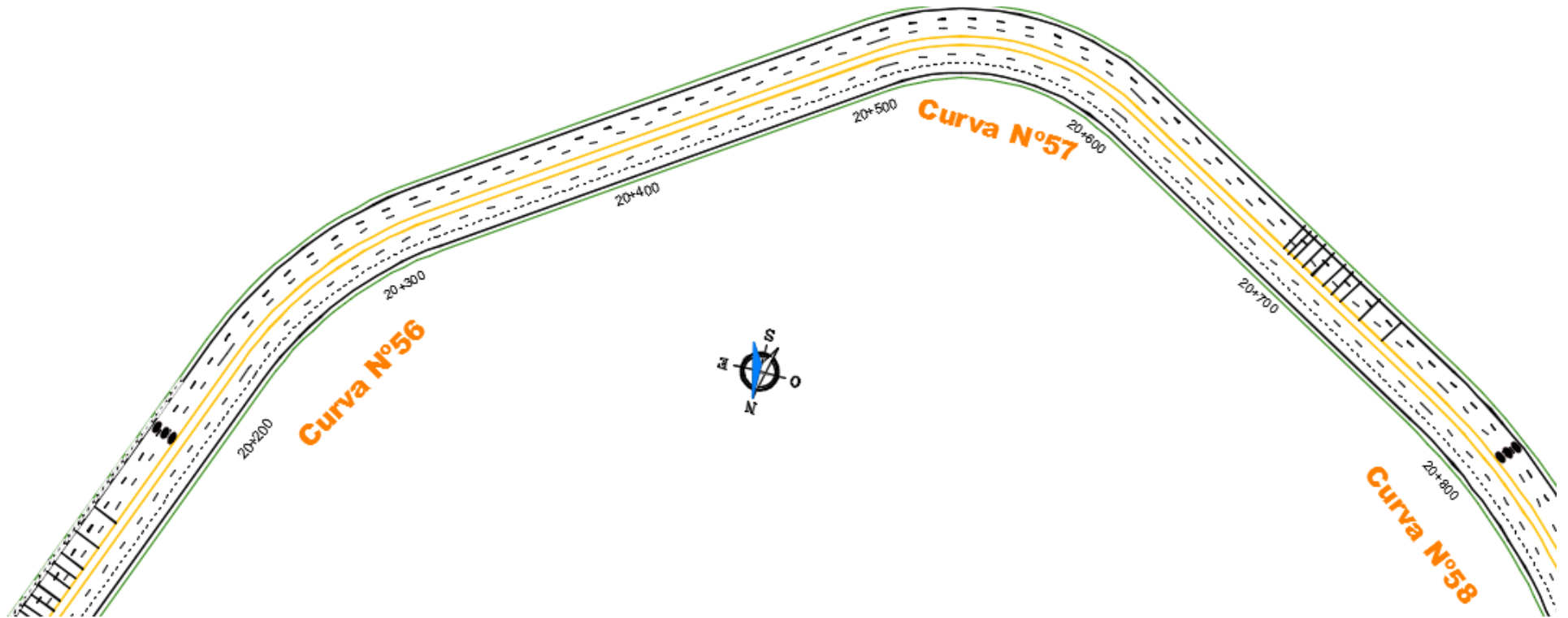
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-7 Curvas desde N°53 hasta N°55 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)



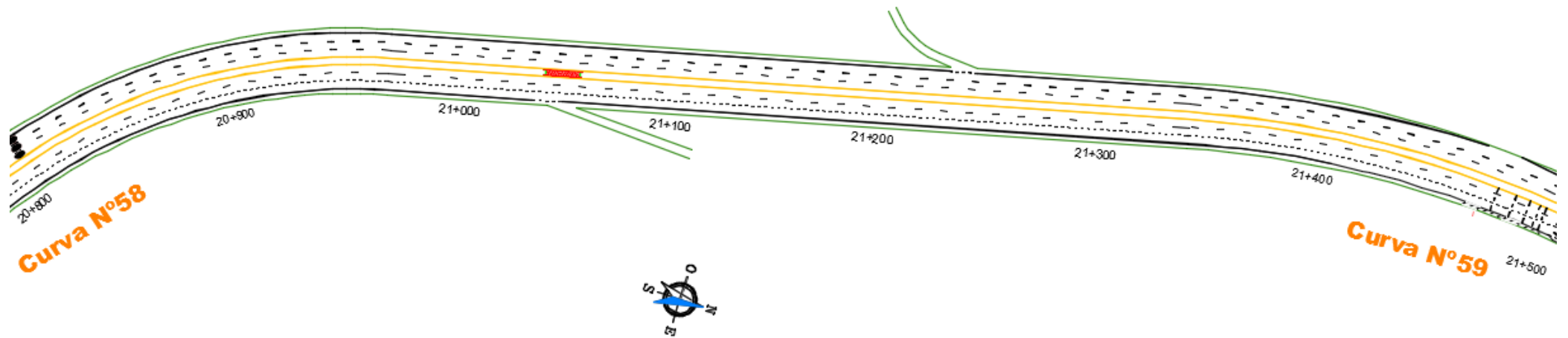
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-8 Curvas desde N°56 hasta N°58 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)



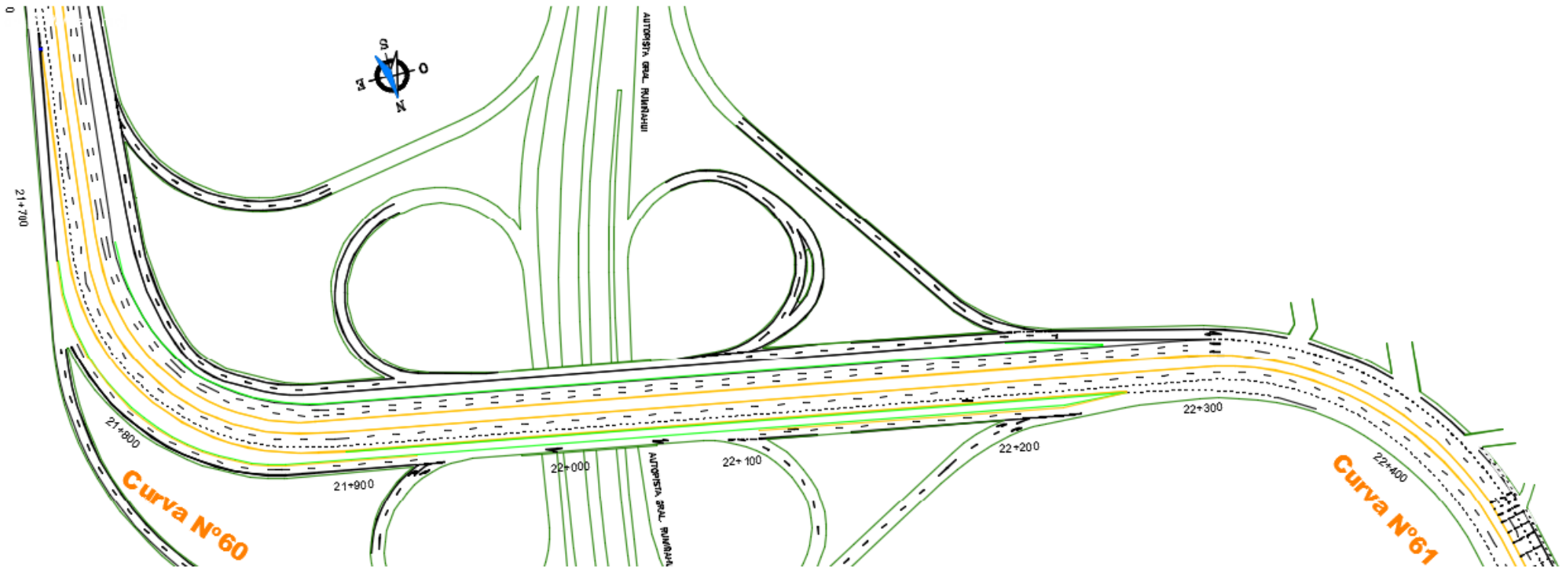
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-9 Curva N°58 y N°59 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)



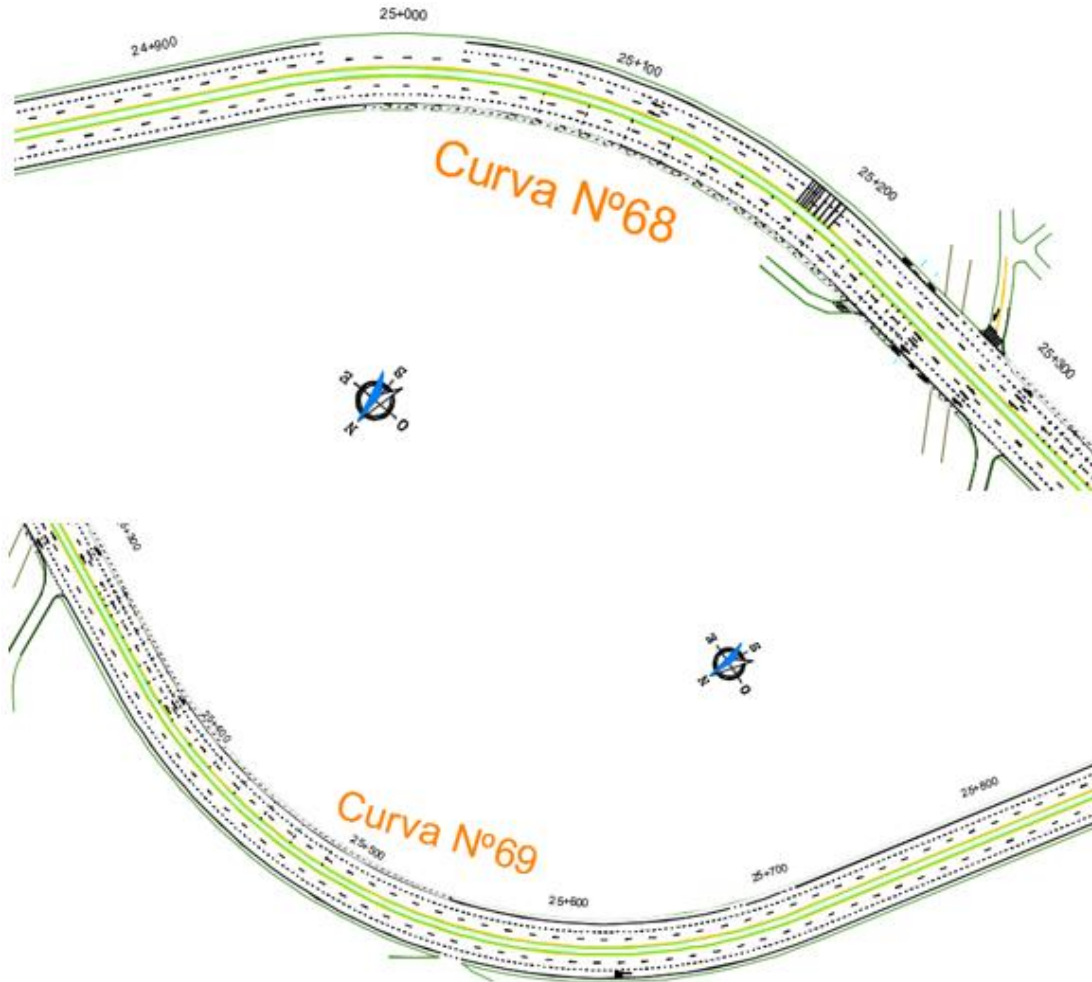
Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-10 Curva N°60 y N°61 dentro del sector cercano a Autopista General Rumiñahui analizado (incluye abscisado)



Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015)

Mapa 4-11 Curva N°68 y N°69 dentro del sector cercano a Juan Bautista Aguirre analizado (incluye abscisado)



Fuente: Adaptado y complementado con información disponible de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMOP, 2015)

4.1. Señalización

Es importante en una vía la presencia de señalización, puesto que para que opere de manera óptima una infraestructura vial, ésta debe contar con información adecuada para que el usuario pueda utilizarla de manera segura, confortable y con fluidez. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Es por ello que se realizó el inventario de la señalización existente¹⁹ en los tramos antes mencionados, con el fin de determinar posibles inconvenientes en dicha señalización que puedan afectar de manera directa o indirecta a la generación de accidentes o siniestros.

Parte de esta señalización inventariada (señalización vertical y horizontal), consta en los planos proporcionados por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2015; de acuerdo a los diferentes trabajos realizados en dicha vía.

En algunos casos, existe señalización en los planos que actualmente no están en la vía; o de manera inversa existe señalización presente en la vía que no consta en los planos proporcionados. Por ello, los planos que se muestran en los anexos finales indican la señalización existente en la fecha mencionada. Es decir, dichos planos están basados en los planos proporcionados pero con modificaciones (Señalización agregada o quitada) de acuerdo a lo que existe actualmente en la vía como se ha mencionado anteriormente.

Para analizar la señalización existente se utilizará principalmente la normativa vigente, siendo el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 "Señalización Vial. Parte 1: Señalización Vertical" y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 "Señalización Vial. Parte 2 Señalización Horizontal".

Se debe conocer los aspectos generales acerca de señalización, dentro de los cuales está la señalización vertical y señalización horizontal; además de aspectos importantes relacionados con guardavías.

4.1.1. Señalización Vertical

4.1.1.1. Clasificación general

La norma (INEN, 2011) establece 5 tipos de señalización vertical, de las cuales 4 se encuentran presentes en la vía en estudio:

- a) **Señales Regulatorias:** (Código R) Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

¹⁹ Realizada en el mes de Julio de 2016.

b) **Señales Preventivas:** (Código P) Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

c) **Señales de Información:** (Código I) Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

d) **Señales especiales delineadoras:** (Código D) Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma. (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011, p.7)

4.1.1.2. Dimensiones Generales.

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2011), el tamaño de la señalización está relacionado con la velocidad de circulación, siendo ésta el 85 percentil de la velocidad promedio registrado (p. 50). Siendo aplicado tanto para señales regulatorias como preventivas.

Tabla 4-4 Dimensiones Normalizadas de Señalización Vertical

Velocidad de circulación km/h	Dimensión (mm) de la señal
Menos de 60	600 x 600
70 - 80	750 x 750
Más de 90	900 x 900
Situaciones especiales donde se exceda los 110	1200 x 1200

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011)

De acuerdo a la Tabla 4-4 se confirma la relación entre las dimensiones existentes con la velocidad de circulación; entre 70-80 km/h presente en la vía (de manera mayoritaria).

4.1.1.3. Ubicación de señales regulatorias y preventivas

Es necesario la correcta ubicación longitudinal de la señalización, para que su interpretación sea oportuna y se puedan realizar distintas maniobras con anticipación; por eso la normativa (INEN, 2011) establece principalmente lo siguiente:

- Deberá ser colocado de manera general en el lado derecho, pudiendo ser duplicadas en el lado izquierdo o elevadas en condiciones especiales.
- Si la señalización está expuesta a impactos, se debe considerar la colocación de distintos medios de protección del mismo.
- En un mismo poste no deben existir más de dos señales del mismo tipo, a excepción de las señales complementarias; entre dos señales de distinto mensaje en una misma ubicación debe existir una distancia mínima de 0.6V (siendo su

unidad en metros), donde V es la velocidad promedio a la que circula el 85 percentil de los vehículos en condiciones libres de tránsito (Es decir la velocidad de circulación medida en km/h).

- d) Señales de información en autopistas y vías de alta velocidad pueden requerir mayores dimensiones.
- e) Señales Regulatorias se ubicarán dependiendo el propósito de la misma; algunas se colocan un poco antes del punto donde se requiere la acción, otras se instalan en el sitio particular donde se aplica la regulación.
- f) Señales Preventivas, cuyo objetivo es alertar de peligros potenciales e incitar a los usuarios a realizar una maniobra anticipada y segura; se instalarán a una distancia mínima de 100 m en vías urbanas y a 150m en vías rurales (carreteras) antes del peligro.

4.1.1.4. Señales de información vial

En el caso de las señales de información vial, la normativa INEN, (2011) menciona que dicha señalización “tiene como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible”(p.88)

4.1.1.5. Clasificación de señales de información vial

Este tipo de señalización se clasifica en varios grupos, el que interesa para el presente trabajo es el tipo de Señales de Información de Guía (II); éste a su vez se subdivide en series, siendo nuevamente el de nuestro interés las serie anticipada de advertencia de destino, serie de decisión de destino y también la serie de información para autopistas, ésta última de acuerdo al tipo de vía en estudio, mencionado en el capítulo 1 de este documento, y como lo menciona la normativa, los conductores en vías de alta velocidad disponen de tiempo mínimo para evaluar una situación, por lo que la señalización debe generar una acción segura.

4.1.1.6. Ubicación de señalización de advertencia de destino

Mencionado lo anterior, la señalización de advertencia de destino, está relacionada con la de decisión de destino. La localización de la primera, de acuerdo a la normativa, se la realiza principalmente antes de una intersección, encausando el vehículo al carril correcto antes de llegar. En vías urbanas a 100m y en rurales entre 150m a 200m antes de la intersección. Se debe considerar que en lugares donde la velocidad de aproximación es alta, se puede

necesitar información adicional de avance sobre una señal ubicada aproximadamente a 400 m de la intersección (pg.96).

4.1.1.7. Ubicación de señales de decisión de destino

En el caso de la serie de decisión de destino, se ubicarán donde sean fácilmente visibles para los conductores que se aproximan, también menciona la normativa que cada sitio necesita tratarse según sus características.

4.1.1.8. Señales de carretera y/o autopista

Las señales de carretera y/o autopista están conformadas principalmente por: a) las de asignación de carril anticipado de la intersección, b) de salida, c) de confirmación de destino y d) diagramáticas.

Las señales de asignación de carril anticipado se deben instalar en la aproximación a una intersección de dos o más carreteras y/o autopistas en donde se unen o se cruza con una vía de menor jerarquía y en la una aproximación a una intersección de una carretera y/o autopista en donde cambia de trayectoria. Se deben por tanto colocar únicamente donde los carriles respectivos sean completamente desarrollados.

4.1.1.9. Ubicación de señales de carretera y/o autopista

Para que sean efectivas, se ubicarán donde los conductores puedan realizar la maniobra hacia el carril correcto antes de llegar a la intersección. Se debe evitar instalar las señales múltiples de asignación de carril en curvas, ya que los usuarios pueden tener confusión al relacionar la señalización con el carril respectivo (p.110).

Las señales de Salida son señales que se ubican en el sitio donde existe una salida de la carretera y/o autopista, mientras que las diagramáticas son señales de guía que muestran una vista gráfica del direccionamiento de salida del tráfico con relación a la carretera principal. Como menciona la norma, en algunos distribuidores de tráfico se recomienda ésta señalización en lugar de las convencionales. Es importante en vías de alta velocidad la colocación de señales aéreas debido a que el entorno, la velocidad o el volumen de tránsito son factores influyentes.

4.1.2. Señalización Horizontal

La normativa INEN, establece que la señalización horizontal presenta una ventaja frente a otras señales ya que transmite un mensaje sin distraer al usuario de la vía en que circula (pg.5). Según su forma se clasifican en: líneas longitudinales, transversales y en símbolos o

leyendas. Además, existen complementos de señalización horizontal como demarcadores (tachas u “ojos de gato”), reductores de velocidad, etc. La ubicación debe ser tal que, a la velocidad máxima, el usuario pueda comprender el mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada.

4.1.2.1. *Líneas longitudinales*

A lo largo de la Avenida Simón Bolívar existen líneas longitudinales, la normativa (INEN) establece principalmente que se emplean para delimitar carriles de uso exclusivo. Dependiendo su forma pueden ser continuas, segmentadas o en zigzag. Las primeras y en zigzag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, las segmentadas en cambio, permiten estas maniobras.

Las líneas amarillas definen: separación de tráfico viajando en direcciones opuestas, restricciones y borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre); las líneas blancas definen separación de flujos de tráfico en la misma dirección, borde derecho de la vía (Berma); zonas de rebasamiento o proximidad a un cruce cebra.

4.1.2.2. *Dimensiones y patrones generales de líneas longitudinales*

La normativa (INEN) también establece lo siguiente con respecto a dimensiones y patrones de señalización en pavimento:

- Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100mm y máximo 150mm.
- Doble línea continua (línea de barrera). Consiste de dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una situación permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas. (pg. 12).

Debido al parterre central existente en toda la vía, no se aplican las siguientes líneas horizontales: líneas de separación de flujos opuestos, líneas segmentadas de separación de circulación opuesta, doble línea continua (línea de barrera), ni la doble línea mixta. Puesto que, para el presente caso sólo aplica la línea amarilla ubicada al borde izquierdo del sentido de la vía por la presencia del mencionado parterre.

4.1.2.3. *Línea de separación de carriles*

Separan flujos de tránsito en la misma dirección, siendo de color blanco, como también lo son las tachas correspondientes, además que son segmentadas.

Tabla 4-5 Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril

Velocidad Máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3	9
Mayor a 50	150 mínimo	3	9

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011)

Tabla 4-6 Anchos de carriles (Para demarcación de línea)

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho del carril (m)
Menor a 50 (urbana)	Mínimo 3
De 50 a 90 (rural)	Entre 3 y 3.5
Mayor a 90 (rural)	Entre 3.5 y 3.8

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011)

La Tabla 4-5 y la Tabla 4-6 indican las dimensiones y colocación de las líneas de espaciamiento de carril, para la Tabla 4-6 establece el ancho que debe tener entre las líneas de espaciamiento de carril. Este ancho debe corresponder siempre al máximo límite de velocidad permitido en la vía, establecido en la norma.

4.1.2.4. Líneas de continuidad

Además, existen las líneas de continuidad, sus dimensiones son de 150mm a 200mm, con líneas pintadas de 1 m, y de espaciamiento de 3m. Su utilización indica el borde de la porción de vía asignada al tráfico que circula recto y donde ésta línea segmentada puede ser cruzada por tráfico que vira en una intersección o que ingresa o sale de un carril auxiliar; sirve también para delimitar ensanchamientos de calzada destinados a estacionamiento o detención de vehículos o delimitar carriles de aproximación en enlaces de autopista, avenida o carretera.

4.1.2.5. Líneas de borde de calzada

Indica a los conductores donde se encuentra el borde de calzada, especialmente en condiciones de visibilidad reducida. Debe poseer un ancho mínimo de 150mm; para el presente estudio, su ubicación se lo debe hacer en vías cuya velocidad máxima permitida sea mayor o igual a 50 km/h, como en aquellas que no cuenten con espaldón o bordillo, túneles, pasos a desnivel, intercambiadores y puentes.

Son de color blanco y se pueden reforzar con tachas, ya sean blancas o rojas. Éstas últimas se colocan cuando se trata de bordes de calzada que no deben ser sobrepasados bajo ninguna circunstancia. Su instalación se la realiza a un costado y no sobre la línea.

4.1.2.6. *Señalización horizontal complementaria.*

En los tramos existen señalizaciones complementarias, principalmente Bandas Transversales de Alerta y demarcadores o tachas.

Acerca de las tachas, la normativa (INEN) establece que:

Pueden ser blancas, amarillas, o rojas, debiendo coincidir el color de la línea con el del cuerpo del elemento que la contiene, con excepción de las tachas bicolor. El blanco se utiliza en líneas que pueden ser traspasadas, amarillo para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas, siendo las rojas instaladas exclusivamente junto a la línea de borde derecho, significando peligro y no deben ser cruzadas (pg.9).

Foto 4-2 Tipos de señalización horizontal Av. Simón Bolívar



4.1.3. Guardavías

Con respecto a guardavías, el presente trabajo se enfoca en qué lugares debe ser ubicado; es por eso que, como menciona (Chang, 2010), puede deberse a los siguientes casos:

- Sectores en los que un vehículo al perder el control y salir fuera de la calzada de circulación encuentre obstáculos o terreno intransitable que puedan causar daño al vehículo y a sus ocupantes.
- Tramos con medianas angostas en calzadas contiguas en donde exista riesgo de colisión de vehículos que circulan en sentido opuesto.
- Zonas de topografía accidentada que presentan trazado vial con curvas cerradas en tramos relativamente cortos, cortes profundos o terraplenes altos con pendiente pronunciada cerca al borde de la calzada.
- Tramos con estrangulamiento en el ancho de la vía que obliguen al conductor a cambios de velocidad o maniobras defensivas bruscas ocasionando pérdida de control del vehículo.
- Zonas con limitaciones de visibilidad debido a condiciones climáticas.
- Zonas con tránsito de peatones en áreas próximas al borde de la calzada (pg.6).

Además (Chang, 2010) considera que para seleccionar el tipo adecuado de guardavía que se debe utilizar, ésta depende de factores técnico – económicos; entre ellos las características de los vehículos que transitan, condiciones del terreno, costos, estética, entre otros (p. 11).

4.1.4. Inventario

El objetivo de inventariar la señalización existente es determinar que esta cumpla con los requisitos básicos siguientes:” a) Cumplir y satisfacer una necesidad; b) Ser visible y llamar la atención del usuario vial; c) Contener, transmitir un mensaje claro y simple; d) Inspirar respeto, y e) Colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial” (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2011, p.6)

También es necesario el inventario debido a que, como se menciona en la normativa, la señalización puede presentar fallas; pudiendo ser por uso excesivo, falta de mantenimiento o ausencia de señalización, además de una correcta colocación, entre otros aspectos menos influyentes (INEN, 2011).

En los anexos consta de manera detallada cada una de las señales encontradas en los tramos críticos de accidentabilidad, con su abscisado aproximado, además de planos donde se muestra de manera referencial la ubicación de los mismos.

Se debe añadir que existe señalización en la vía en estudio que no consta en las normativas, siendo su cantidad mínima, éstas se indican solamente en los planos de manera referencial.

En el inventario se clasificó cada señalización de acuerdo a tres parámetros: Bien conservado, medianamente conservado y mal conservado. El primero nos indica una

señalización recién colocada o que tiene condiciones óptimas para su buen funcionamiento, el usuario puede ver la señalización de manera correcta; el segundo parámetro nos indica que la señalización está en condiciones que no se puede ver de manera óptima la señalización (posiblemente debido a que no se ha realizado un correcto mantenimiento a ésta), por lo que el usuario no puede ver claramente la señalización, con un mantenimiento, ésta señalización queda en condiciones favorables. Y el tercer parámetro es para las cuales el usuario no está en condiciones de interpretar satisfactoriamente la señalización y su propósito (principalmente por su deterioro), por lo que es necesario su reemplazo con una señalización nueva.

Foto 4-3 Ejemplos de señalización con buen estado de conservación en la Av. Simón Bolívar.



Foto 4-4 Ejemplos de señalización con un estado de conservación “medio” en la Av. Simón Bolívar



Foto 4-5 Ejemplos de señalización con mal estado de conservación en la Av. Simón Bolívar



Con respecto a la señalización horizontal tenemos líneas longitudinales, transversales, símbolos y señales complementarias. Como también de dispositivos adicionales como guardavías.

Foto 4-6 Detalle Señalización horizontal usada Av. Simón Bolívar

CODIGO	DETALLE	GROSOR	COLOR
LT-1	LINEA DE PARE	0.400	BLANCO
LT-2	LINEA DE VIRAJE	0.200	BLANCO
LT-3	LINEA DE CEDA EL PASO	0.300	BLANCO
LG-1	LINEA DE DIVISION DE CARRIL DE CIRCULACION	0.125	BLANCO
LG-2	LINEA DE CONTINUIDAD O GUIA	0.200	BLANCO
LG-3	LINEA DE APROXIMACION A "PARE O SEMAFORO"	0.125	BLANCO
LG-4	LINEA DE BARRERA DOBLE SENTIDO	0.100	AMARILLO
LG-5a	LINEA DE BARRERA (UN SOLO SENTIDO)	0.100	BLANCO
LG-6b	LINEA DE BORDE DE CARRIL	0.125	BLANCO
LG-5c	LINEA DE BARRERA PARA CHEVRON	0.150	BLANCO

Fuente: (Empresa Metropolitana de Obras Públicas Quito EMOP-Q, 2002a)

4.1.5. Análisis

Para describir de mejor manera el siguiente análisis, se realizaron tablas a manera de resumen, y como complemento también se realizó la descripción detallada de lo analizado. De manera general, la señalización localizada en los tramos determinados de alta accidentabilidad se la puede considerar como muy buena (En sectores cercanos a la Universidad Internacional y a la Avenida de los Conquistadores) y buena (En sectores cercanos a la calle Juan Bautista Aguirre y Autopista General Rumiñahui).

4.1.5.1. Señalización vertical

4.1.5.1.1. Consideraciones Generales

La señalización vertical presente posee dimensiones medidas de 900 x 900 mm, como también algunas registradas de 750 x 750 mm; tal como lo señalan los Estudios de la rehabilitación del pavimento realizado en 2010 en la vía, en las “Especificaciones y Presupuesto Referenciales para Implementación de Elementos de Seguridad Vial en Av. Simón Bolívar”. Estas dimensiones tienen relación con una velocidad de circulación entre 70 a 90 km/h de acuerdo a la normativa INEN, como la vía tiene tramos por los cuales la velocidad máxima para livianos (vehículos que circulan a mayor velocidad dentro de valores permitidos) está entre los valores de 50, 70 y 90 km/h; el tamaño de la señalización no podría satisfacer plenamente en las condiciones donde la velocidad es mayor.

Con respecto a las distancias entre señales verticales se puede ver que la distancia mínima 0.6V no cumple satisfactoriamente en dos sectores: cerca de la Universidad Internacional 20+250 S-N y en 25+335 N-S en la cercanía a la calle Juan Bautista Aguirre. Considerando que las distancias medidas son muy cercanas a la distancia mínima 0.6V (42.00 mts para una velocidad máxima de circulación permitida de 70 km/h) por lo que este requerimiento no puede ser considerado como representativo.

Un inconveniente también encontrado en la vía es la obstrucción de las señales verticales por la presencia de vegetación, debido a falta de mantenimiento que evite que la vegetación crezca de manera inapropiada; esto se da mayoritariamente en los parterres intermedios, lo que puede afectar al usuario. Lo que se puede recomendar es un mantenimiento periódico más frecuente, o cortar la vegetación en los sitios críticos para una visión correcta de las señales, considerando que esto puede generar encandilamientos de sentido opuesto en horas de la noche, por lo que los cortes pueden ser solamente en lugares mínimos y altamente necesarios.

Tabla 4-7 Resumen de descripción realizado en consideraciones generales

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Avenida De Los Conquistadores	Señalización horizontal y vertical	Velocidad máxima contradictoria	Entre Abcisa 11+700 y 12+900 Sentido N-S; Sentido S-N, Abcisa 14+540
		Ausencia de señalización (P4-1) "Puente Angosto"	Sentido N-S; Abcisa 13+100
		Falta de mantenimiento de señalización (P4-1) "Puente Angosto"	Sentido S-N; Abcisa 13+500
Autopista General Rumiñahui	Señalización vertical	Ausencia de señalización preventiva de presencia de curva	Sentido N-S; Entre curvas 53 a 56
Juan Bautista Aguirre			Sentido N-S; Previo a curva 68
		Falta de mantenimiento de señalización (P1-2I) "curva abierta izquierda"	Sentido S-N; Abcisa 25+330
		Falta de mantenimiento e incorrecta colocación de señalización (P1-2I) "curva abierta izquierda"	Sentido N-S; Previo a curva 69

El sector de la Avenida de los Conquistadores tiene señales de velocidad máxima para livianos de 50 km/h, sin embargo, existe señalización horizontal de 70 km/h. lo que puede generar confusión (ver señalización horizontal).

En este sector tampoco existe señalización "Puente Angosto" (P4-1) en lo que respecta el sentido N-S; en el sentido S-N si existe y está correctamente ubicada de manera longitudinal, pero por las condiciones de este tramo no es fácilmente visible siendo además que requiere mantenimiento. Se recomienda en este caso colocar una señal igual en el costado izquierdo del parterre.

Foto 4-7 Señalización "Puente angosto"(R4-1) Sector Av. De Los Conquistadores



En el sector cercano a la Universidad Internacional, en las curvas 53 a 55 (N-S) no existe señalización preventiva que alerte a los conductores de que existen próximas curvas. En la curva 56 tampoco existe señalización vertical que advierta de la proximidad de una curva, pero sí posee delineadores de curva horizontal.

Foto 4-8 Falta de señalización curvas Sector Universidad Internacional N-S



De igual manera ocurre en la curva 68 N-S donde no existen señales preventivas que adviertan a los usuarios de la presencia de una curva (solamente existe de reduzca la velocidad). En el caso de la curva 69 del mismo sentido sí existe la señalización del tipo curva abierta izquierda (P1-2I) pero está dentro de la curva, lo cual no cumple con la distancia mínima requerida para su colocación longitudinal. Además, está en malas condiciones por lo que requiere mantenimiento. En el otro sentido en la curva 68 existen 3 señalizaciones (P1 – 2I), de las cuales la primera viniendo de Sur a Norte está en malas condiciones.

Foto 4-9 Señalización vertical curvas 68 y 69 sentido N-S



4.1.5.1.2. Consideraciones específicas

Reduzca la velocidad R4-4

Una de las señalizaciones comunes utilizadas a lo largo de esta vía, es la de reduzca la velocidad (código R4-4), la normativa INEN 2011 tiene algunas consideraciones acerca de su uso, una de ellas es que se la utiliza donde la velocidad de aproximación es alta, requiriendo una reducción de velocidad por una probable detención delante (p.38). Es por ello que como lo indica la misma normativa, debe ser complementado con una señal preventiva (colocada ésta a una distancia entre 60 m a 120m después de la señal R4-4) indicando por qué se debe reducir la velocidad.

Podemos ver que la señal de este tipo ubicado en la abscisa 0+550 N-S, no posee una señal complementaria (para este caso que se pretenda avisar que puede haber un cruce de peatones o parada de bus).

Delineadores de curva horizontal

En muchas curvas existe este tipo de señalización cuyo propósito es “indicar el cambio brusco de dirección en el alineamiento horizontal de una vía” además que: “son una importante guía para los conductores en los casos de presentarse simultáneamente variación en el alineamiento horizontal y vertical” (INEN, 2011, p.131).

Foto 4-10 Delineadores de curva horizontal Sector Llano Chico



Tabla 4-8 Resumen de descripción realizado, Delineadores de curva horizontal

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Panamericana Norte	Delineadores de curva horizontal	Ninguno	Ambos sentidos; curva 2
Avenida De Los Conquistadores		Presencia incompleta de la señal	Sentido N-S; curva 21
		Ausencia de la señal	Sentido N-S; curva 26
			Sentido S-N; curva 33
Autopista General Rumiñahui		Sentido N-S; curva 60 y 61	
	Señalización vertical	Ausencia de la señal de presencia de curva	Sentido S-N; curva 60

Varían las condiciones de mantenimiento dependiendo del sector de estos delineadores; en algunos casos se debería colocar en algunas curvas donde no se las encuentra. En el caso de la Panamericana Norte en la curva 2 para ambos sentidos, se encuentra en buenas condiciones y de manera correcta su distribución.

En lo que se refiere al sector de la Avenida De Los Conquistadores tenemos lo siguiente: En la curva 21 sentido N-S no presenta una totalidad de esta señalización que puede ayudar a maniobrar la curva de manera segura, especialmente si las condiciones de visibilidad no son favorables, algo similar ocurre en la curva 26 N-S donde no existe esta señal que ayuda a los conductores. La curva 33 en sentido S-N no posee demarcadores, pudiendo ser necesarios al ser una curva cerrada, pudiendo ser complemento del guardavía que existe ahí.

Foto 4-11 Curva 21 sentido N-S sector Av. De los Conquistadores



Foto 4-12 Curva 33 S-N sector Av. De los Conquistadores



Similar es el caso de las curvas 60 y 61 sentido N-S en el sector de la Autopista General Rumiñahui (Sin delineadores que complementen la señalización). En el otro sentido (S-N) de dicha curva 60 no existe señalización vertical que alerte de una curva a los usuarios, específicamente en el tramo central.

Foto 4-13 Curva 60 N-S sector Autopista General Rumiñahui

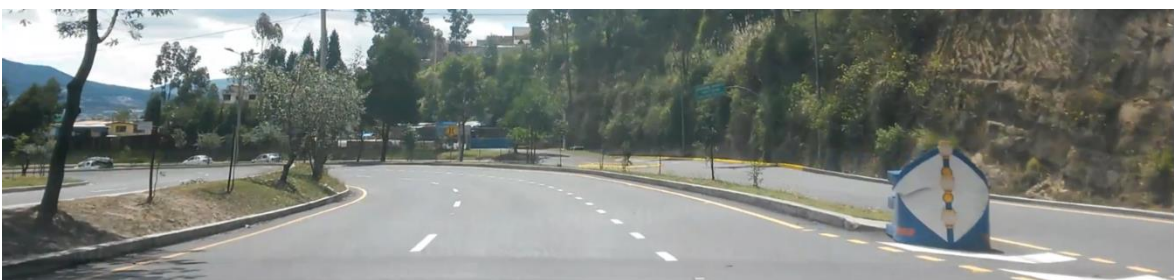


Foto 4-14 Curva 61 N-S sector Autopista General Rumiñahui



Foto 4-15 Ausencia de señalización vertical y de guardavías curva 60 sentido S-N



Señal Curva cerrada (P1-1D, P1-1I)

Utilizada en curvas cerradas cuyo ángulo de viraje es menor o igual a 90°; además que se aconseja añadir señal de velocidad (R4-1). En la abscisa 11+400 N-S previo al ingreso a la curva 21 (ver Foto 4-11) existe este tipo de señalización y está correctamente ubicada, debido a las condiciones de esta curva se podría duplicar esta señalización en el lado izquierdo como lo recomienda la normativa.

Señales de información vial.

El análisis está enfocado principalmente en una correcta ubicación que permita una maniobra segura y anticipada de los conductores, por lo que se detalla lo siguiente:

Tabla 4-9 Resumen de descripción realizado, señales de información vial

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Avenida De Los Conquistadores	Señal de información vial	Ubicación incorrecta	Sentido N-S; Abscisa 13+080
		Falta de señalización	Sentido S-N; curva 35
			Sentido S-N; Abscisa 11+800
Autopista General Rumiñahui			Sentido N-S; Abscisa 21+600
		Ubicación incorrecta	Sentido S-N; Abscisa 22+400
Juan Bautista Aguirre	Señal de información del tipo "decisión de destino"	Ninguna	Sentido N-S; curva 68
	Señal de información del tipo "decisión de destino"	Falta de mantenimiento	Sentido S-N; curva 69

En la abscisa aproximada 13+080 N-S se encuentra la señalización de tipo decisión de destino que puede conducir a los usuarios hacia la Avenida De Los Conquistadores; su ubicación longitudinal cumple con lo establecido en la normativa, pero coincidentemente está dentro una curva por lo que la normativa en ese aspecto recomienda no colocar en curvas esta señalización ya que se genera confusión como se lo mencionó anteriormente en este capítulo (ver Foto 4-16).

Al estar en una curva, esta señalización puede generar siniestros entre los usuarios que a último momento deciden tomar la vía hacia Guápulo, por lo cual una solución posible es la colocación de esta señal a una distancia más anticipada (señal de advertencia de destino o de asignación de carril), pudiendo ser ésta en la recta previa donde los usuarios pueden maniobrar de mejor manera (aproximadamente a 350 mts antes de la señal actual).

Foto 4-16 Señalización vertical sector Avenida De Los Conquistadores N-S



En el otro sentido (S-N), pasando la intersección de la Ruta Viva, no existe señales de información que indique el ingreso hacia la calle Bernardo de Legarda, justo en la curva 35. Metros más adelante hay un ingreso y salida que conecta la avenida en estudio con la Avenida De Los Conquistadores, en el lugar existe señalización de información del sistema “Pico y Placa”; en el mismo sitio existe información de advertencia de destino, pero se recomienda colocar señales de información con más anticipación y que sean más visibles. Cabe destacar que esta vía transversal tiene una visibilidad reducida por lo que es importante advertir a los usuarios.

Foto 4-17 Señalización vertical entre Av. Simón Bolívar y Av. De los Conquistadores S-N



Fuente: (Arriba:Elaboración Propia. Abajo: Google Street View, 2016)

En el sentido S-N, no existe señales de información (De decisión de destino) para los conductores que desean dirigirse hacia la Avenida Interoceánica o hacia el Barrio “Perla Quiteña” de manera anticipada. Se puede complementar con la señalización que no está presente para maniobras anticipadas y seguras hacia dichas vías.

Cercano a la intersección de la Avenida Simón Bolívar con la Autopista General Rumiñahui, específicamente el sentido N-S, no hay señales de información de destino antes del ingreso a dicho intercambiador (anticipada o de asignación de carril), ya sea para continuar en la Avenida Simón Bolívar o para dirigirse a la autopista mencionada (ver Foto 6-3, complemento de Foto 4-18). Donde sí existen señales de información (De decisión de destino) es una vez ingresado en el intercambiador en los carriles laterales (ver Foto 4-19)²⁰, específicamente a las salidas que se pueden tomar hacia la Autopista General Rumiñahui por lo que como consecuencia de ello los usuarios no tendrían una reacción anticipada para hacer una maniobra segura hacia el tramo donde desea dirigirse.

Foto 4-18 Señalización Av. Simón Bolívar sector Autopista General Rumiñahui sentido N-S



²⁰ Colocado a aproximadamente 30 metros de la separación definitiva de carriles, valor inferior a lo recomendado por la normativa.

Foto 4-19 Señales de información Av. Simón Bolívar sector Autopista General Rumiñahui sentido S-N.



En el sector cercano a la calle Juan Bautista Aguirre, tenemos una señal de información del tipo “decisión de destino”, a pesar de colocarse dentro de la curva 68 N-S (lo cual la normativa recomienda no ser colocada en curvas) tiene una distancia mayor que la mínima en lo que refiere a su ubicación longitudinal, por lo que cumple la señalización su objetivo. No sucede de la misma manera en la curva 69 S-N, debido esencialmente a que la señalización se encuentra en malas condiciones por lo que el usuario no está en condiciones de interpretar de manera correcta esta señal.

Foto 4-20 Señales de Información curva 68 N-S y curva 69 S-N



Señal Vía Sinuosa (P1-5I, P2-5D)

Este tipo de señalización se encuentra principalmente en los sitios cercanos a la Avenida De Los Conquistadores²¹ y en las cercanías al ingreso de la Universidad Internacional. Donde la vía posee curvas sucesivas opuestas en forma de “S”. En dichas curvas sí existe esta señalización en una ubicación adecuada, se podría duplicar en el lado izquierdo para mejor visibilidad de los vehículos del carril izquierdo e intermedio. Además, que se debe realizar un mantenimiento más periódico.

Señales de la serie de prioridad de paso (Pare y Ceda el paso)

La principal diferencia (por parte de los usuarios viales) entre las señales de Pare (R-1) y Ceda el paso (R1-2) es que el primero debe detenerse completamente ante cualquier circunstancia mientras que el segundo puede detenerse o solo reducir la velocidad ante la presencia de vehículos del otro sentido. Sin embargo, la normativa vigente establece básicamente que se utiliza la señal de Pare en lugar de la de Ceda el paso en condiciones desfavorables donde es mejor que los vehículos se detengan, como es el caso de la distancia de visibilidad, el cuál si ésta es reducida es mejor usar la señal de Pare (p.17).

²¹Este sector cuyas curvas sucesivas poseen tangentes menores a 120m (siendo sus valores mostrados en el apartado siguiente en alineamiento horizontal), tal como lo recomienda la normativa de señalización vertical (p.53).

A lo largo de la avenida en estudio existen intersecciones como se mencionó en la sección Intersecciones e Intercambiadores de este trabajo, y muchas de ellas requieren que exista una de las dos señales de tránsito.

Tabla 4-10 Resumen de descripción realizado; señales de la serie de prioridad de paso

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Panamericana Norte	Señales de la serie de prioridad de paso	Ausencia de señal "Pare"	Sentido S-N; Abscisa 0+600
Avenida De Los Conquistadores		Falta complemento de señalización horizontal, a la señal "ceda el paso"	Sentido N-S; Abscisa 13+240
		Ausencia de señal "Pare"	Sentido S-N; Abscisa 14+600

Para la Panamericana Norte, existe una vía transversal en el sentido S-N que conduce al sector Sierra Hermosa en el cual no hay señalización de Pare ni de señalización horizontal como se menciona posteriormente cuando se analice ese aspecto.

Existe una señal de ceda el paso en el sentido N-S al ingreso a la Avenida Simón Bolívar desde la Avenida De Los Conquistadores abscisa 13+240, antes de cruzar el puente sobre el Río Machángara. No existe señalización horizontal que complemente esta señalización, además ya que está muy cerca de una curva cerrada, se recomienda que se utilice la señal de Pare debido a que por seguridad de los usuarios es mejor que en este sitio se detengan completamente.

Foto 4-21 Salida de la Av. De Los Conquistadores hacia Av. Simón Bolívar sentido N-S



Fuente: (Google Street View, 2016)

En el mismo sector, pero en el sentido S-N en la abscisa aproximada 14+600 no existe señalización de este tipo a la salida de la calle Bernardo de Legarda, considerando que ésta salida está presente en una curva, por lo que es necesaria.

Foto 4-22 Salida calle Bernardo de Legarda hacia Av. Simón Bolívar S-N cercano a Av. De Los Conquistadores



Fuente: (Google Street View, 2016)

En las otras vías transversales de los tramos críticos analizados sí existe señalización de ceda el paso en los ingresos hacia la Avenida Simón Bolívar por lo que solamente se necesita realizar mantenimiento.

4.1.5.2. Señalización horizontal

La señalización horizontal a lo largo de la Av. Simón Bolívar se la puede considerar como muy buena, considerando que, de acuerdo al inventario realizado, existe poca señalización en malas condiciones.

De manera similar a lo realizado con la señalización vertical, se analizará, pero en este caso de acuerdo a cada tramo crítico, en lugar de analizar por tipo de señalización como se hizo anteriormente, por motivos prácticos.

Tramo crítico cercano a Panamericana Norte.

En este sector, tanto en el sentido Norte – Sur como Sur – Norte, es en donde existe una menor conservación de la señalización horizontal de los tramos analizados.

Tabla 4-11 Resumen de descripción realizado de señalización horizontal, sector Panamericana Norte

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Panamericana Norte	Señalización Horizontal	Falta de mantenimiento, señalización relacionada con parada de bus	Sentido N-S y S-N; Abscisa 0+600
	Líneas Zigzag	Ubicación incorrecta	Sentido N-S; Abscisa 0+600
	Líneas de borde izquierdo y derecho de la vía	Falta de mantenimiento	Sentido S-N; Abscisa 1+200, ingreso curva 2
	Señalización Horizontal	Falta de señalización en la vía transversal	Sentido S-N; Abscisa 0+600
		Ausencia de Tachas (ojos de gato)	En todo el tramo analizado

En el sentido Norte - Sur, vemos que las líneas longitudinales, sean estas de separación de carriles, de continuidad o de borde de calzada (izquierda-amarilla y derecha-blanca), se encuentran presentes sin existir tramos sin pintar; siendo consideradas éstas entre bien conservadas a medianamente conservadas, ésta última especialmente con la línea de borde izquierdo de vía.

Aproximadamente en la abscisa 0+600 se encuentra señalización horizontal relacionada con parada de bus, del tipo de señalización con existencia de estacionamiento antes y después de dicha parada como lo establece la normativa vigente. La condición de ésta señalización es de medianamente conservada, debido a que la pintura no se encuentra bien definida en la calzada por lo que no es claramente visible.

En el mismo sitio se encuentran líneas de zigzag, según lo establecido en las Normativa (INEN, 2011) éstas deben ser colocadas en sitios de cruces peatonales, puestas antes de un paso cebra (p.27). Para este caso, no existen condiciones seguras para que los peatones crucen de manera segura utilizando ésta señalización. Cabe resaltar que no existe señalización vertical que complemente que en el sitio es parada de bus. Además, terminada la calzada (es decir la acera), no existe infraestructura para que los peatones puedan esperar a los buses de manera correcta, especialmente por la presencia de vegetación.

Foto 4-23 Señalización "Parada de bus" sector Panamericana Norte N-S



Es importante destacar el análisis de ésta señalización ya que puede afectar principalmente a peatones que intenten cruzar la vía, generando confusión tanto en usuarios de vehículos como en peatones, para evitar que se den siniestros, principalmente atropellos.

Con respecto al sentido S-N de éste sector, existe un estado de mantenimiento similar; hay que destacar que existen tramos en los cuales las líneas de borde izquierdo y derecho de la vía no se encuentran claramente visibles (especialmente en la curva de la abscisa 1+200, es decir curva 2)

Es en este sentido, principalmente en la curva antes mencionada, en la que las líneas longitudinales tienen mayor cantidad de líneas consideradas entre medianamente conservado a mal conservado, puesto que no son claramente visibles las líneas longitudinales. Por lo que se requiere un mantenimiento de dichas líneas en este sector.

De la misma manera que en el sentido N-S y ubicado paralelamente a este, existe señalización horizontal de parada de bus, en las mismas condiciones conservadas que en el otro sentido, con la inclusión de señalización “despacio” en malas condiciones, por lo que se debe también considerar para un posible mantenimiento.

Otro problema encontrado en este sector, con respecto a señalización, es acerca de la ausencia de señalización horizontal y vertical (como ya se lo mencionó) en una intersección de la Avenida Simón Bolívar con una vía secundaria²².

En ninguno de los dos sentidos de este tramo existen demarcadores (tachas) que complementen con la señalización horizontal.

²² Ingreso a calle N5G Mariano Hinojosa, sector Sierra Hermosa, parroquia Calderón

Foto 4-24 Señalización "Parada de bus" sector Panamericana Norte S-N



Tramo crítico cercano a Avenida De Los Conquistadores.

Tabla 4-12 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Av. De Los Conquistadores

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada	
Avenida De Los Conquistadores	Señalización horizontal	Falta de tachas en la línea de separación del carril izquierdo	Sentido N-S; Entre 11+600 a 13+350	
	Líneas longitudinales	Ninguno	Ambos sentidos, todo el tramo analizado	
	Señalización horizontal y vertical	Velocidad máxima contradictoria	Entre Abscisa 11+700 y 12+900 Sentido N-S; Sentido S-N, Abscisa 14+540	
	Presencia de chevrones	Ninguno	Sentido N-S; Abscisa 13+100 Sentido S-N; Abscisa 11+600	
	Señalización horizontal	Falta complemento de señalización horizontal, a la señal "ceda el paso"		Sentido N-S; Abscisa 13+240
		Falta complemento de señalización horizontal, a la señal "pare"		Sentido S-N; Abscisa 13+450, curva 29

El estado de la señalización horizontal en este tramo de vía analizado es de muy buena para ambos sentidos, por lo cual se la considera como bien conservada. Cabe resaltar que sólo en el sentido N-S existen demarcadores o tachas como señalización complementaria, sin embargo, en este tramo entre las abscisas 11+600 a 13+350 no existen tachas en la línea de separación del carril izquierdo, como tampoco existen en la línea de borde izquierdo de la vía.

En ambos sentidos las líneas longitudinales, sean de borde de calzada, de continuidad o de separación de carriles se encuentran en muy buenas condiciones, siendo que en ninguno de los dos sentidos existen tramos sin la presencia de dichas señales horizontales.

En el sentido N-S existe señalización que ayuda a la seguridad vial, como son textos informativos “despacio” o bandas transversales de alerta, cercanas al punto con mayor accidentabilidad de este sector, siendo éste la intersección con la Avenida De Los Conquistadores, justo antes de cruzar el puente sobre el Río Machángara. La normativa (INEN,2011) establece que este tipo de dispositivos deben ser colocados de manera anticipada al lugar donde se desea prevenir al usuario sobre alguna situación, además que se debe colocar señalización vertical (Código de señalización: P6-4) antes de atravesar un sitio con Bandas Transversales de Alerta (pg. 91).

Para este caso no se ha colocado señalización vertical que prevenga de la existencia de Bandas Transversales de Alerta: considerando que este sector posee curvas muy cerradas, por lo cual la visibilidad de los usuarios se ve reducida, sería contraproducente su colocación puesto que un exceso de señalización en este sector no resultaría beneficioso; ya que la atención de los usuarios se vería reducida.

Además, en este sentido N-S, en la abscisa 12+915 se encuentra señalización que define velocidad máxima permitida, siendo ésta de 70 km/h para los tres carriles. Sin embargo, la señalización vertical, así como la velocidad máxima establecida en este sector define que debe ser de 50 km/h para livianos y 40 km/h para pesados por lo cual ésta señalización horizontal se contradice, pudiendo generar confusión entre los usuarios. Ocurre lo mismo en el sentido S-N en la abscisa 14+540.

Existe también la presencia de chevrones y de achurados en bermas (ubicados donde la vía diverge o converge y en curvas respectivamente) los cuáles ayudan a la canalización fluida de los vehículos como también evitan que los mismos puedan pasar por encima de estas demarcaciones con el fin de evitar posibles siniestros. Éstos pueden ser colocados en sitios como carriles de cambio de velocidad (de aproximación) o curvas cerradas como ocurre en este tramo de vía, detallado cada uno de ellos en los anexos.

En el caso de chevrones existen en el sentido N-S al ingreso a la Avenida De Los Conquistadores. En el sentido S-N al ingreso al sector de Perla Quiteña y al ingreso y salida a la Avenida Interoceánica. En los dos primeros existen atenuadores de impacto, estos dispositivos ayudan a reducir el impacto de posibles choques frontales en estos sitios de divergencia de la vía.

Algo a considerar es la ausencia de señalización horizontal en el ingreso desde la Avenida de los Conquistadores sentido N-S (ver Foto 4-21), específicamente en lo que se refiere a complementar la señalización vertical “ceda el paso”. Algo similar ocurre en el sentido S-N

del ingreso (y salida) hacia la Av. De los Conquistadores, en donde solamente existe señalización “Pare”.

Foto 4-25 Intersección N-S Av. De los Conquistadores con Av. Simón Bolívar en curva 29



Fuente:(Google Street View)

Tramo crítico cercano a Autopista General Rumiñahui.

Tabla 4-13 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Autopista General Rumiñahui

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Autopista General Rumiñahui	Señalización horizontal	Ausencia de demarcadores o tachas	Sentido S-N de la vía
	Achurado en Berma	Ninguno	Sentido S-N; Abscisa 22+400
	Línea de separación de carriles	Colocación inadecuada	Sentido S-N; inicio curva 61
	Señalización horizontal	Ausencia de flechas de manera anticipada en la vía	

En lo referente a señalización horizontal, no existen inconvenientes mayores en este tramo de vía. Hay que considerar eso sí que en los carriles adicionales que existen en el paso elevado que pasa sobre la Autopista General Rumiñahui no es constante la señalización horizontal (hay tramos que falta líneas de borde izquierdo y derecho, como también líneas de separación de carriles).

Como complemento a estas líneas, solamente el sentido N-S posee demarcadores o tachas. Existen achurados en bermas en lugares como curvas antes de la intersección con la Autopista General Rumiñahui, además de chevrones en los lugares donde diverge la vía entre

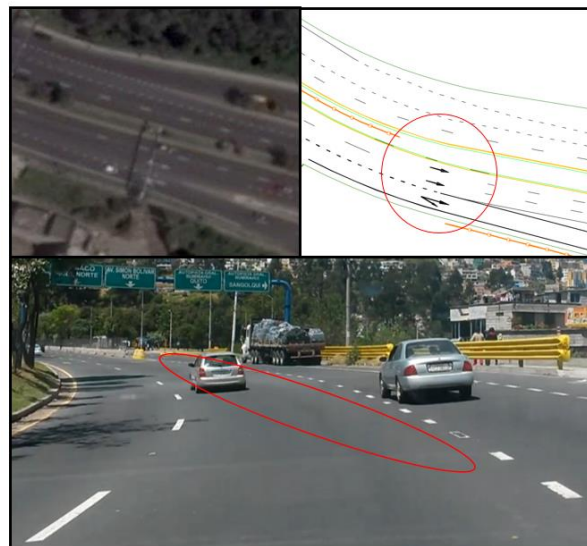
la Avenida Simón Bolívar y la Autopista mencionada; entre ellas existen atenuadores de impacto que ayuda a reducir posibles choques. Estos atenuadores pueden ser muy importantes en la abscisa 22+400 S-N, lugar donde se puede seguir hacia la Avenida Simón Bolívar o dirigirse a la Autopista General Rumiñahui, con lo que se evitan siniestros frontales contra un muro divisor de carriles.

El sitio donde existe una mejor y mayor cantidad de señalización es en el sector cercano al ingreso a la Universidad Internacional, lo que ayuda a prevenir que se generen siniestros en este punto crítico.

También a ser considerado es que existe señalización de paradas de bus con estacionamiento de vehículos antes y después de dicha parada, estas se ubican en los carriles laterales para ingresar o salir de la Autopista General Rumiñahui. Éstas paradas ayudan a que no se genere congestión ya que no interfieren con el paso de vehículos que pasan.

Se debe considerar que al ingreso al intercambiador desde el sentido S-N no hay una distribución adecuada de la señalización longitudinal, relacionado con la línea de separación de carriles que conduce a los carriles longitudinales.

Imagen 4-7 Señalización horizontal longitudinal, líneas de separación de carriles Av. Simón Bolívar, sector Autopista General Rumiñahui



Fuente: (Arriba: Google Earth 2015, planos EPMMOP; Abajo: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en la Imagen 4-7, existe un tramo de aproximadamente 85 metros entre el inicio de la curva (Nº 61 S-N) hasta cuando se separan los carriles por un muro de hormigón a la altura de un atenuador de impacto, donde no existe líneas de separación de

carriles en el carril derecho del tramo central de la vía, ya que la línea separadora del carril derecho antes de la curva se dirige hacia el tramo derecho de la vía.

Al tratarse de una curva, y en un tramo en el cual se debe decidir si continuar en la Avenida Simón Bolívar o dirigirse hacia la Autopista General Rumiñahui, es muy importante que las líneas de separación de carril se encuentren bien definidas, ya que los usuarios pueden confundirse entre el carril medio con el carril derecho al tratar de tomar el tramo intermedio o el tramo derecho (el cual conduce a la Autopista).

También se recomienda la utilización de flechas hacia la derecha en el carril derecho antes de tomar la curva (ya que sí existen flechas, pero no de manera anticipada), con el fin de que éste se utilice preferencialmente para tomar el tramo derecho. Con lo cual el carril intermedio previo a tomar la curva y por ende la intersección se utilizada exclusivamente para tomar el tramo intermedio de la vía en ese sentido S-N.

Tramo crítico cercano a Juan Bautista Aguirre.

Tabla 4-14 Resumen de descripción de señalización horizontal realizado, sector Av. De Los Conquistadores

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Juan Bautista Aguirre	Flechas	Ninguno	Ambos sentidos; 25+250
	Líneas logarítmicas	Ninguna	Ambos sentidos; 25+250
	Señalización horizontal	Falta de mantenimiento de señalización en las vías transversales	Sentido N-S; Previo curva 69

Este sector, para los dos sentidos existe demarcadores o tachas de manera continua, lo que ayuda en la seguridad vial. Se puede catalogar este sector con un buen estado en señalización horizontal. Considerando que los puntos críticos de este sector son las vías que ingresan o salen hacia la calle Juan Bautista Aguirre. También en estos sitios se encuentran paradas de buses sin un carril adecuado para evitar interrupciones del flujo vehicular.

Un elemento existente y que ayuda en la seguridad de este tramo es la presencia de flechas, cuyo propósito principalmente en este punto que tiene salidas e ingresos de manera abrupta (sin presencia de carriles auxiliares de cambio de velocidad) es anticipar al usuario de que puede continuar por la Avenida Simón Bolívar o tomar las vías que llevan a la calle Juan Bautista Aguirre.

Además en este sector existen líneas logarítmicas (ver Foto 4-2): “se ubican en aquellos lugares que por condiciones especiales como distancia de visibilidad y distancia de paradas inadecuadas, requieran la reducción de velocidad en aproximaciones a sitios como: zonas pobladas, semáforos, redondeles, colegios, intersecciones, etc.” (INEN, 2011, p.45). Éstas se ubican correctamente como lo establece la normativa, a 35 metros del objetivo de la señalización, siendo éste el ingreso y salida a la calle Juan Bautista Aguirre.

En las intersecciones que conectan con la Avenida en estudio, no existe una correcta colocación ni mantenimiento adecuado de la señalización horizontal, éstos puntos son críticos ya que la distancia de visibilidad para acceder a la Avenida Simón Bolívar se ve reducida (especialmente en el sentido S-N donde previamente existe la curva 69).

En la Foto 4-26 se puede apreciar lo mencionado anteriormente con respecto a la señalización existente, como también con los problemas encontrados con respecto a lo mismo.

Foto 4-26 Señalización Horizontal Av. Simón Bolívar sector Juan Bautista Aguirre



De manera resumida se muestra en la parte siguiente (Foto 4-27) la presencia de la señalización horizontal en los tramos de mayor accidentabilidad encontrados en la Avenida Simón Bolívar. A manera general, como se lo mencionó, existe una buena señalización por lo cual contribuye a la seguridad vial. A manera de complemento, se debe dar mantenimiento en sectores donde la pintura se ve desgastada y también en la colocación de tachas, puesto que sólo en sitios mencionados existen las mismas; éstas contribuyen a la señalización cuando la visualización no es buena, como puede ser de noche o por condiciones climáticas desfavorables.

Foto 4-27 Señalización Horizontal en los tramos críticos analizados

Cercano a Panamericana Norte

Cercano a Avenida De los Conquistadores



Cercano a Autopista General Rumiñahui

Cercano a Juan Bautista Aguirre



4.1.5.3. Guardavías.

Es importante la utilización de guardavías, en el caso de esta avenida se deben priorizar guardavías en curvas debido a sus condiciones a diferencia de otros tramos del sitio, específicamente en las cercanías de la Avenida De Los Conquistadores y en el sector entre el ingreso a la Universidad Internacional y el intercambiador hacia la Autopista General Rumiñahui; ya que al ser zonas con curvas, si se presenta poca visibilidad en las mismas, los usuarios tendrán reacciones menos seguras ocasionando posibles choques entre vehículos o perder pista.

Tabla 4-15 Resumen de descripción realizado, guardavías

Sector cercano a	Aspecto analizado	Inconveniente	Ubicación aproximada
Avenida De Los Conquistadores	Guardavías	Reforzar Guardavías	Sentido N-S curva 21
		Falta de Guardavías	Ambos sentidos; curva 34
			Sentido S-N; curva 25
			Sentido N-S; curva 28
Sentido N-S; curva 54			
Autopista General Rumiñahui		Falta de mantenimiento	Sentido N-S curva 56
	Falta de Guardavías	Ambos sentidos; curva 60	

Hay que añadir que en el sector de la Avenida De Los Conquistadores se debe considerar la colocación de guardavías donde existen desniveles entre sentidos. En lo que refiere a guardavías en curvas en este sector: Una curva a destacar es la curva 21 N-S (Foto 4-11) que tiene las características antes mencionadas, además se tiene un radio pequeño, lo que puede favorecer a generar siniestros si se dan las condiciones como el exceso de velocidad. Por ello se debe poner énfasis en lo que refiere a guardavías, para evitar así que vehículos ingresen al carril contrario que se encuentra metros abajo por el desnivel presentado.

Como se mencionó en el análisis de señalización vertical, en la curva 60 para ambos sentidos no existen guardavías que ayuden en la seguridad de los usuarios, eso se puede apreciar

claramente en las fotos que muestran esta curva en el apartado de señalización vertical cuando se habla de esta curva (Foto 4-13 y Foto 4-15).

Es por ello que en estos lugares, como se puede ver en las fotografías del análisis de la señalización vertical, requieren ser colocados utilizando los criterios adecuados como por ejemplo los mencionados por (Chang, 2010). A continuación, se presentan algunos lugares adicionales que, debido a sus circunstancias, se recomienda la colocación de guardavías puesto que actualmente no existen las mismas.

Foto 4-28 Curva 34 ambos sentidos Av. Simón Bolívar sector Av. De Los Conquistadores



Foto 4-29 Curva 25 S-N Av. Simón Bolívar sector Av. De los Conquistadores



De la misma manera, el informe presentado por (Kim & Korea Transportation Safety Authority en conjunto con la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2014) menciona la necesidad de la colocación de guardavías en lugares críticos como en la curva al ingreso N-S hacia la Avenida de los Conquistadores, como también en el sector de la Universidad Internacional, por lo que se hace evidente la necesidad de reforzar la seguridad de estos sitios de manera prioritaria.

Otras curvas (a diferencia de tramos rectos, que pueden ser menos peligrosos) que podrían necesitar guardavías por sus condiciones son la N° 54 N-S, que se puede visualizar en la Foto 4-8, respectivamente. Hay que considerar que los guardavías existentes deben tener un mantenimiento con mayor frecuencia, debido a que al ser sitios propensos a impactos pueden verse afectados, con lo que deben ser reparados o reemplazados para que sigan siendo efectivos, aunque son escasos estos guardavías con poco mantenimiento, un ejemplo es el caso de la curva 56 sentido N-S, o en su lugar colocar barreras especiales con funciones similares a los guardavías.

Foto 4-30 Curva 56 N-S Av. Simón Bolívar sector Universidad Internacional



Todas esas características descritas antes: ya sea de señalización vertical, horizontal, o de aspectos de seguridad vial como son los guardavías, son recomendaciones basadas en la normativa que tratan de mejorar la señalización existente para ayudar a la seguridad vial de la Avenida Simón Bolívar.

4.2. Diseño Geométrico

4.2.1. Elementos de diseño

Es importante el análisis del diseño de las vías relacionado con la seguridad, puesto que se debe verificar en lo posible que cumpla los parámetros establecidos, siendo que éstos definen valores dentro de los cuales se considera segura una vía.

Es por ello que a continuación se analiza los principales elementos de diseño de la Avenida en estudio, para ello se usó principalmente las (Normas de Diseño Geométrico, 2003). Las cuales contienen los parámetros con los que deben cumplir los siguientes elementos, además que en los Estudios de factibilidad y diseños definitivos del proyecto Prolongación Norte y Sur de la Avenida Simón Bolívar (2002) se menciona que fue la normativa adoptada para el diseño pertinente. Por lo que se usará para el presente análisis.

4.2.2. Análisis del Alineamiento horizontal

Las Normas de Diseño Geométrico, 2003 establece que el Alineamiento Horizontal “Es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas... ésta depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno” (p.35).

4.2.2.1. *Radios de curvatura horizontal.*

Este es uno de los aspectos más importantes al momento de considerar el diseño de la alineación horizontal, puesto que es una de las maniobras más críticas que los usuarios viales deben realizar. Es entonces necesario mencionar el concepto de “Radio mínimo de la curvatura horizontal”. La normativa establece que:

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. Siendo los criterios para adoptar los valores del radio mínimo: a) Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada, b) en las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos, c) en intersecciones entre caminos entre sí y d) en vías urbanas (p.36 y 37).

En la Tabla 4-16 y Tabla 4-17 en la se indica los valores de los radios mínimos en función de la velocidad directriz o de diseño, del coeficiente de fricción lateral y del peralte máximo, según las normas MOP-2003, y de valores adoptados a partir de los valores de la AASHTO.

Tabla 4-16 Valores de Radio mínimo (Normativa MOP 2003)

Velocidad de Diseño km/h	"f" máxi mo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		emax = 10%	emax = 8%	emax = 6%	emax = 4%	emax = 10%	emax = 8%	emax = 6%	emax = 4%
20	0,350		7,32	7,68	8,08		18	20	20
25	0,315		12,46	13,12	13,86		20	25	25
30	0,284		19,47	20,60	21,87		25	30	30
35	0,255		28,79	30,62	32,70		30	35	35
40	0,221		41,86	44,83	48,27		42	45	60
45	0,206		55,75	59,94	64,82		60	60	85
50	0,190		72,91	78,74	85,59		75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160	170	185	205
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	360	375	415	465
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430	470	520	585
120	0,120	515,39	566,93	629,92	708,66	620	670	630	710

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

Tabla 4-17 Valores mínimo de radios (Normativa AASHTO 2001)

Velocidad de Diseño km/h	Valores límite de f	Radio mínimo(m) calculado					Radio mínimo (m) redondeado				
		emax = 12%	emax = 10%	emax = 8%	emax = 6%	emax = 4%	emax = 10%	emax = 8%	emax = 6%	emax = 4%	
20	0,18	10,5	11,2	12,1	13,1	14,3	10	10	10	15	15
30	0,17	24,4	26,2	28,3	30,8	33,7	25	25	30	30	35
40	0,17	43,4	46,6	50,4	54,7	60	45	45	50	55	60
50	0,16	70,3	75,7	82	89,4	98,4	70	75	80	90	100
60	0,15	104,9	113,3	123,2	134,9	149,1	105	115	125	135	150
70	0,14	148,3	160,7	175,3	192,8	214,2	150	160	175	195	215
80	0,14	193,7	209,9	228,9	251,8	279,8	195	210	230	250	280
90	0,13	255	277,2	303,6	335,5	375	255	275	305	335	375
100	0,12	327,9	357,7	393,5	437,2	491,9	330	360	395	435	490
110	0,11	414	453,5	501,2	560,2	635,2	415	455	500	560	635

Fuente:(American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO, 2001)

Los peraltes, como también los valores de coeficiente de fricción, son importantes debido a que el peralte como lo explica la (Norma de Diseño Geométrico, 2003) contribuye a contrarrestar la fuerza centrífuga a partir de las fuerzas componentes del peso del vehículo (dado que esta fuerza centrífuga puede ocasionar en los casos extremos inestabilidad manifestándose en deslizamientos o volcamientos de los vehículos), por lo que el complemento para contrarrestar la fuerza centrífuga es la fricción lateral (p.52).

Para la selección del peralte como del coeficiente de fricción lateral, las normas principales presentan valores recomendables, principalmente en función de la velocidad de diseño como se mostró anteriormente. La (Norma de Diseño Geométrico, 2003) establece que para vías con velocidades mayores a 50 km/h deben poseer valores de peralte máximo del 10% (p. 56). De manera similar la Normativa (*A Policy On Geometric Design of Highways and Streets*, 2001) recomienda que no se debe exceder de 12% en valores de peralte máximo (p.142).

Correspondiente a la Avenida Simón Bolívar tenemos los siguientes valores de radios mínimos, estos valores se encuentran en los planos proporcionados por la EPMMOP. Para los valores de peraltes, fueron obtenidos de los Estudios de factibilidad y diseños definitivos del proyecto Prolongación Norte y Sur de la Avenida Simón Bolívar (2002); en los tramos donde no se dispone esta información de los estudios de diseño, se obtuvo desde secciones transversales a partir de curvas de nivel generadas desde Modelos Digitales de Elevación (MDE), Los MDE se obtienen de satélites, en nuestro caso del satélite Aster GDEM de acceso libre. Ésta metodología es utilizada principalmente para estudios preliminares, por lo que para el nivel del presente análisis se la considera aceptable.

Los valores de coeficiente de fricción lateral que fueron adoptados en los estudios de diseño son los establecidos de acuerdo a la norma (AASHTO, 2001). Estos valores son de 0.12, 0.13, 0.14 y 0.14 para velocidades de 100, 90, 80, y 70 kilómetros por hora respectivamente. Para las velocidades de diseño se estableció lo mencionado en el apartado de señalización, utilizando la Tabla 4-1 y Tabla 4-2. Como no se conoce la velocidad de diseño en la mayoría de los tramos, pero se tiene las velocidades máximas establecidas, así también los valores aproximados de radios, peraltes y coeficientes de fricción; es entonces que se analizará los radios mínimos de acuerdo a varias velocidades (entre 50 y 100 km/h) de acuerdo a las velocidades más probables para cada tramo.

De acuerdo al análisis comparativo entre los valores de las normativas mencionadas con los valores obtenidos de la avenida se obtuvo varios aspectos a considerar para cada curva. Se

consideró si cumple o no cumple los valores de radios mínimos de acuerdo a cada velocidad de diseño establecida. Además, se observó que los valores comparativos entre la normativa MOP y la AASHTO arrojan resultados similares, esto resulta evidente debido a que los valores en la normativa son muy parecidos. Con respecto al análisis de cada curva de los tramos críticos se obtuvo lo siguiente:

Correspondiente al sector crítico de siniestros cercano a la Panamericana Norte no presenta inconvenientes serios, puesto que cumple con las velocidades de diseño probables que pueden pertenecer a este tramo. Cabe mencionar nuevamente que éste tramo sí se conoce a partir de los estudios su velocidad de diseño y su peralte máximo (100 km/h y 10 % respectivamente).

Tabla 4-18 Resumen de descripción realizada en curvas críticas del análisis

Sector cercano a	Curva	Descripción
Avenida De Los Conquistadores	33	No cumple los radios mínimos con la velocidad de diseño más baja analizada
Autopista General Rumiñahui	60	Cumple normativa de valor de radio mínimo para 50 km/h o menores
	56 y 57	Cumple normativa de valor de radio mínimo para 70 km/h o menores
Juan Bautista Aguirre	68 y 69	Cumple normativa de valor de radio mínimo para 80 km/h o menores

En el tramo cercano a la Avenida De Los Conquistadores, existe la mayoría de curvas con los valores de radios más bajos de toda la Avenida Simón Bolívar. Estas curvas en su mayoría, tal como se indica en los resultados presentados en los anexos solo cumplen los radios mínimos establecidos si se considera que la velocidad de diseño de este tramo es de 50 km/h con algunas curvas que cumplen radios para velocidades de 60 y 70 km/h. Se resalta que la curva 33 con los valores analizados no cumple los radios mínimos para la velocidad de diseño más baja planteada que fue de 50 km/h.

En las cercanías a la Autopista General Rumiñahui se obtuvo que los radios cumplen con velocidades de diseño mayores, cumpliendo la mayoría valores de 70 km/h. Sin embargo, la curva 60, que está ubicada saliendo o entrando (dependiendo el sentido) del intercambiador con la Autopista General Rumiñahui, solo cumple el valor de radio mínimo si su velocidad de diseño es de 50 km/h para cualquier peralte propuesto. La 56 y 57 (entre la entrada a la

universidad internacional y la entrada al sector “triángulo de piedra”) son las curvas que cumplen radios con velocidades de diseño menores siendo que solamente cumple velocidades desde 70 km/h para peraltes altos de 12 y 10%.

Finalmente, el tramo que interseca la calle Juan Bautista Aguirre, al sólo tener dos curvas (68 y 69) cumple valores de radios mínimos para velocidades de 80 km/h, por lo que es probable que este tramo la velocidad de diseño sea mayor que los otros tramos mencionados. En la Tabla 4-19 se muestra a manera de resumen lo calculado y presentado en los anexos acerca de radios mínimos en función de la fricción lateral y peralte máximo. Se debe mencionar que en la tabla al mencionar el valor mínimo de peralte no se hace referencia a que existe un peralte mínimo, puesto que la normativa no establece valores mínimos, sino que solamente es el valor más bajo de peralte propuesto por la normativa.

Tabla 4-19 Resumen de valores que cumplen la normativa con respecto a radios mínimos

N° Curva	Valores que cumple la normativa				N° Curva	Valores que cumple la normativa				N° Curva	Valores que cumple la normativa				N° Curva	Valores que cumple la normativa			
	Valores mínimos que cumple		Valores máximos que cumple			Valores mínimos que cumple		Valores máximos que cumple			Valores mínimos que cumple		Valores máximos que cumple			Valores mínimos que cumple		Valores máximos que cumple	
	Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %	Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %		Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %	Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %		Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %	Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %		Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %	Velocidad de diseño (km/h)	Peralte propuesto por la norma en %
1	50	4	100	12	2	50	4	100	12	21	50	8	50	12	22	50	4	100	12
23	50	6	50	12	24	50	4	60	12	25	50	4	60	12	26	50	4	70	12
27	50	4	80	12	28	50	6	50	12	29	50	4	50	12	30	50	4	90	12
31	50	4	80	12	32	50	6	50	12	33	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	34	50	4	70	12
35	50	4	60	12	53	50	4	90	12	54	50	4	80	12	55	50	4	100	12
56	50	4	70	12	57	50	4	70	12	58	50	4	90	12	59	50	4	100	12
60	50	4	50	12	61	50	4	70	12	68	50	4	90	12	69	50	4	80	12

4.2.2.2. *Radios mínimos a partir de los cuales no se requiere utilizar curvas de transición*

Se realizó también un análisis de los valores de los radios mínimos a utilizar según la normativa los cuales no es imprescindible introducir transiciones.

Tabla 4-20 Radios mínimos a partir de los cuales no es imprescindible introducir transiciones.

V	Rmin
30	90
40	160
50	250
60	400
70	500
80	700
90	800
100	1000
110	1200
120	1500

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

Se analizó comparativamente con los valores de la normativa (cuyos resultados totales se encuentran en los anexos) que dependiendo de la velocidad de diseño los resultados cambian; Es decir que, para este análisis se da que para velocidades de diseño menores a 50 km/h los radios de las curvas horizontales analizadas no necesitan curvas de transición. Lo contrario sucede si los tramos analizados poseen velocidades de diseño mayores o iguales a 50km /h, donde de acuerdo a los valores obtenidos, las curvas sí requieren de transiciones.

Cabe destacar que es poco probable que los tramos analizados (a excepción del sector cercano a la panamericana norte que sí se tiene información detallada de su diseño) posean curvas de transición; ya que como lo menciona la normativa, las curvas de transición como ventajas que posee: “ resulta fácil para un conductor mantenerse en su carril sin disminuir la velocidad, además que el aspecto de la curva resulta agradable” (p.43) lo que en muchos casos no ocurre con las curvas analizadas; especialmente en los tramos de la Avenida De Los Conquistadores y al ingreso a la Universidad Internacional, lo cual resulta evidente.

4.2.2.3. *Tangente intermedia mínima*

“Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente. En el caso de dos curvas circulares consecutivas; Es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente” (Norma de Diseño Geométrico, 2003, (p. 61)

Tabla 4-21 Valores de tangentes intermedias entre curvas de los tramos analizados

²³ Tangentes intermedias entre curvas:	Longitud (m)	Tangentes intermedias entre curvas:	Longitud (m)	Tangentes intermedias entre curvas:	Longitud (m)
1--2	323.92	28 -- 29	174.26	54 -- 55	123.28
21 -- 22	66.17	29 -- 30	191.17	55 -- 56	188.81
22 -- 23	175.51	30 -- 31	109.65	56 -- 57	193.49
23 -- 24	33.06	31 -- 32	56.76	57 -- 58	168.07
24 -- 25	45.99	32 -- 33	75.25	58 -- 59	371.82
25 -- 26	27.03	33 -- 34	66.59	59 -- 60	191.93
26 -- 27	129.3	34 -- 35	108	60 -- 61	405.78
27 -- 28	161.54	53 -- 54	72.69	68 -- 69	150.67

Al establecer la normativa MOP un valor de peralte máximo de 10%, se muestra en la Tabla 4-22 la longitud mínima de la tangente intermedia para distintas velocidades de diseño, considerando que el ancho por carril de la avenida es de 3.65 m.

Tabla 4-22 Valores de tangente intermedia mínima en función de Peralte máximo “e”

Velocidad de diseño km/h	Longitud de transición	Longitud Tangencial	Tangente intermedia mínima
	Para emax = 10%		
40	*Sin valores establecidos		
45			
50			
60	61	12	73
70	66	13	79
80	73	15	88
90	78	16	94
100	85	17	102

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

²³ Para un mejor entendimiento espacial de las tangentes entre curvas, ver desde el Mapa 4-2 al Mapa 4-11.

Tabla 4-23 Valores de tangente intermedia mínima en función de Velocidad de Diseño Vd.

Velocidad de diseño km/h	Longitud de transición	Longitud Tangencial	Tangente intermedia mínima
Para e _{max} = 10%			
40	* Sin valores establecidos		
45	* Sin valores establecidos		
50	28		28
60	34	7	41
70	39	8	47
80	45	9	54
90	50	10	60
100	56	11	67

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

El análisis se lo realizó para los dos parámetros mostrados por la normativa: en función de la velocidad de diseño, y del peralte máximo utilizado²⁴. El resultado determinó que gran cantidad de los tramos entre curvas cumplen los valores de tangente mínima.

Se destaca que comparativamente entre los dos valores de tangente mínimo (ya sea en función del peralte, y en función de la velocidad de diseño), los valores de la tabla en función de la velocidad de diseño (Tabla 4-23), es el que mayoritariamente cumple en relación con la tabla en función de peralte (Tabla 4-22); esto se da porque como se puede ver en las anteriores tablas con sus valores, tiene valores menores de tangentes intermedias mínimas comparada con la otra tabla.

El análisis comparativo realizado también indica que los valores que no cumplen los valores mínimos se encuentran dentro del tramo correspondiente a la Avenida De Los Conquistadores, específicamente entre las curvas 23 y 26; donde sólo cumplen valores para velocidades de diseño de 50 y 60 km/h (a excepción de la tangente intermedia entre la curva 25 y 26, que no cumple ninguna solicitud). El resto de tramos entre curvas para los sitios analizados cumplen los valores mínimos desde velocidades de 50 hasta 100 km/h.

²⁴ Estos parámetros se los menciona así, tal y como se los menciona en la Normativa.

4.2.3. Análisis del Alineamiento vertical

4.2.3.1. Consideraciones Generales

El análisis realizado en este apartado se lo hizo utilizando el mismo método aplicado en el alineamiento horizontal, con la diferencia que se lo realizó de manera longitudinal. Para este apartado la normativa menciona dos aspectos principales: Las curvas verticales y las gradientes longitudinales.

Con respecto al primer aspecto se obtuvo que al analizar los tramos críticos, estos presentan básicamente dos gradientes longitudinales: a) una descendiente y una ascendente (Para la Panamericana Norte y Avenida De Los Conquistadores, considerando cualquier sentido ya que da un resultado igual), en la primera existe una curva vertical y en la segunda el punto de inflexión entre las pendientes termina en un puente por lo que no existe curva vertical para el segundo sitio; b) dos ascendentes para el sentido N-S (Universidad Internacional – Autopista General Rumiñahui y Juan Bautista Aguirre) cuyo punto de inflexión se da en las Intersecciones correspondientes donde existen pasos elevados.

Es por ello que sólo se analizará una curva vertical destacable (la de la transición de gradientes en el tramo de la Panamericana Norte), ya que en los demás sectores al mantener una gradiente uniforme presentan curvas que modifican en valores mínimos a estos valores de gradientes.

Se debe añadir que, al existir parterre intermedio, los siniestros denominados choques frontales son mínimos al no existir rebasamiento de vehículos en diferentes sentidos; por lo tanto, los parámetros de curvas verticales no involucran significativamente en los accidentes producidos en la avenida en estudio siendo otro motivo para que se omita el análisis de las curvas verticales de manera detallada, a diferencia del segundo parámetro de las gradientes longitudinales que se realizó un análisis comparativo a partir de la normativa.

4.2.3.2. Curvas verticales y gradientes longitudinales

Las curvas verticales son necesarias para enlazar dos rasantes con pendientes diferentes (especialmente si la diferencia algebraica entre ellas es mayor a 1%). Las curvas verticales parabólicas para que sean funcionales y seguras, están relacionadas básicamente con factores de distancia de visibilidad de parada mínima; para ello una forma de que esto cumpla es utilizando el Índice de Curvatura K (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012, p.144)

El índice de curvatura K está estrechamente relacionado con la longitud de la curva vertical y su expresión más simple de acuerdo a la normativa es:

Ecuación 4-1 Longitud de una curva vertical cóncava, expresada en metros

$$L = KA$$

Donde:

K = Índice de curvatura.

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes, expresada en porcentaje.

Tabla 4-24 Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Tabla 4-25 Valores mínimos de coeficiente K para curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño (km/h)	Coeficiente K	
	Calculado	Redondeado
40	6.11	6
45	8.42	8
50	9.62	10
60	13.35	13
70	18.54	19
80	23.87	24
90	30.66	31
100	37.54	38
110	43.09	43

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

La curva vertical que se analizó posee las siguientes características que permiten el análisis con respecto a la normativa; Abscisa PIV 1+384, longitud de la curva: 400m, pendientes: 6.50 y - 4.70. Con estos datos se realizó el cálculo del coeficiente K, despejando la anterior ecuación dando como resultado:

$$K = \frac{400}{|6.5 - 4.7|} = 222.22$$

Este valor cumple con los parámetros mínimos que se establece en la normativa para la Tabla 4-24 y Tabla 4-25 mostradas, considerando que esta curva está dentro del tramo cuya velocidad de diseño es de 100 km/h.

De acuerdo al estudio de la prolongación norte, los valores de pendiente longitudinal dependen del tipo de terreno que se encuentre la Avenida Simón Bolívar; teniendo valores de 4,5 y 7 % dependiendo del terreno donde corresponda (terreno llano, ondulado y montañoso respectivamente) (p.17). Para los tramos analizados en este trabajo se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4-26 Valores de gradientes longitudinales de los tramos críticos obtenidos

Sector cercano a	Tramo entre	Pendientes longitudinales aproximadas calculadas %
Panamericana Norte	0+000 - 1+600	-4.7
	1+600 - 1+700	6.5
Avenida De Los Conquistadores	11+400 - 13+000	-3.7
	13+000 - 13+550	(Puente)
	13+550 - 14+700	5.2
Universidad Internacional - Autopista General Rumiñahui	19+500 - 21+740	2.6
	21+740 - 22+300	(Paso Elevado)
	22+300 - 22+600	3.7
Juan Bautista Aguirre	24+800 - 26+360	3.7

La Norma de Diseño Geométrico, 2003, (p. 204), establece valores en función del TPDA; en este caso al tener un terreno considerado en su mayoría como montañoso y con valores mayores a 8000 de TPDA, se tiene un valor recomendable de gradiente longitudinal de 4% como también se tiene un valor absoluto de 6%. Para la Norma para estudios y diseños viales, 2012, (p. 145), se tienen valores de pendientes máximas en función de la velocidad y del terreno como se muestra a continuación en la Tabla 4-27:

Tabla 4-27 Valores de pendientes longitudinales máximas

Velocidad (km/h)	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012, 145)

Se ve que las pendientes obtenidas de cada tramo analizado están dentro de los valores establecidos por las dos normativas.

4.2.4. Análisis de secciones transversales

4.2.4.1. Consideraciones generales

Las secciones transversales típicas cuyo análisis está conformado por el ancho que posee, están constituidos principalmente por: Carriles que conforman el pavimento, espaldones, cunetas y parterre si la vía lo amerita. Esto se realiza debido a que como menciona (Garber & Hoel, 2005) la sección transversal es “una de las características más importantes de los caminos que afectan a la seguridad” (p.157).

La Avenida Simón Bolívar posee 3 carriles por sentido, cada carril tiene un ancho de 3.65m estando dentro de los valores recomendados, ya sea por la Norma de Diseño Geométrico, 2003, (p. 227), como también por la Norma para estudios y diseños viales, 2012, (p. 183), emitidas ambas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. Se debe añadir que los tramos con tangente poseen una pendiente de bombeo de 2.5%, de acuerdo a los estudios de la Rehabilitación de pavimento realizado en la Avenida en estudio en el año 2010.

En lo que se refiere a parterres, la normativa considera que existen los parterres “angostos” entre 1.20 - 5m, y los “anchos” entre 15 – 23m. Para la Avenida Simón Bolívar se tiene un valor mayoritario de parterre de 2.35m²⁵ pudiendo verse modificado en distintos lugares por

²⁵ Existiendo lugares con valores de 3m de ancho.

ejemplo en Puentes, Intercambiadores, carriles para retornos en “U”, etc. Es por ello que para la Avenida en estudio se lo define como “parterre angosto”.

4.2.4.2. Espaldones

Los espaldones tienen varias funciones, entre las principales están: a) proveer estacionamiento provisional a los conductores, b) generar sensación de amplitud para facilidad de maniobras y mayor sensación de seguridad y c) una mejor distancia de visibilidad en curvas horizontales; existiendo otras funciones complementarias (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003, p.232).

El ancho de los espaldones en la Avenida Simón Bolívar tiene dimensiones variables, esto se puede justificar principalmente a las condiciones topográficas presentes en la vía, ya que por ejemplo al existir tramos con curvas horizontales cerradas, pueden presentar inconvenientes y posibles colisiones si por algún caso fortuito existiera un vehículo estacionado en una curva²⁶.

Mencionado anteriormente, la Avenida Simón Bolívar tiene dimensiones distintas de espaldones: Considerando primero el sentido N-S, para el caso del sector cercano a la Panamericana Norte se tiene tanto para espaldón interior como exterior un valor aproximadamente de 0.6 m; el sector de la Avenida Simón Bolívar cercano a la Av. De los Conquistadores posee un espaldón de aproximadamente 2.1m para reducirse luego a 1.6m en los tramos cercanos a la Universidad Internacional y Autopista General Rumiñahui, para volver a tener 2.1m en la Juan Bautista Aguirre. Ocurre lo mismo para el otro sentido S-N.

Tabla 4-28 Valores de diseño para el ancho de espaldones (Metros)

Clase de Carretera Valores para R-I o R-II > 8000 TPDA	Ancho de espaldones (m)					
	Terreno Llano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Llano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
	Recomendable			Absoluto		
Espaldón interior	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Espaldón exterior	3	3	2.5	3	3	2

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

Estos valores al ser recomendables, no se los puede considerar de manera rigurosa, teniendo en cuenta las condiciones que presenta la Avenida Simón Bolívar, especialmente por los aspectos topográficos que hacen que la vía posea restricciones para ampliaciones (por costos que implicaría).

²⁶ Es por ello la colocación de Bermas achuradas en dichos lugares (véase: Análisis de la señalización horizontal).

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GENERALES

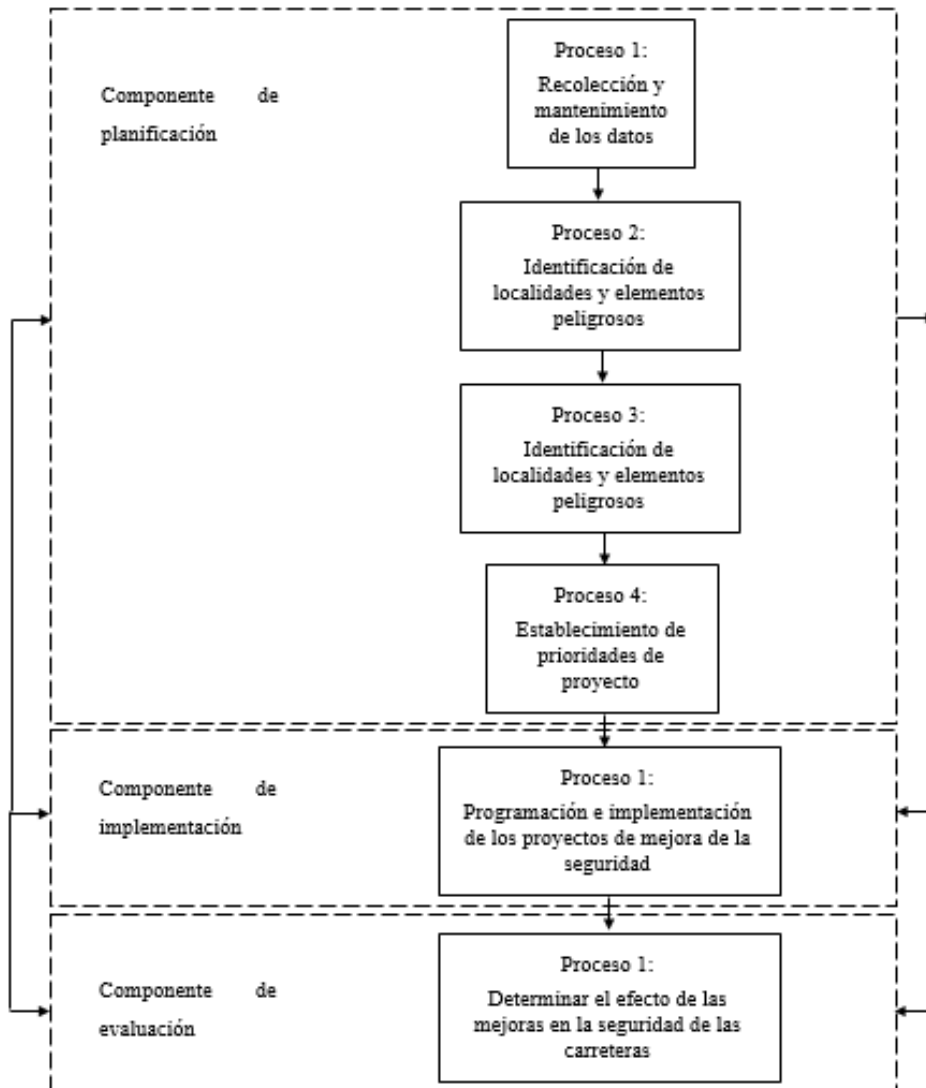
5.1. Conclusiones

El presente análisis se realizó basado principalmente en la metodología recomendada por (Garber & Hoel, 2005): que menciona a su vez los planes generados por distintos países y por ende de instituciones básicamente gubernamentales en lo que respecta a seguridad vial. Uno de ellos es la Federación de Carreteras en Estados Unidos (Federal Highway Administration (FHWA)) que, en conjunto con los gobiernos de varios estados de dicho país, ha desarrollado el Programa de Mejoramiento de la Seguridad en las Carreteras (PMSC); el cual busca vías más seguras para los usuarios viales (p.132).

Este programa posee varios componentes: Planificación, implementación y evaluación; dentro del primero están: 1) Recolección y mantenimiento de los datos, 2) Identificación de localidades y elementos peligrosos, 3) Realización de estudios de ingeniería y 4) Establecimiento de prioridades de proyecto.

Algunos de estos componentes fueron utilizados para este análisis: el componente de planificación, y dentro de éste los procesos 1, 2 y en parte el proceso 3. Esto debido a que el resto de componentes deberían ser correspondidos a realizarse por las autoridades que poseen la facultad de tomar decisiones con respecto a cambios en las vías. Por lo cual se puede considerar este trabajo como un estudio preliminar de la accidentabilidad en la Avenida Simón Bolívar.

Gráfico 5-1 Programa de mejoras en la seguridad de las carreteras al nivel de procesos



Fuente: Reproducido de *Highway Safety Engineering Studies Procedural Guide*, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., Junio de 1981, citado por (Garber & Hoel, 2005)

La accidentabilidad es una problemática no solamente en el Ecuador sino en la mayoría de países, lamentablemente es muy común escuchar en los distintos medios de comunicación la cantidad de accidentes que se producen en las vías del país (sin considerar a los siniestros que no se los menciona públicamente), sin distinción de la magnitud de los mismos ya que por mínimo que éstos sean, implican pérdidas de distintos tipos.

No debe ser de asombro por parte de nuestra sociedad el conocer que existen países donde los siniestros son bajos, puesto que si se analiza detalladamente; en estos sitios todas las personas se involucran (autoridades y usuarios) para hacer las vías más seguras.

Llevando nuevamente a nuestra realidad actual, este trabajo permitió ver que (así como lo revela las estadísticas), el problema principal radica en la irresponsabilidad de los usuarios (conductores) más no de las autoridades: lamentablemente nuestra idiosincrasia y formación (sin importar la “clase socioeconómica” de la población) hace que a manera general se conduzca de manera irresponsable y temeraria, ya que de manera general en nuestro país se conduce “agresivamente”.

5.1.1. Generalidades de Accidentabilidad en el D.M.Q.

Se pudo constatar que existen ciertas similitudes, como también diferencias en lo que respecta al comportamiento de los siniestros ya sea para el D.M.Q., como para la Avenida estudiada. Ya que con ello se puede comprender de mejor manera los problemas puntuales que existen en la vía.

Es por ello que se puede ver a continuación como han sido las causas y clases de siniestros a manera general en el D.M.Q. en anteriores años.

Tabla 5-1 Frecuencias y variaciones del tipo (clase) de accidente para el D.M.Q. (Años 2011-2012-2013)

CLASE DE ACCIDENTE	FRECUENCIAS			VARIACIÓN			
	2011	2012	2013	ABSOLUTA		PORCENTUAL	
				2011-2012	2012 - 2013	2011-2012	2012 - 2013
Atropellamiento / arrollamiento	1110	750	883	-360	133	-32,40%	17,70%
Caida pasajeros	146	120	151	-26	31	-17,80%	25,80%
Choque frontal	285	144	173	-141	29	-49,50%	20,10%
Choque lateral	619	934	1114	315	180	50,90%	19,30%
Choque posterior	1027	214	357	-813	143	-79,20%	66,80%
Colisión	143	73	74	-70	1	-49,00%	1,40%
Estrellamiento	1008	759	888	-249	129	-24,70%	17,00%
Otros	17	91	232	74	141	435,30%	154,90%
Perdida de pista	60	26	46	-34	20	-56,70%	76,90%
Rozamiento	360	228	233	-132	5	-36,70%	2,20%
Volcamiento	201	148	164	-53	16	-26,40%	10,80%
Total general	4976	3487	4315	-1489	828	-29,90%	23,70%

Fuente: (Dirección Nacional de Tránsito, s.f.). *Desarrollado por* (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana & Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, 2013)

Se puede ver que entre las principales clases de siniestros a nivel de D.M.Q., especialmente para el año 2013 es de choque lateral, seguido de estrellamiento y atropello. Comparando con la Avenida Simón Bolívar se tiene en su lugar, para el periodo de estudio presentado y analizado, que la pérdida de pista está en primer lugar, seguido de choque posterior y estrellamiento.

Otra comparación entre los siniestros globales del D.M.Q. y la Avenida en estudio es que el motivo más probable de las diferencias entre las clases de siniestro, son por las características de las vías, porque en su mayoría son vías urbanas a menores velocidades en el caso generalizado del D.M.Q., por ejemplo, el choque lateral se da por las intersecciones con o sin semáforo. Lo que no ocurre en la Avenida Simón Bolívar, de la misma manera ocurre para el caso de los atropellos donde en la Avenida Simón Bolívar existen zonas despobladas. A diferencia de los datos globales del D.M.Q.

A su vez la clase pérdida de pista que se da en la Avenida Simón Bolívar comparando a nivel general con el D.M.Q. es porque la vía es de gran velocidad de circulación, en conjunto con un trazado irregular, lo que propicia a maniobras complicadas en caso de que los usuarios no tomen las debidas precauciones para manejar prudentemente o tener los vehículos en buenas condiciones.

Tabla 5-2 Frecuencias y variaciones de las causas de accidente (Años 2011 - 2012 - 2013)

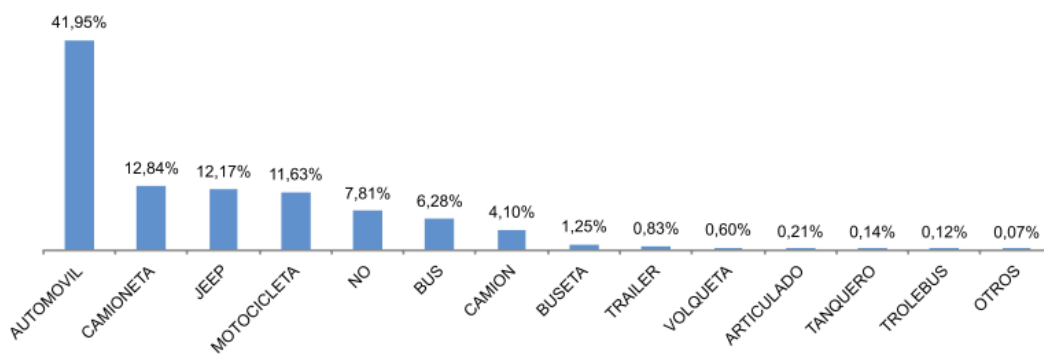
CAUSAS DEL ACCIDENTE	FRECUENCIAS			VARIACIÓN			
	2011	2012	2013	ABSOLUTA		PORCENTUAL	
				2011 - 2012	2012 - 2013	2011 - 2012	2012 - 2013
Impericia del conductor	2387	2087	2457	-300	370	-12,60%	17,70%
Embriaguez del conductor	727	363	369	-364	6	-50,10%	1,70%
Exceso de velocidad	741	293	258	-448	-35	-60,50%	-11,90%
Imprudencia del peatón	521	280	368	-241	88	-46,30%	31,40%
Problemática asociada a la normatividad e irrespeto a la señalización	294	129	166	-165	37	-56,10%	28,70%
Condiciones externas	109	60	95	-49	35	-45,00%	58,30%
Dormirse Manejando	6	10	8	4	-2	66,70%	-20,00%
Embriaguez del peatón	5	4	0	-1	-4	-20,00%	-100,00%
Otras causas	186	261	594	75	333	40,30%	127,60%
Total general	4976	3487	4315	-1489	828	-29,90%	23,70%

Fuente: (Dirección Nacional de Tránsito, s.f.). *Desarrollado por* (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana & Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, 2013)

“En el D.M.Q. el factor humano es la principal causa de los accidentes de tránsito, especialmente por impericia, embriaguez e imprudencia del conductor, así como también el exceso de velocidad.” (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana & Secretaría de seguridad y gobernabilidad, 2013) (p.162).

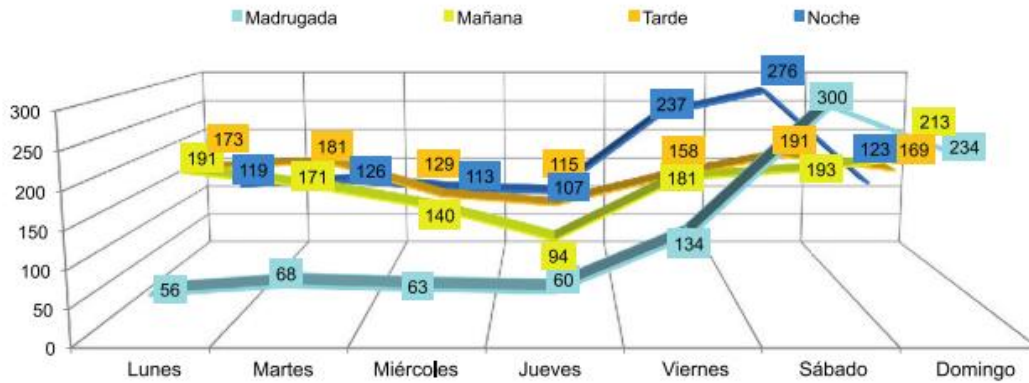
Comparando nuevamente con la Avenida Simón Bolívar se puede constatar que los errores humanos evitables, siendo el exceso de velocidad y no mantener la distancia prudencia con respecto al vehículo que le antecede son las causas de siniestro más comunes, datos que para este caso reflejan ciertas similitudes, en especial en lo que se refiere a exceso de velocidad e impericias puesto que para la Avenida Simón Bolívar, la embriaguez de los conductores no es un valor considerado alto (3.2% con respecto al 26.4% de exceso de velocidad o de 11.04%)

Tabla 5-3 Accidentabilidad vial: Tipo o clase del automotor involucrado en siniestros para el D.M.Q. (Año 2013)



Fuente: (Dirección Nacional de Tránsito, s.f.). *Desarrollado por* (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana & Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, 2013)

Gráfico 5-2 Día y horario de accidentes del D.M.Q. (Año 2013)



Fuente: (Dirección Nacional de Tránsito, s.f.). *Desarrollado por* (Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana & Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, 2013)

De acuerdo a la Tabla 5-3, en el D.M.Q. la mayoría de siniestros se dan por vehículos livianos, esto se debe a la gran presencia de los mismos comparados con los vehículos pesados. Las autoridades de tránsito, deben considerar definir en las recopilaciones de tránsito también la clasificación de los siniestros de acuerdo a tipos de vehículos, puesto que por ejemplo para la información proporcionada del registro de accidentes para la Avenida Simón Bolívar, ésta información es mínima; esto se puede dar debido a que la clasificación se la hace a manera de D.M.Q., mas no por vías en particular. Por ello en vías que requieren de un análisis especial, es importante el añadir con información de este tipo.

Con respecto al Gráfico 5-2 se encuentran también similitudes y diferencias de los siniestros entre el DMQ (2013) y la avenida estudiada (2014-2015): Coincide que los días de mayor accidentalidad se dan en fines de semana, en cambio en horarios, los siniestros del DMQ se dan en horas de la noche mientras que en la Avenida Simón Bolívar se da en horas consideradas “pico”.

Este comportamiento se puede deber a la funcionalidad de la vía a diferencia de la mayoría de vías urbanas del D.M.Q., en el que la primera es utilizada para evitar el ingreso a la ciudad para fines principalmente laborales o de estudio. En cambio, las vías del DMQ a manera general pueden ser de muchas otras utilidades (considerando que el dato de vías es extenso y poco definido al ser una información general).

5.1.2. Accidentabilidad en la Avenida Simón Bolívar

5.1.2.1. Generales

A partir de esta investigación se pudo ver que la problemática de siniestros en la Avenida Simón Bolívar no se da, si el conjunto²⁷ de usuarios manejan responsablemente y el estado de los vehículos se encuentra en buenas condiciones.

En la Avenida Simón Bolívar si se toman medidas se puede reducir la cantidad de siniestros; para lo cual el objetivo de reducir la accidentabilidad en esta vía por parte de las autoridades, que lo pueden lograr con los recursos que disponen, es pretender que la percepción por parte de los usuarios que circulan en esta vía sea de seguridad, ya que ninguna vía se la puede considerar 100% libre de accidentes ni de siniestros (siendo que éstos últimos sí se los puede minimizar, diferenciándolos de accidentes como se ha mencionado en varias ocasiones).

A nivel general (también existen problemas específicos para cada tramo que se los describe posteriormente) existe un riesgo mayor de siniestros en la Avenida Simón Bolívar desde el ámbito vial (que en conjunto a la irresponsabilidad de los conductores eleva abruptamente las probabilidades de siniestro) debido a lo siguiente:

A diferencia de otras vías del D.M.Q., ésta presenta un trazado irregular, esto se debe a que la avenida está ubicada en las laderas de distintas elevaciones (El Troje, Miravalle, Puengasí, Lumbisí, Auquitas, Guangüiltagua, entre otras elevaciones menores) que separan Quito de los distintos valles orientales.

Relacionado con lo anterior, y dependiendo de las condiciones meteorológicas y de temperatura, la vía es propensa a tener presencia de neblina, ya que se pueden dar fenómenos similares a los ocurridos con las precipitaciones orográficas siendo que éstas “resultan de la ascensión mecánica de corrientes de aire húmedo con movimiento horizontal cuando chocan sobre barreras naturales, tales como montañas” (Monsalve Sáenz, 1999, p.81). Cuando se dan esas circunstancias hacen que la circulación de vehículos sea menos segura para los usuarios. El tener un trazado irregular hace que se convierta en una vía de maniobras riesgosas, especialmente si se toma en cuenta que los vehículos circulan a altas velocidades, esto se relaciona con las causas aparentes que se describe después.

Se debe añadir que el crecimiento poblacional de la ciudad es uno de los motivos que ha modificado el propósito inicial de la vía, debido a que se crean nuevas vías transversales sin

²⁷Entendiéndose como conjunto a que usuarios responsables pueden verse afectados por usuarios irresponsables, por lo que todos directa o indirectamente se ven afectados.

la seguridad que se requiere, considerando que por ella transitan vehículos a una velocidad considerable, como es el caso de la Argelia o en la Forestal, donde los vehículos presentan dificultades para entrar o salir de la avenida ya que existen calles menores que ingresan abruptamente sin las debidas seguridades.

En los tramos donde la accidentabilidad es menor por lo que no se hizo el análisis vial en este trabajo, el principal inconveniente que existe es relacionado con señalización; se debe hacer mantenimientos con mayor frecuencia y se debe considerar la utilización de señales de información aérea para que los usuarios puedan interpretar de mejor manera las indicaciones.

Algo que se debe considerar a manera de reflexión es que la avenida posee 44 km desde Santa Rosa hasta la Panamericana Norte, por ende, los siniestros son muy dispersos; sin embargo, la población tiene la percepción de que toda la avenida es insegura, lo cual no es así, eso sí existen tramos críticos. Por lo que no se debería identificar de manera errónea a la vía, en el sentido de que se la considere peligrosa en toda su longitud. Puesto que no es lo mismo decir que es insegura una intersección específica que toda la avenida en sí.

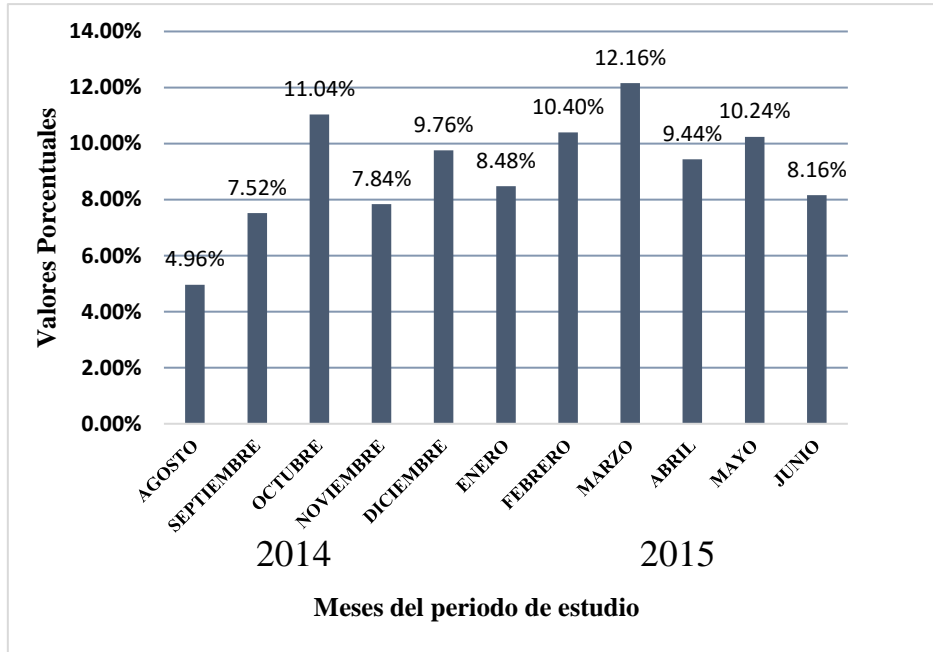
Además, a manera general, la avenida analizada cumple con requisitos de normativas respecto a la incidencia en la cantidad de siniestros, a excepción del sector cercano a la Avenida De Los Conquistadores; principalmente en lo referente a valores inferiores a los mínimos recomendados por la normativa, especialmente para valores mayores de 50 y 60 km/h. Se asume entonces que los valores en este sector fueron contemplados para cumplir solicitudes distintas, probablemente adecuadas para la época en que fue construido este sitio (siendo parte del tramo más antiguo construido de la avenida estudiada), por lo que para las solicitudes y condiciones actuales no puede ser suficiente.

5.1.2.2. Condiciones climáticas

Dentro de los aspectos generales con respecto a la accidentabilidad en la avenida estudiada, se tiene a las condiciones climáticas del sector, mencionado esto en la sección Condiciones Climáticas del CAPÍTULO 1. Se pudo ver de acuerdo a los gráficos de precipitaciones con el de la cantidad de siniestros por meses, que el comportamiento de los siniestros influye de manera parcial (meses de octubre y marzo) con las condiciones climáticas. Por lo que aporta como elemento “complementario” en un aumento de siniestros, sin embargo, no quiere decir que los siniestros solamente se den por condiciones climáticas. Eso se demuestra en meses con grandes siniestros y bajas precipitaciones como diciembre 2014 o junio 2015. Por lo que

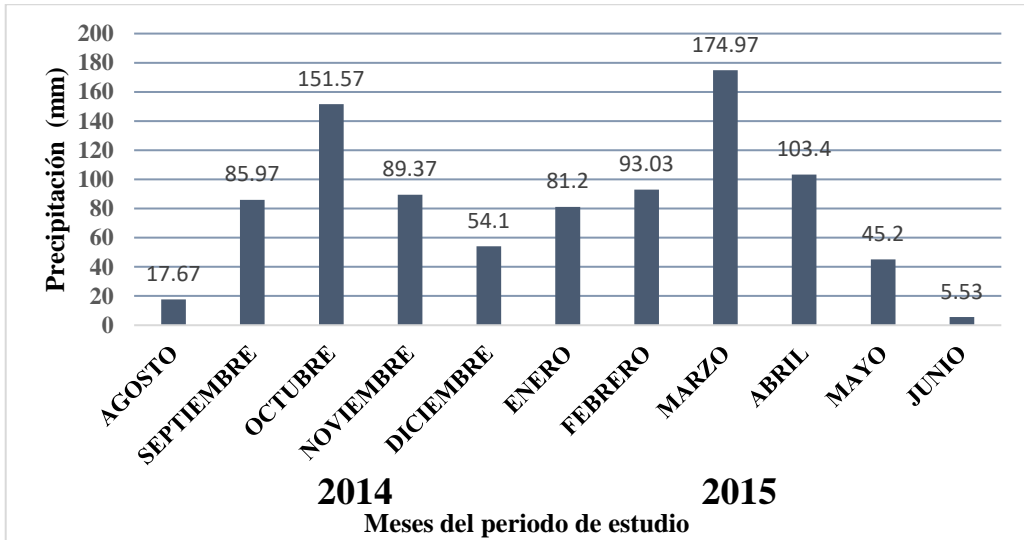
en esas épocas de bajas precipitaciones los siniestros se deben a factores distintos a los ambientales.

Gráfico 5-3 Valores de siniestros de acuerdo al mes que se produjo para comparación con valores de precipitación (Dentro del periodo de estudio)



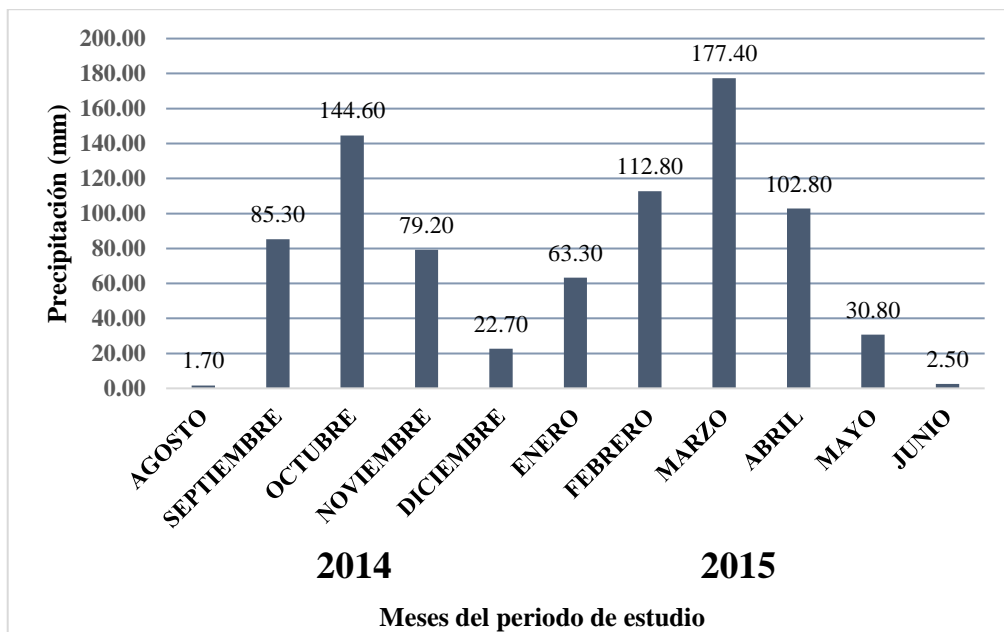
Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Gráfico 5-4 Precipitación promedio de las tres estaciones para el periodo de estudio de siniestros



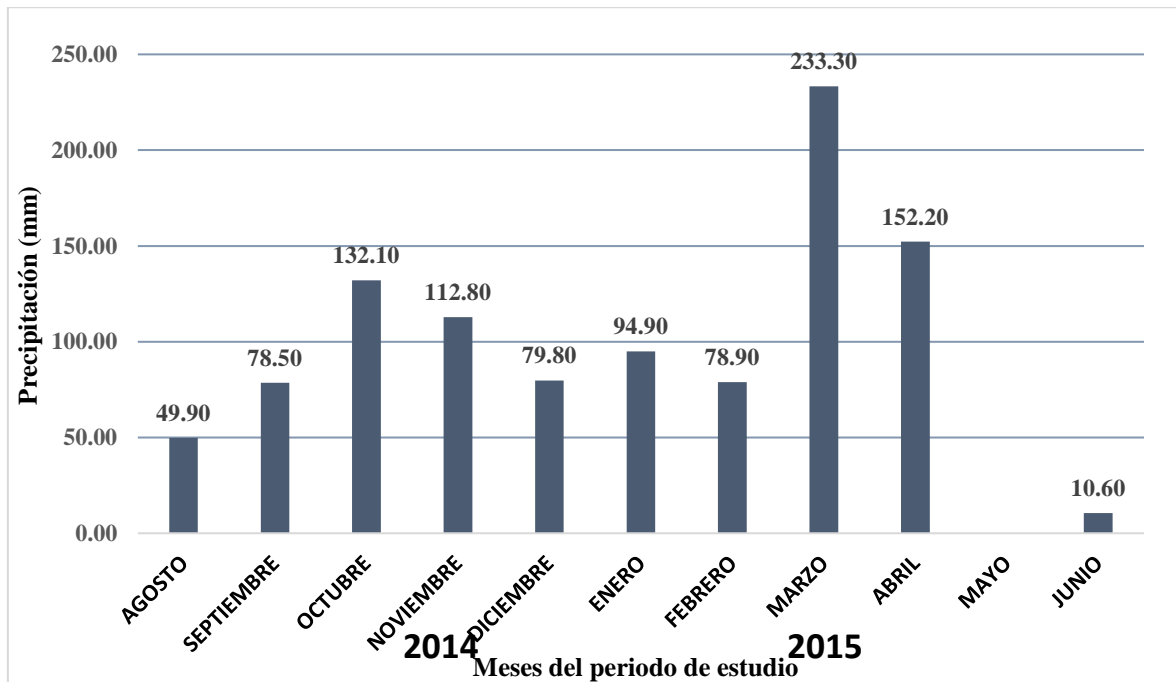
Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 5-5 Precipitación estación Iñaquito para el periodo de estudio de siniestros



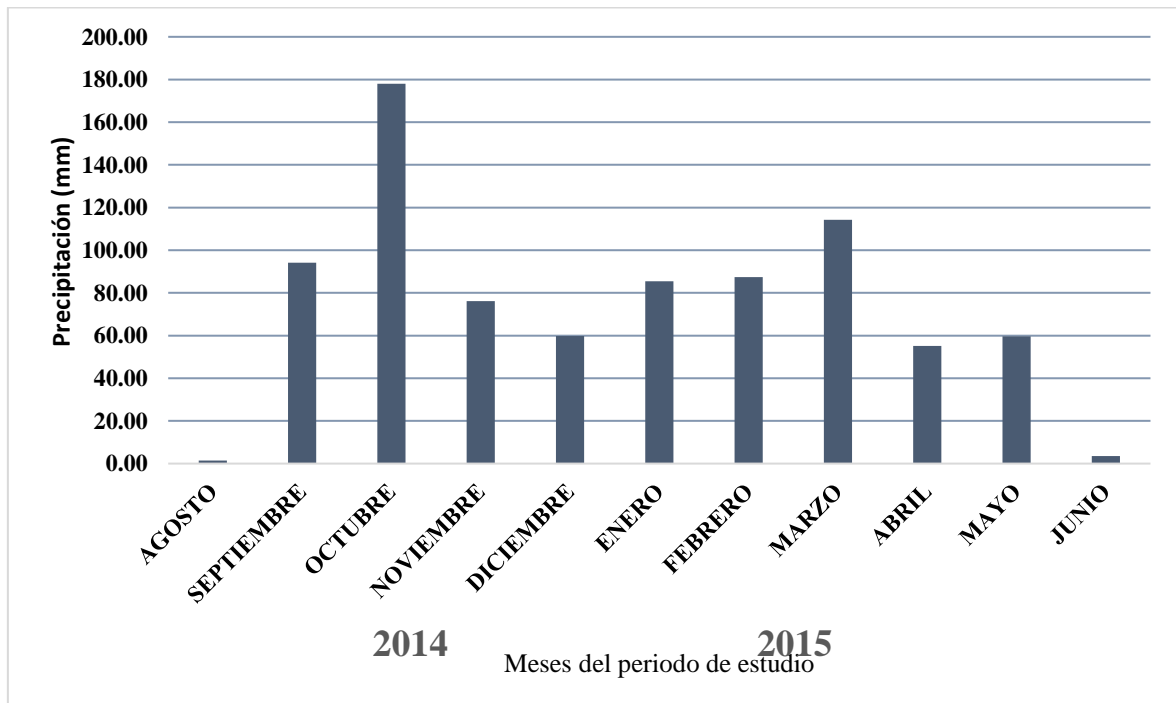
Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 5-6 Precipitación estación Izobamba para el periodo de estudio de siniestros



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

Gráfico 5-7 Precipitación estación Nayón para el periodo de estudio de siniestros



Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

También se debe decir que, de acuerdo a lo analizado y comparado, las precipitaciones no influyen considerablemente en los lugares donde se han producido la mayor cantidad de

siniestros. Esto debido a que no coinciden los sitios críticos de siniestros, con los sitios donde se produce mayor cantidad de precipitaciones, siendo estos últimos localizados principalmente en la parte sur de la avenida estudiada.

5.1.2.3. Factores generadores de siniestros

El factor principal causante de siniestros y accidentes de tránsito en esta vía es por fallas humanas:

Tabla 5-4 Valores porcentuales de factores generadores de siniestros registrados en la Av. Simón Bolívar

Factores generadores	Porcentaje
Factores debido a fallas humanas	86.88%
Factores debido a condiciones del ambiente físico o climático	8.64%
Factores debido a fallas o deficiencias mecánicas en el vehículo	2.40%
Factores debido a fallas o deficiencias en la infraestructura	0.64%
Factores debido a casos fortuitos	1.44%
Total	100.00%

Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Los valores porcentuales se obtuvieron de las causas generadas de siniestros y accidentes en la vía, estos datos encajan con lo mencionado en el CAPÍTULO 2; donde se cita que del 70% al 90% de accidentes son producidos por fallas humanas. Esto indica que está dentro de patrones “normales” causantes de siniestros²⁸ desde el punto de vista de registro de accidentes, por lo que se debe enfocar en campañas de concientización permanente para las personas.

Se debe mencionar nuevamente que estos resultados, especialmente los porcentajes relacionados con deficiencias en la infraestructura, fueron obtenidos de manera indirecta (causa real) a partir de los partes de accidentes recopilados por las autoridades de tránsito (causa aparente), puesto que, aunque en la recopilación de siniestros existen causas

²⁸ En el sentido de que, si los otros factores fueran mayores a los de por fallas humanas, sería preocupante que se salga de los patrones de siniestros generales de las vías.

relacionadas con la infraestructura (“casos fortuitos” o “malas condiciones de la vía”), no se detalla en los partes si los siniestros tienen que ver por infraestructura, puesto que las autoridades de obras civiles de cada región son las encargadas del análisis de la infraestructura en sí. En otras palabras, las autoridades reguladoras de tránsito se encargan del análisis de las causas aparentes para llegar a las causas reales, y si en ellas se viera influenciada la infraestructura (Este problema se lo aprecia cuando existe una alta concentración de siniestros en un punto específico), pasa la competencia a las autoridades de obras públicas, en lo que se refiere a determinar las causas reales de los siniestros en un punto determinado, por la gran cantidad de los mismos en dicho sitio.

5.1.2.4. Tramos de vía y sitios específicos con mayor cantidad de siniestros en la Avenida Simón Bolívar

Se puede ver que los mayores problemas relacionados con los siniestros y accidentes de tránsito son ocasionados en el tramo más antiguo construido de la Avenida Simón Bolívar, antiguamente llamado Nueva Vía Oriental; que comprende desde la intersección hacia la Avenida Morán Valverde hasta la intersección hacia la Avenida De Los Granados.

Esto queda demostrado mediante los valores de la tasa de siniestros totales por cada 100 millones de kilómetros-vehículo, específicamente en los tramos 2 y 3. Estos sitios se encuentran dentro del mencionado tramo construido.

Este fenómeno se lo puede apreciar de mejor manera en la cantidad de siniestros por sector, en el cual los sectores cercanos a la Avenida De Los Conquistadores, Autopista General Rumiñahui y la Juan Bautista Aguirre; pertenecen a dicho tramo antiguo. Hay que considerar que en este tramo es donde existen cantidades mayores de vehículos con respecto a otros tramos analizados, de acuerdo a los valores definidos de TPDA.

Esto se debe a que este tramo mencionado es paralelo a la parte “central” de la ciudad de Quito, donde la población se desplaza en mayor proporción por motivos de trabajo y estudio. Lo que hace que este tramo sea más utilizado con respecto a las prolongaciones posteriores realizadas en la Avenida Simón Bolívar.

Se puede ver que los lugares en la Avenida Simón Bolívar donde el nivel de ocurrencia de siniestros es alto se mantiene constante, lo que refleja un problema permanente de estos sectores, a diferencia de los lugares donde el nivel de ocurrencia es moderado o medio. Donde aumenta o disminuyen los accidentes de acuerdo a la temporada. Por lo que los controles se lo deben realizar en los puntos donde el nivel crítico se considera permanente.

5.1.2.5. *Sitios donde se han producido mayor cantidad de fallecidos en la Avenida Simón Bolívar.*

Es de considerar que, analizado las tasas de siniestros con fallecidos y por el número de siniestros, los sitios donde existe mayores fallecimientos de acuerdo al periodo de estudio es en los sectores cercanos a la Avenida De Los Conquistadores, Argelia y El Troje. Siendo la causa del primero y último mencionado el conducir superando los límites máximos de velocidad. En el caso del sector de la Argelia la causa es no ceder el derecho de vía o preferencia al peatón.

En el sector de El Troje se puede ver de acuerdo al periodo de estudio de siniestros analizados, que existe una cantidad mínima de siniestros producidos en esta zona. Sin embargo, como se pudo ver previamente, de los pocos siniestros presentados, éstos han tenido fallecidos a diferencia de otros sitios donde se produce gran cantidad de siniestros; donde existen mayoritariamente heridos en los mismos.

Considerando que la clase de siniestro común presentado en este sitio es el estrellamiento vinculado con el exceso de velocidad, se puede ver que la causa real coincide con la causa aparente. Ya que las condiciones geométricas cumplen con lo requerido en las normas, debido a que el diseño de este sitio está dentro de los parámetros de la normativa, definidos para las prolongaciones Norte y Sur realizados en el año 2007.

Para el sector de la Avenida Simón Bolívar en los alrededores de la Argelia, se ve que la clase de siniestro que más se genera es el de atropello. Esto se debe a que en esta zona posee una gran concentración de habitantes a su alrededor; los mismos que deben cruzar a lo largo de la vía por diversos motivos como el dirigirse a las paradas de buses.

En este sitio es donde se encuentra la mayor cantidad de vías transversales. Siendo la mayoría, calles secundarias que conectan de manera inmediata con la Avenida de circulación rápida. Muchas de estas vías no poseen una buena visibilidad para poder incorporarse de manera adecuada a la Avenida Simón Bolívar.

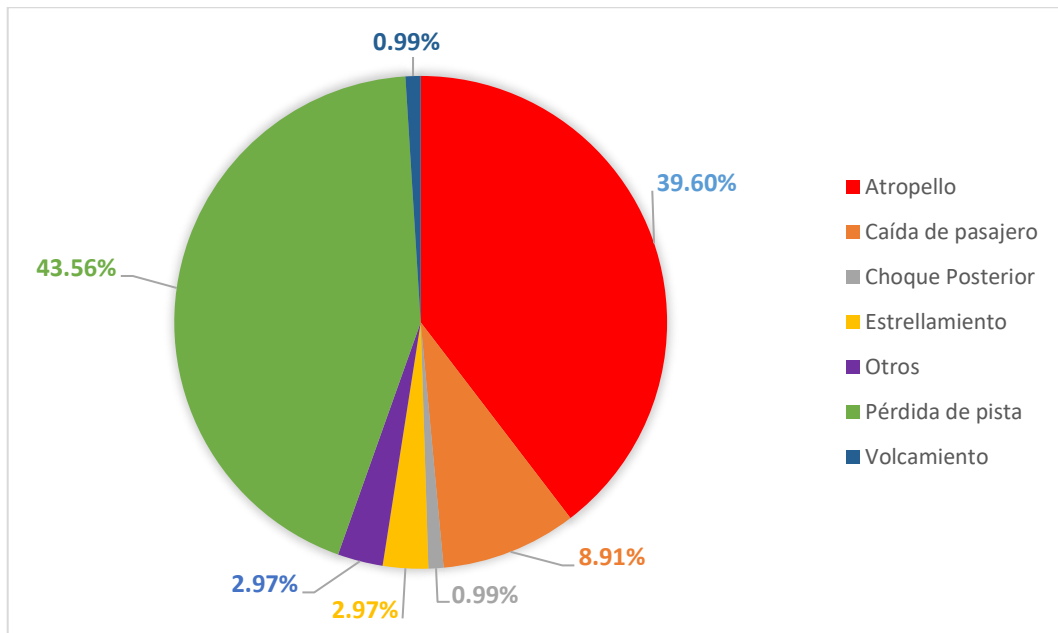
5.1.2.6. *Clases de Siniestros sin daños materiales*

En el CAPÍTULO 3 se mencionó los valores mayores en lo que respecta a clases de siniestros, siendo éstos relacionados con daños materiales, los cuales fueron los valores mayoritarios con un 83,34%. En cambio, es de considerar que los siniestros sin daños materiales registrados en la Avenida Simón Bolívar son muy pocos, lo que hace definir que,

al ser una vía con altas velocidades, las probabilidades de que no se ocasionen daños materiales es muy bajo.

En conjunto con lo anterior, una de las maneras para que en los siniestros no se hayan producido daños materiales es en dos clases de siniestros particulares registrados en la vía: atropello y pérdida de pista, lo cual puede resultar evidente al no involucrarse más de dos vehículos que impliquen daños materiales; como podemos ver en el Gráfico 5-8 se deben principalmente por pérdida de pista y atropello, con 43.56% y 39.60% respectivamente.

Gráfico 5-8 Valores porcentuales de clases de siniestros sin daños materiales



Fuente: Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

5.1.3. Causas aparentes y causas reales que ocasionan los siniestros en los tramos críticos en la Avenida Simón Bolívar

En el CAPÍTULO 3 se mencionó acerca de las causas aparentes y las causas reales de los siniestros y de acuerdo al análisis realizado, se pretende determinar las causas reales de cada tramo estudiado de manera general.

Se pudo determinar los sitios con mayor cantidad de siniestros registrados en la vía, de los cuales se requiere una mayor atención por parte de las autoridades encargadas. Cada uno de estos sitios posee un problema diferente que requiere ser solucionado en la medida posible.

5.1.3.1. Causas Aparentes

Se puede ver que la causa más común de siniestros para los diferentes lugares de la Avenida Simón Bolívar es el conducir superando los límites máximos de velocidad, también se hizo una diferencia de las causas por cada sitio de acuerdo a los registros y lo realizado que se muestra en los anexos.

Tabla 5-5 Resumen causas aparentes más comunes en los tramos analizados

Sector cercano a	Causas Aparentes
Panamericana Norte	Exceso de velocidad
	No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede
Avenida De Los Conquistadores	Exceso de velocidad
	Condiciones Ambientales
	Realizar cambio brusco de carril
Autopista General Rumiñahui	Exceso de velocidad
	No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede
	Realizar cambio brusco de carril
Juan Bautista Aguirre	Exceso de velocidad
	Condiciones Ambientales

Para el sector cercano a la Avenida De Los Conquistadores la causa más común se da por “exceso de velocidad”, seguido de “condiciones ambientales” y “realizar cambio brusco de carril”, éstas dos con un valor igual en cantidad registrada.

En cambio, para el sector cercano a la Autopista General Rumiñahui se dan causas similares, siendo el primer lugar para la “superación de los límites máximos de velocidad”, siendo el segundo lugar por cantidad el “no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo le antecede”. Dentro de este tramo definido y estudiado está la Universidad Internacional, siendo que las causas aparentes más comunes son el “exceso de velocidad” seguido por igual el “no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede” y de realizar cambio brusco o indebido de carril”.

Luego tenemos la calle Juan Bautista Aguirre que tiene al “exceso de velocidad” en primer lugar, seguido de “condiciones ambientales y atmosféricas” Finalmente de los tramos

críticos analizados, el sector cercano a la Panamericana Norte tiene de causas comunes el “exceso de velocidad” y “no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede”.

Como se puede ver, entre los tramos las causas son muy similares entre sí; por lo que las condiciones irregulares de la vía debido a la topografía influyen, como ya se mencionó en los aspectos generales de estas conclusiones. Todas estas causas aparentes se las relacionan con las causas reales, siendo que éstas implican otros factores analizados que se ven a continuación.

5.1.3.2. Causas Reales

Para tratar de determinar las causas reales más probables de acuerdo al estudio, se separó el análisis en aspectos viales y de señalización, los mismos que fueron desarrollados en los capítulos anteriores:

5.1.3.2.1. Aspectos viales

A partir de los resultados y de las imágenes en las cuales se ve el mapa de densidades de los lugares donde existe mayor cantidad de siniestros (Mapa 3-1); se ve que donde ocurre la mayoría de siniestros, es en donde existen intersecciones o puntos donde existen ingresos o salidas importantes que conectan con la Avenida Simón Bolívar. Por lo que el mejoramiento de la señalización en estos sitios, generando que exista una anticipada y segura salida de la avenida en estudio, como también de un correcto ingreso a la misma, dando lugar a una disminución de siniestros. Adicionalmente estos son sitios donde es más probable que los vehículos se deban detener pudiendo ocasionar siniestros, ya que lo ideal es que el flujo de vehículos en la vía y especialmente en estas intersecciones no se vea interrumpido principalmente por detenciones que deban realizar los usuarios.

La avenida posee 3 carriles por sentido, esta característica de la vía permite que vehículos pesados como los que circulan con velocidades menores, no generen conflictos a los vehículos que transitan a velocidades mayores.

De la misma manera los espaldones entre las funcionalidades mencionadas en el anterior capítulo, se tiene que contribuyen a una mejor visibilidad para las maniobras de los vehículos como también para posibles eventualidades ante emergencias como carriles auxiliares, etc. Lamentablemente la presencia de los espaldones a lo largo de la Avenida Simón Bolívar no es constante, debido principalmente a su topografía que, al bordear elevaciones, estas poseen

taludes muy altos; por lo que se vería dificultoso el poder crear o ampliar la vía por los costos que implica.

En el caso de los parterres, son de gran utilidad, ya que gracias a ellos no existe gran cantidad de choques frontales en la vía. Además, ayudan a reducir el encandilamiento de los vehículos que circulan de manera opuesta en horas nocturnas principalmente. Es por ello que no se debe retirar en un futuro los parterres con fines principalmente de ampliación puesto que solo se ganarían carriles adicionales, y el trazado sería el mismo con las dificultades de diseño mostradas actualmente. Solo se debería eliminar en caso de la colocación de retornos, y si, se pretendiera su eliminación, se puede optar por utilizar barreras especiales (por ejemplo: barreras tipo New Jersey), con el fin de evitar choques frontales por traspaso de vía opuesta y para el encandilamiento. Resaltando nuevamente que esto solo es solución provisional en un futuro para la solución en aumento de vehículos, mas no resolvería la accidentabilidad de la vía.

Se debe resaltar nuevamente que en dos puntos de la avenida se ven reducidos los carriles a 2: el primero es en el tramo N-S entre el intercambiador hacia la Avenida De Los Granados y el intercambiador hacia la Avenida Interoceánica; y el segundo en el paso elevado del intercambiador hacia la Avenida Morán Valverde para ambos sentidos en este caso. Es de consideración esto puesto que no existe ningún aviso de una reducción de carriles, por lo que puede generar confusión entre los usuarios si no existe algún tipo de señalización preventiva que advierta a los conductores.

Todo lo que se ha dicho en este apartado, es de acuerdo al análisis general, de acuerdo al análisis de los tramos críticos obtenidos, para la Panamericana Norte no existen problemas relacionados con diseño, ya que se conoce los valores utilizados a partir de la normativa, como también se realizó el respectivo análisis comparativo. Cabe mencionar que, en este sitio, como en muchos de la avenida, tiene vías transversales que conecta con la vía principal que no posee una adecuada señalización. Además, que las paradas de buses presentes, no tienen las condiciones necesarias para que puedan ser utilizadas por los peatones, por ejemplo por su mantenimiento requerido.

Existen varias razones por las que el sitio entre la Avenida en estudio y la Avenida De los Conquistadores es considerado como un tramo altamente crítico: Primero es el tramo de la avenida donde posee la topografía más accidentada, por tal motivo es que el diseño geométrico lleva en la mayoría de casos valores mínimos, como los radios de curvatura horizontal.

Este es el tramo de la Avenida analizada donde los valores de radios son muy bajos, ocasionando curvas demasiado cerradas; al tener curvas demasiado cerradas y de acuerdo al análisis de los radios mínimos, la velocidad de diseño que cumple con radios y peraltes es de 50 km/h. Se asume entonces que el diseño de este tramo tiene velocidad de diseño menor o igual a 50 km/h, además que los valores de las tangentes intermedias mínimas no cumplen para velocidades mayores.

Los puntos específicos a tomar en cuenta para el tramo cercano a la Autopista General Rumiñahui son dos básicamente: el primero es entre la entrada a la Universidad Internacional y la entrada al sector conocido como “triángulo de piedra”; y el segundo es en el momento previo al ingreso al intercambiador con la Autopista General Rumiñahui.

Desde el punto de vista de diseño se pudo ver que en el primer tramo existen curvas muy cerradas que pueden contribuir a la generación de siniestros, de la misma manera ocurre al ingreso al intercambiador con la Autopista General Rumiñahui, especialmente en la curva 60.

Este punto tiene como ventaja que posee carriles adicionales, principalmente para la utilización de buses que permiten recoger pasajeros de manera más segura, y permitiendo que los vehículos utilicen el carril central si desean seguir en la Avenida Simón Bolívar.

En el caso de la calle Juan Bautista Aguirre, no presenta inconvenientes mayores a diferencia otros tramos, lo que sí se debe resaltar, como se ve en la Foto 5-1, es la presencia de paradas de buses con interferencia con los carriles de la Avenida pudiendo ocasionar choques, además que existen vías transversales que conectan directamente a la Avenida, siendo que previo al ingreso al paso elevado, por la presencia de curvas, los vehículos no pueden tener anticipación para evitar siniestros.

Foto 5-1 Condiciones Viales sector cercano a Juan Bautista Aguirre



Foto 5-2 Condiciones viales Av. Simón Bolívar sector cercano a Juan Bautista Aguirre



5.1.3.2.2. *Señalización*

La Avenida Simón Bolívar, ya sea en los tramos con menor cantidad de siniestros, como también en los sitios donde la accidentabilidad es alta; posee una señalización en muy buenas condiciones.

Sin embargo, hay que considerar que el principal inconveniente encontrado que se relaciona con señalización en esta avenida es el mantenimiento de la señalización, puesto que como se lo mencionó detalladamente, hay sectores los cuales requieren mantenimiento para que los usuarios interpreten de mejor manera la Señalización.

Parte de este mantenimiento y a manera de complemento, es la colocación de tachas (ojos de gato), hay que mencionar nuevamente que sí existen tachas en la vía, pero éstas no han sido reemplazadas por tachas nuevas cuando pierden su función de reflectancia, ya que se ha visto en este trabajo que hay lugares donde su presencia es variable dependiendo del tramo analizado.

Casi en su totalidad, las señales verticales y horizontales están colocadas correctamente, a excepción de algunas señales de información (están muy cercas y/o en curvas): en el ingreso a las cercanías de la Av. De los Conquistadores y Autopista General Rumiñahui (Sentidos N-S y S-N respectivamente) las cuales pueden ocasionar maniobras peligrosas a usuarios que no son comunes de transitar por esta vía.

Como conclusión global y a manera de resumen de todo lo expuesto, la Avenida Simón Bolívar en muchos tramos mencionados, no presenta condiciones seguras para que se pueda circular a altas velocidades ya que implica maniobras inseguras para los conductores, debido a distintos factores mencionados, dependiendo el caso y su inconveniente en detalle descrito en este trabajo.

5.2. Recomendaciones

El control y reducción de los siniestros es una labor que no solamente involucra a las autoridades, es una responsabilidad de todas las personas directa o indirectamente para generar una seguridad vial óptima.

Se han realizado grandes esfuerzos por parte de las autoridades que deben ser reconocidos, en lo que corresponde a su parte en la contribución para la disminución de siniestros. Las autoridades utilizan metodologías y tecnología avanzada que aportan en un correcto funcionamiento de la seguridad vial, el propósito de estas recomendaciones es aportar con soluciones que pueden ser aceptadas o no.

Existen metodologías que ayudan a mejorar la seguridad vial, estas han sido utilizadas por distintas autoridades de varios países, como también en el Ecuador, y que pueden ser adoptadas por las autoridades locales como se mencionó al inicio de este capítulo, al cual se pueden añadir ciertas recomendaciones para la avenida estudiada como para las distintas vías que poseen altos índices de accidentabilidad en regiones de Quito, como del resto del país. Las autoridades encargadas de que las vías funcionen correctamente realizan actividades en conjunto para implementar mejoras en la seguridad, éstas instituciones mencionadas (control de tránsito, obras civiles públicas, municipales y gubernamentales) a su vez comparten información entre ellas para poder planificar mejoras en seguridad vial además que disponen de bases de datos con distintos tipos de información. Estas funciones no se deben dejar de realizar y se deben reforzar para una reacción más rápida, ante situaciones similares o mayores, como también para evaluar resultados antes, durante y después de plantear soluciones.

La Avenida Simón Bolívar es una vía con altas probabilidades de siniestros, debido a distintos factores antes mencionados; por lo que se deben dar prioridades con respecto a otras vías con menores dificultades. Ésta vía tiene que ser analizada de manera independiente y con disponibilidad de recursos propios necesarios para cualquier implementación. Las autoridades encargadas han hecho muchas contribuciones en esta avenida, aunque siguen y seguirán existiendo dificultades propias de un sistema vial global que no está 100% libre de accidentes.

En este capítulo se mencionó acerca del Programa de Mejoramiento de la Seguridad en las Carreteras (PMSC) citado por (Garber & Hoel, 2005, pg. 132), como recomendación se puede utilizar metodologías similares a este programa que consta de planificación, implementación, y evaluación de la seguridad de las carreteras. Este tipo de metodologías son útiles debido a que se tiene una clara definición de problemas con respecto a seguridad vial, a su vez de las posibles soluciones que pueden efectuar las autoridades.

CAPÍTULO 6 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR

Obtenidos los tramos críticos de acuerdo al periodo de estudio, éstos pueden verse modificados en el tiempo, sea que aumentaron otros sitios o que disminuyeron. El segundo caso puede deberse a mejoras en distintos tramos que modificaron aspectos viales, los cuales ayudaron a reducir los siniestros.

Es entonces que, si se realizan modificaciones de obras en sitios críticos de accidentabilidad con el objetivo de reducir siniestros, que el análisis de la accidentabilidad se lo realice antes y después de dichas modificaciones, con el fin de obtener el análisis de si se ha beneficiado o no en la reducción de accidentes el tramo modificado.

Existen distintas soluciones para la prevención de siniestros y accidentes. Sin embargo, se deben considerar cuestiones económicas para solucionarlos, como también el enfoque de periodo de tiempo que se le quiere dar (si es una solución a corto o a largo plazo). Por lo que a continuación se pretende hacer recomendaciones para la Avenida Simón Bolívar, y especialmente los tramos críticos determinados; además se menciona las soluciones más probables de poder realizarse frente a las más difíciles de poder realizarse.

6.1. Aspectos viales

A manera general, la Avenida Simón Bolívar presenta dificultades para un rediseño en su trazado existente debido a dos razones: el primero es la presencia de construcciones, siendo en su mayoría construcciones de personas que residen alrededor de la vía, como es el caso de los sectores cercanos a la Argelia, la calle Juan Bautista Aguirre, o cerca a la Panamericana Norte; un rediseño con el objetivo de crear carriles auxiliares de cambios de velocidad para el ingreso o salida de manera segura hacia la avenida estudiada sería muy difícil de aplicar por las expropiaciones que implicaría. El segundo motivo es la topografía, como el caso de la Avenida De Los Conquistadores o cercano hacia el intercambiador hacia la Avenida De Los Granados, donde un rediseño en este tramo implicaría grandes cantidades de movimiento de tierras.

Es por ello que en donde existen vías transversales se recomienda una adecuada señalización advirtiendo tanto a los vehículos que circulan en la Av. Simón Bolívar (señales de ingreso, salida de vehículos o señales que informen la presencia de zona de vías transversales, o zona

poblada) como a los que circulan por las vías secundarias (señales pare, ceda el paso, ingreso a vía rápida).

Se debe añadir que existen paradas de buses que están colocadas en la vía sin un espacio adecuado para que los buses no interfieran con los vehículos que circulan por la avenida estudiada, esto es importante a considerar debido a que la vía al tener altas velocidades de circulación vehicular, se pueden generar maniobras inseguras por parte de los conductores (como referencia ver nuevamente Foto 5-1), esto principalmente se da cerca a la Panamericana Norte llegando a Llano Chico, en la calle Juan Bautista Aguirre o en la Autopista General Rumiñahui, siendo que en este sitio al tener carriles adicionales el riesgo es menor pero puede interferir la detención de los buses con los vehículos que circulan en estos carriles adicionales. Se recomienda en estos tramos crear paradas de buses que no interfieran con los vehículos que circulan especialmente por el carril derecho (ver Foto 6-4 a manera de ejemplo), además del reemplazo y colocación de nuevos cruces peatonales elevados, cuyo diseño puede ser en rampa para facilidades de personas discapacitadas; nótese la Foto 6-1, donde existen deficiencias para los peatones para el ingreso o salida de hacia la parada existente que conecta con la avenida en estudio.

Foto 6-1 Condiciones peatonales sector Juan Bautista Aguirre



Fuente: Izq. Elaboración propia; Der. Google Street View, 2015

En la Avenida Simón Bolívar, en el sector de la Avenida De Los Conquistadores, también existen conflictos con las vías transversales. En el caso del ingreso por el carril S-N, los vehículos ingresan a esta vía transversal en un tramo curvo, lo que ocasiona que los vehículos sean propensos a siniestros.

Foto 6-2 Condiciones viales Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores sentido S-N



Este sitio tiene como ventaja que tiene un espacio considerable (a diferencia de otros sitios del mismo tramo que son angostos y bordean el Río Machángara), sitio propicio donde se puede considerar la realización de un rediseño del ingreso a la Avenida De Los Conquistadores (Imagen 6-1) , en el cual se podría plantear la creación de un carril de aproximación (o de cambio de velocidad) para que los vehículos puedan entrar y salir de manera segura a la Avenida De los Conquistadores.

Imagen 6-1 Av. Simón Bolívar y Av. De Los Conquistadores



Fuente: Adaptado de (Google Earth, 2016.)

De manera general este sector tiene pocas probabilidades de que se pueda ampliar en un futuro con el fin de rectificaciones en el diseño, además de acuerdo a la cronología de actividades realizadas en la avenida en estudio, se tuvo que realizar una estabilización de talud en este sitio (sentido N-S antes del puente sobre el Río Machángara), por encima de este talud se encuentra el barrio Bolaños, por ende, también se encuentra encima la avenida Interoceánica en el punto donde existe el peaje. Por lo que es un sitio riesgoso para poder analizar una posible ampliación.

Actualmente la Avenida De los Conquistadores en sí (No confundir la Av. Simón Bolívar sector cercano a Av. De los Conquistadores como se lo ha hecho mayoritariamente en este trabajo) presenta una gran cantidad de vehículos, considerando el hecho de que solamente posee dos carriles de sentidos opuestos. Esta vía tiene además un trazado montañoso y pasa por debajo del puente de la Avenida Simón Bolívar que atraviesa el Río Machángara, lo cual se complica un posible rediseño de la misma; tomando en cuenta también que conecta el sector de Guápulo, clasificado como Patrimonio por lo que se dificulta una posible ampliación. Esto se menciona porque los problemas existentes en esta vía, al conectar con la Avenida Simón Bolívar, influyen indirectamente en la misma. Existe la posibilidad que en un futuro se pueda utilizar parte del cerro Auquitas (frente a la Avenida De Los Conquistadores, que conecta el sector de Monjas) como un sitio que conecte de mejor manera la Avenida De Los Conquistadores con la Avenida Simón Bolívar, ésta posibilidad implicaría altos riesgos de construcción por las condiciones montañosas del sitio, pero puede ser considerada como una posibilidad remota.

Para el tramo de la Autopista General Rumiñahui, se debe priorizar el sector cercano que está al ingreso de la Universidad Internacional, ya que tiene deficiencias principalmente por su trazado (especialmente en las curvas), una solución a mediano o largo plazo sería crear en este sitio un trazado con curvas menos cerradas, metros abajo de la vía actual, ya que implicaría menos labores de movimiento de tierras que modificar o ampliar la vía actual, lo que conllevaría estabilizaciones de taludes como bloqueos del tránsito actual para realizar estas hipotéticas labores. Esto se podría realizar desde el sector conocido como “triángulo de piedra” hasta la entrada de la Universidad Internacional, sin embargo, esto implicaría ciertas expropiaciones de casas presentes metros abajo de la actual vía (metros abajo de la curva que se definió como N° 59).

En el sector cercano al paso elevado sobre la calle Juan Bautista Aguirre es muy difícil realizar grandes modificaciones, debido principalmente a que la calle Juan Bautista Aguirre en sí, posee dos carriles con sentidos opuestos y una gran cantidad de vehículos. Problemática que influye para los vehículos que entran o salen de la Avenida Simón Bolívar. Se debería pensar en una modificación en este paso elevado para que los usuarios puedan entrar o salir adecuadamente de la Avenida.

Complementando con lo que se dijo en el capítulo anterior acerca de los parterres, se recomienda que solamente se retiren los árboles en los sitios de alta accidentabilidad y a su vez se coloquen guardavías, esto debido a que en muchos casos la presencia de los árboles impiden una buena visibilidad de los conductores y no se puede apreciar de forma clara la señalización, más aún si se coloca señalización en el lado izquierdo de cada sentido de vía a manera de complemento de la ubicada en el lado derecho.

6.2. Control de tráfico

A partir de las horas establecidas donde se produce una mayor cantidad de siniestros, se constató un aumento de los siniestros en las horas consideradas “horas pico”. Es por ello que se debe dar prioridad por parte de las autoridades a un aumento de control de manera permanente en dichas horas. Esto es indispensable puesto que, al ser horas con una elevada cantidad de vehículos, se ve afectado en problemas como congestionamientos o que exista un aumento en las probabilidades de que se vea más gente afectada en algún accidente o siniestro que se produzca.

De manera complementaria, una propuesta de control sería la colocación de estaciones permanentes de los agentes de tránsito en las zonas que se determinaron como de alta accidentabilidad (Incluido la presencia de remolques para el mejor retiro de vehículos). Estos espacios destinados deben ser similares a los que poseen la policía en diferentes barrios de la ciudad, pero con la diferencia de que son con fines de tránsito con el fin de controlar mejor el mismo, además de generar en la población un sentido de manejo responsable (que debería serlo siempre y en todo lugar de todas las vías) ya que como sabemos, la mayoría de accidentes son producto de imprudencias que se pudieron evitar.

Además, con la presencia cercana y permanente de los agentes, se puede generar un mejor seguimiento de los siniestros en el sector (en casi tiempo real) en caso de que aun así se siguieran produciendo. La alternativa menos viable es la colocación de cámaras y radares, éstos pueden ser menos eficaces ya que pueden ser vulnerables a daños por parte de la

población que, a diferencia de la presencia permanente de agentes, sería menos probable que la población atente contra la integridad de los mismos, a diferencia de los dispositivos no humanos reguladores de tránsito. Se destaca que sí existe un punto de control permanente de agentes de tránsito en el sector conocido como “triángulo de piedra”, específicamente en la gasolinera que se encuentra en el sentido S-N por lo que se puede aumentar en otros sitios críticos la presencia permanente de agentes.

Al añadir cámaras en sitios donde la accidentabilidad es alta, se pretende tener un registro de la ubicación precisa donde se producen siniestros, que pueden servir para investigar a profundidad los puntos exactos donde se dan más siniestros, ya que los registros de siniestros solo indican el sector cercano, más no la ubicación exacta, incluyendo que con esto se puede determinar que carriles o sentidos de vía en puntos específicos son más vulnerables, ya que los registros proporcionados no detallan esa información.

6.3. Señalización

La señalización en la Avenida Simón Bolívar debe ser tomada en cuenta como prioridad, además que se debe hacer un seguimiento periódico de las condiciones de la misma, puesto que la falta de mantenimiento en esta avenida afecta considerablemente para que los conductores estén prevenidos y puedan realizar maniobras seguras.

Una correcta señalización, y sobre todo una evaluación periódica de su efectividad permiten tener una evaluación de los siniestros y sus planes para controlarlos. Puesto que la mejor solución a corto plazo para el control de siniestros es el control periódico de las condiciones de señalización de esta vía.

Se recomienda que se ponga énfasis en las señales informativas con pórticos, es decir de asignación de carril y de decisión de destino, con distancias suficientes para que los usuarios puedan interpretar correctamente y realicen maniobras anticipadas y seguras. Ya que faltan señales de este tipo. Esto se lo debe realizar previo al ingreso a los intercambiadores, ya que como se vio en varias ocasiones, esos son los sitios críticos. En la Foto 6-3 se puede observar lo mencionado, nótese que solo existe información acerca de “pico y placa” como señalización aérea.

Foto 6-3 Falta de señalización informativa N-S sector Autopista General Rumiñahui



Como se pudo ver en el CAPÍTULO 4 en muchos tramos sí existen señales informativas, sin embargo, se encuentran muy cerca de las intersecciones lo que no dan tiempo a una reacción oportuna por parte de los conductores, considerando el trazado irregular que presenta la vía, un ejemplo de aquello es el caso de la Autopista General Rumiñahui sentido S-N. En cambio, en este mismo sitio, pero en el otro sentido, no existe información que diga a los usuarios que carril deben tomar como se puede notar en la fotografía anterior.

Se debe establecer claramente a qué velocidad se debe circular en cada tramo, ya que la vía dependiendo del sitio, presenta distintas velocidades máximas permitidas, por lo que el usuario no puede estar consciente de ese cambio.

Es importante que en esta vía se coloque tachas reflectivas, puesto que muchos de estos sitios no las poseen, esto contribuye a la visibilidad principalmente en condiciones desfavorables como neblina, lluvia o incluso si hay cortes de energía eléctrica en los postes en las noches. En sitios críticos como las curvas cerradas, se recomienda necesaria la colocación de guardavías donde no han sido colocadas, así como tramos de vía en el que existen desniveles entre carriles opuestos, para evitar que vehículos ingresen al carril opuesto de la vía.

En el caso de la Avenida De Los Conquistadores, una recomendación importante a ser tomada en cuenta por parte de las autoridades es que en este tramo de vía no se debería

circular a velocidades mayores a 50 km/h. Ya que como se pudo constatar los radios de las curvaturas en este sitio solamente cumplen la normativa para velocidades de diseño de 50 km/h o inferiores. Además, en este sitio, se constató (como se pudo ver en el CAPÍTULO 4) que la señalización vertical de velocidad máxima (50 km/h livianos; 40 km/h pesados), es diferente a la mostrada en la señalización horizontal de este mismo lugar (lo muestra simplemente como 70 km/h), pudiendo generar confusiones, por lo que se debe rectificar este aspecto. Esto se puede apreciar de mejor manera en el Anexo 8.

Se puede considerar la utilización de señalización adicional, que ayude en la seguridad vial, considerando que la vía (y cualquier otra) no deben tener excesos de señales, como también debieran ser retiradas señales innecesarias (Federal Highway Administration & U.S. Department of Transportation, 2009, p.2). Siendo que actualmente para los tramos analizados no existen señales innecesarias.

Una alternativa es la colocación en tramos seguros (especialmente rectos) cercanos a donde la accidentabilidad es alta, de señales electrónicas con el objetivo de prevenir siniestros, con mensajes como “reduzca la velocidad” o el valor de la “velocidad máxima permitida”. Estas, al ser diferentes al resto de señales, pueden generar un impacto mayor en los usuarios y assimilar mejor la información; puesto que las señales convencionales no pueden ser asimiladas correctamente por los usuarios que están acostumbradas a ellas. Estas señales tampoco deben ser distractoras, es por tal motivo que su mejor ubicación es en rectas.

En la Foto 6-4 se ilustra un ejemplo de esta señalización, nótese además de la ampliación de la vía para una detención segura de vehículos, especialmente buses, que puede ser adoptada en la Avenida Simón Bolívar en sitios posibles de poder hacerlo.

Foto 6-4 Ejemplo de señalización sector Vía Colectora Quito-Pifo (E28C)



Fuente: Google Street View, 2015

Otra forma en que se ha controlado a los usuarios en la Avenida es mediante radares que controlan la velocidad. A manera de complemento, antes de los radares, se debe colocar en la vía (como ya se mencionó anteriormente) señalización de velocidad máxima de manera clara, ya que existen tramos que no se puede identificar claramente la velocidad a la que se debe circular.

Muchos de estos radares no se encuentran lo suficientemente visibles, ya que solo los usuarios, tanto de un extremo de carril como de otro lo podrán ver de manera concisa. Se supone que los usuarios no deberían preocuparse de los radares por el hecho de que deben circular por debajo de la velocidad máxima, lastimosamente esto no se cumple totalmente entre la ciudadanía por lo que se vuelve necesario su colocación.

Es por eso que el objetivo de los radares es el de detectar a infractores después que por todos los medios posibles se alerta a los conductores de la velocidad permitida. Es entonces que al definir “todos los medios posibles” se debe entender en este caso, de que la señalización está en excelentes condiciones por lo que el total de usuarios de la vía observó e interpretó satisfactoriamente la velocidad a la que deben circular en cada tramo (y sentido) a lo largo de la Avenida Simón Bolívar.

Foto 6-5 Radar de control de velocidad ubicado en la Av. Simón Bolívar



A partir de lo anterior entonces se puede recomendar la utilización de señales que informen de manera más visible a los usuarios acerca de las velocidades permitidas en cada tramo y de la presencia de radares que pueden sancionar a los conductores; que a pesar de ser advertidos, por todas las formas posibles, de la velocidad que deben circular para evitar siniestros.

Una forma recomendada es la utilización de pórticos (a manera de ejemplo, como se muestra en la Foto 6-6), ya que es una forma más visible para los usuarios de interpretar a qué velocidad deben circular por cada tramo. Necesario en vías con diferentes velocidades máximas permitidas (dependiendo el tramo) como es el caso de la Avenida en estudio.

Foto 6-6 Indicativo de velocidad máxima permitida, vía E20 Transversal Norte (Santo Domingo - Esmeraldas)



Fuente: (Google Street View, 2014)

Se pudo ver que hay sitios con guardavías presentes en la vía; otros sitios están en proyecto de colocación o deben ser colocados como lo recomienda (Kim & Korea Transportation Safety Authority, 2014). No obstante, se debe poner énfasis en el sector de El Troje puesto que no tiene una cantidad considerable de siniestros (por lo que no es considerado como sitio crítico) pero de los pocos registrados, han ocasionado fallecidos cuya causa es el exceso de velocidad y su respectiva clase el estrellamiento. La colocación de guardavías en este sector ayudará a que se reduzcan fallecimientos por estrellamiento, debido principalmente a la presencia de postes.

Por las condiciones que presenta la avenida, se puede considerar aumentar las dimensiones de la señalización, con el fin de que la visibilidad e interpretación sea favorable hacia los conductores. Esto referente a las señales regulatorias y preventivas puesto que las de información presentes tienen dimensiones mayores que cumplen normativa.

Al ser una vía amplia y de tres carriles, se puede considerar como recomienda la normativa el duplicar las señales en el lado izquierdo, principalmente en los sectores de alta accidentabilidad, evitando que se llene de señales cada sector específico, ya que pierde significado las señales cuando son colocadas exageradamente como se lo ha ido mencionando.

6.4. Sitios de la Avenida Simón Bolívar donde la accidentabilidad es menor

Si se logra que los sitios con accidentabilidad alta se vean reducidos considerablemente, se puede proseguir con la implementación de mejoras en los tramos considerados con mediana accidentabilidad (Argelia, Forestal o la Avenida de las Palmeras en el redondel cercano a Zámbriza); y así sucesivamente hasta poder lograr que la mayoría de tramos en la Avenida Simón Bolívar sean seguros.

Este trabajo se lo realizó enfocándose exclusivamente en los tramos de mayor accidentabilidad, puesto que los otros sitios se los considera seguros; se debe planificar que los sitios considerados como seguros lo sigan siendo a mediano o largo plazo puesto que las características de la vía (vehículo, infraestructura vial y condiciones ambientales) se pueden ver modificadas en un futuro.

Un ejemplo de ello es el crecimiento poblacional y de vehículos, se puede recomendar hacer modificaciones viales de tipo preventivo en sitios donde se lo puede lograr, como es el caso de El Troje, donde existen pocas construcciones y la accidentabilidad es menor comparado con otros sitios.

En el sector de El Troje se debe planificar la Avenida Simón Bolívar a futuro, puesto que este sitio presenta una topografía de carácter menos montañosa que el resto de sitios lo cual la hace más manejable a modificaciones de diseño. En este sitio se pueden implementar carriles auxiliares de cambio de velocidad para el ingreso a posibles construcciones que se pueden generar a futuro y así evitar que ingresen abruptamente en vías transversales como ocurre en sectores como en La Argelia donde se ven expuestos vehículos y peatones.

En este sitio también se ubica una escombrera donde hay presencia de volquetas, aunque es un sitio de baja accidentabilidad, se puede convertir en el futuro en un sitio crítico por lo que se podría pensar en la creación de un retorno central amplio en este sitio para estos vehículos. Otro punto que en el futuro se puede volver crítico es el redondel cercano a Zámbriza, en el que, al aumentar la cantidad de vehículos, puede dejar de funcionar correctamente; por lo que se puede pensar en hacer un rediseño que asegure una movilidad a largo plazo en este lugar que puede convertirse en conflictivo.

Se debe considerar que la vía de acuerdo Los Estudios de factibilidad y diseños definitivos del proyecto Prolongación Norte y Sur de la Avenida Simón Bolívar (2002), es decir, los tramos hasta la Panamericana Norte y Santa Rosa, ampliados tanto en el tramo norte y sur

respectivamente establecieron que el periodo de vida útil del proyecto es para 20 años, contando como año base el 2002, aunque las prolongaciones se concluyeron en 2007, por lo que para el 2027 aproximadamente, la vía tendrá problemas de capacidad. Eso sin considerar que el tramo antiguo, construido en 1980, tendrá problemas aún mayores en el futuro, considerando que actualmente es el tramo con mayor cantidad de siniestros.

1 BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T. (2016). *Reporte de Accidentes 2014-2015*.
- Agencia Nacional De Tránsito ANT. (2016). *Reporte Anual de Accidentes de Tránsito*.
- American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. (2001). *A Policy On Geometric Design of Highways and Streets*. Washington D. C. Retrieved from www.tra
- Asamblea Nacional Constituyente. (2012). Reglamento General para la aplicación de la ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, (731).
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y aplicaciones* (Octava Edi). México: Alfaomega. Retrieved from www.alfaomega.com.mx
- Chang, C. M. (2010). Guía para la Ubicación, Selección, y Diseño de Barreras de Seguridad Vial. Lima.
- Comisión de Estadística de Seguridad Integral, & Centro Ecuatoriano de Análisis de Seguridad Integral CEASI. (2013). *Informe Estadístico de Delitos de Mayor Influencia Psicosocial y Gestión Institucional Diciembre 2013. Estadísticas de Seguridad Integral 2013*. Quito.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2008). Ordenanza Municipal N°-3746 Normas de Arquitectura y Urbanismo.
- Dirección Nacional de Tránsito. (n.d.). *Reporte de accidentes*.
- Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas Actual EPMMOP. (2010). *Rehabilitación del Pavimento de la Avenida Simón Bolívar*.
- Empresa Metropolitana de Obras Públicas Quito EMOP-Q. (2002a). Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del Proyecto Prolongación Norte-Simón Bolívar, Tramo Acceso Camino de Inca-Perimetral-Panamericana Norte. Quito.
- Empresa Metropolitana de Obras Públicas Quito EMOP-Q. (2002b). Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos del proyecto Prolongación Sur-Simón Bolívar, Tramo Santa Rosa-Camino de Inca-Simón Bolívar.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP. (2012). *Estudios de Ingeniería definitivos del Proyecto RUTA SUR-VÍA AEROPUERTO*.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP. (2015a). *Informe Técnico N° 0012-GOM-DCMS*.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP. (2015b). Informe

Técnico N° 002-GOM-DCMS.

Federal Highway Administration, & U.S. Department of Transportation. (2009). Manual on Uniform Traffic Control Devices.

Franco de Mora, A., & Mora G, N. R. (1975). *El accidente automovilario*. Bogotá: Temis.

Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2005). *Ingeniería de Tránsito y Carreteras* (Tercera). México: Cengage Learning Editores, S.A.

Geoportal Instituto Geográfico Militar. (2015). Cartografía de Libre Acceso. Retrieved from <http://www.geoportaligm.gob.ec/>

Google Earth. (2015). Fotografías Satelitales.

Google Street View. (2014). Fotografías Street View. Retrieved January 25, 2016, from https://www.google.com.ec/maps/@-0.1095022,-78.4583891,3a,75y,106.38h,82.81t/data=!3m7!1e1!3m5!1sDRCSzci2hwk-eOEyyO-eCQ!2e0!6s//geo2.ggpht.com/cbk?panoid=DRCSzci2hwk-eOEyyO-eCQ&output=thumbnail&cb_client=maps_sv.tactile.gps&thumb=2%252

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical. Quito.

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal. Quito.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). Anuario de Estadísticas de Transporte INEC 2013, 1–417. Retrieved from www.ecuadorencifras.gob.ec

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (n.d.). *Proyección de la Población Ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-2020*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2014). Anuario de Estadísticas de Transportes INEC 2014, 198. Retrieved from www.ecuadorencifras.gob.ec

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. (2014). Anuario meteorológico. Retrieved from <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

Kim, H., & Korea Transportation Safety Authority. (2014). *Road Safety Inspection*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2003). *Normas de diseño Geométrico-2003*.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012a). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales, 1–382. Retrieved from <http://www.obraspublicas.gob.ec/>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012b). Volumen No. 5 - Procedimientos

- de Operación y Seguridad Vial, 434.
- Monsalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería* (Segunda Ed). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2008). Vialidad 2000-2008, 500000.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, & Secretaría de Movilidad del D.M.Q. (2015). *Visión estratégica de la Movilidad Para el Distrito Metropolitano de Quito 2015-2030*.
- Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana. (2014). Accidentes de tránsito 2014.
- Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana. (2015). Accidentes de tránsito 2015.
- Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, & Secretaría de seguridad y gobernabilidad. (2013). *18 Informe de Seguridad Ciudadana 2013*.
- OECD/ITF. (2016). Road Safety Annual Report 2016. Paris: OECD Publishing.
- Pourrut, P., & Leiva S, I. (1989). Las lluvias de Quito : características generales, beneficios y problemática°. Retrieved from <http://crevilles.org/items/show/21452>.
- Real Academia Española. (2016). Definición de Accidentalidad y Accidentabilidad. Retrieved from dle.rae.es
- Secretaría de Movilidad del D.M.Q. (2015). *Proyección del Parque Vehicular 2014-2030*.
- Secretaría de Movilidad del D.M.Q. (2016). *Reporte Accidentes de Tránsito del año 2015*.
- Secretaria de Territorio Habitat y Vivienda, & Institut de recherche pour le développement. (2007). Mapas temáticos. Isoyetas (1989). Retrieved January 11, 2016, from http://sthv.quito.gob.ec/spirales/9_mapas_tematicos/9_1_cartografia_basica/9_1_10_1.html
- Spiegel, M. R. (1991). *Estadística*. México: McGraw- Hill.
- World Health Organization. (2015). Global status report on road safety, 318. http://doi.org/http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html

2 ANEXOS

**ANEXO 1 DATOS DE PRECIPITACIONES DE LAS ESTACIONES IÑAQUITO, IZOBAMBA
Y NAYÓN.**

IÑAQUITO								
	1990				1991			
	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		
	Suma	Máxima en		Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs		Día	Mensual		24hrs	Día
ENERO	46.60	12.60	10	10	96.70	27.30	19	12
FEBRERO	150.20	33.30	14	18	48.60	21.00	19	9
MARZO	79.70	23.30	24	14	232.90	24.80	26	21
ABRIL	123.30	26.80	25	24	84.00	19.90	13	14
MAYO	19.70	5.20	30	14	104.90	27.50	18	
JUNIO	21.10	11.80	10	5	30.00	19.70	16	9
JULIO	15.40	10.70	9	8	16.10	11.00	31	6
AGOSTO	37.10	22.80	26	7	2.90	1.00	6	4
SEPTIEMBRE	27.80	9.00	23	10	69.00	29.60	25	12
OCTUBRE	246.80	35.60	24	21	37.20	11.70	31	12
NOVIEMBRE	39.90	22.90	18	7	134.90	21.30	29	22
DICIEMBRE	46.80	25.90	30	11	44.30	9.80	28	17
VALOR ANUAL	854.40	35.60		149.00	901.50	29.60		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO								
	1992				1993			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	día		Mensual	24hrs	día	
ENERO	51.30	14.40	24	11	111.40	31.70	6	16
FEBRERO	68.70	36.10	11	9	219.30	49.50	19	17
MARZO	105.00	19.30	26	13	235.20	33.20	29	25
ABRIL	96.10	23.00	18	15	228.10	42.90	18	22
MAYO	127.60	90.40	6	22	94.60	14.00	1	20
JUNIO	14.30	10.80	19	3	12.70	8.80	30	4
JULIO	17.90	14.50	14	3	8.20	3.30	2	7
AGOSTO	14.70	11.10	16	3	3.30	2.10	18	4
SEPTIEMBRE	109.90	25.90	15	14	96.00	25.90	16	15
OCTUBRE	78.30	18.90	11	11	72.00	27.30	18	13
NOVIEMBRE	107.40	31.20	13	11	128.50	20.90	1	19
DICIEMBRE	45.20	24.70	20	6	177.00	40.40	16	15
VALOR ANUAL	836.40	90.40		121.00	1386.30	49.50		177.00

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO								
	1994				1995			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	193.40	40.40	30	15	14.9	6.2	10	7
FEBRERO	112.20	25.30	4	15	85.2	31.8	20	7
MARZO	244.40	27.20	29	23	118.7	28.2	20	13
ABRIL	201.10	51.50	1	22	158.4	20.1	7	17
MAYO	103.20	27.80	29	21				
JUNIO	0.90	0.30	9	4	97.5	32.5	24	11
JULIO	2.90	1.70	22	3	42.5	10.3	31	13
AGOSTO	3.40	2.40	15	3	83.9	26.4	12	14
SEPTIEMBRE	27.90	12.00	24	7	5.7	2.9	12	5
OCTUBRE	90.20	26.80	7	10	152.7	33.5	30	19
NOVIEMBRE	186.80	38.40	21	24	232.4	37.8	20	22
DICIEMBRE	79.90	23.80	27	15	77.8	32.8	20	13
VALOR ANUAL	1246.30	51.50		162.00				

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO								
	1996				1997			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	146.5	20.3	30	19	140.9	29.6	19	20
FEBRERO	138.3	32.4	4	14	13.2	2.6	1	11
MARZO	181.8	37.6	6	20	167.7	31.1	16	17
ABRIL	199.4	29.7	15	24	83.2	22.8	24	17
MAYO	189.4	26	23	23	65.9	15.2	14	12
JUNIO	37.2	8.9	25	13	58.8	17.8	13	11
JULIO	29	9.7	5	11	0	0	1	0
AGOSTO	83.2	71.6	31	5	0	0	1	0
SEPTIEMBRE	84.5	24.5	27	12	108.6	19.7	22	8
OCTUBRE	169.4	39.8	16	19	152.7	34	29	18
NOVIEMBRE	14.4	10.8	28	5	219.2	26.5	4	25
DICIEMBRE	47.7	21.3	4	11	120.3	43.5	1	13
VALOR ANUAL	1320.80	71.60			1130.50	43.50		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO

	1998				1999			
	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación
		Máxima en				Máxima en		
		Mensual	24hrs			Día	Mensual	
ENERO	58.1	21.6	7	9	81.6	24.6	4	18
FEBRERO	86.5	16.5	14	10	237.2	31	25	24
MARZO	127.5	44.4	27	17	185.3	31.8	19	23
ABRIL	143.9	60.2	13	23	234.1	35.3	27	17
MAYO	193.9	54	3	19	70.1	18.2	10	19
JUNIO	14.5	3.4	2	11	126.6	55.5	12	17
JULIO	32.2	10	9	11	25.1	21.5	3	7
AGOSTO	18.8	5.7	7	9	24.8	8.6	26	6
SEPTIEMBRE	58.8	22.9	16	12	136.3	27.5	30	15
OCTUBRE	103.6	14	25	21	87.1	16.6	25	18
NOVIEMBRE	138.6	28.7	4	17	101	28	19	13
DICIEMBRE	32.6	6.1	5	12	221.2	37	8	23
VALOR ANUAL	1009.00	60.20			1530.40	55.50		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO								
	2000				2001			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	177.3	33.5	16	18	84.1	22.9	10	12
FEBRERO	165.8	37.4	24	19	63.9	17.7	21	9
MARZO	149.5	32.5	22	23	186.4			
ABRIL	187.6	26.2	15	24	63.1			
MAYO	123.8				88.8	26.7	15	12
JUNIO	66.4	24.7	16	9	8.5	4.9	3	6
JULIO	22.1	13.5	20	7	35	14.8	26	12
AGOSTO	9.7	6.8	9	7	0	0	1	0
SEPTIEMBRE	67.3	17	3	18	94.6	30	8	16
OCTUBRE	43.8	10.3	27	11	9.3	5.1	24	4
NOVIEMBRE	16.7	8	22	10	113.6	27.2	25	10
DICIEMBRE	76.1	17.6	27	10	118.1	52.9	12	20
VALOR ANUAL	1106.10				865.40			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO

	2002				2003			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	36.6	16	8	11	25.4			
FEBRERO	59.1	31.6	27	10	79.1	23.8	27	
MARZO	123.1	14.9	27	21	100.9	18.7	26	
ABRIL	256.6	50.6	7	19	244.6	45.7	12	
MAYO	133.1	38.4	21	12	28.7	12	8	
JUNIO	37.3	10.8	2	10	54.1	16.4	16	
JULIO	8.2	4.9	19	5	15.7	7.9	2	
AGOSTO	9.8	5	31	7				
SEPTIEMBRE	19.2	11.4	25	7	67.8	25.6	30	
OCTUBRE	144.6	38.2	24	18	117.7	14.2	13	
NOVIEMBRE	95	23.3	2	17	159.4	44.6	11	
DICIEMBRE	152.9				103.2	44.9	25	
VALOR ANUAL	1075.5							

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO

	2004				2005			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	56				37.90	15.80	24	8
FEBRERO	34.4	16.3	19	6	150.60	60.30	10	11
MARZO	75.2	24.8	7	12	134.30	30.50	5	20
ABRIL	156.3	40.8	13	18	84.20			
MAYO	113.8	27.6	24	21	37.70	13.40	17	10
JUNIO	11	5.5	9	3	31.80	9.40	29	12
JULIO	6.7	3.5	26	7	53.40			
AGOSTO	0.6	0.2	4	3	26.80	13.70	23	4
SEPTIEMBRE	97.6	14.9	9	13	35.60	21.50	28	7
OCTUBRE	98.8	33	10	19	116.00	29.20	20	18
NOVIEMBRE	125.5	35.6	24	18	58.40	17.40	11	12
DICIEMBRE	94.8	20.7	15	14	115.10			
VALOR ANUAL	870.7				881.80			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO

	2006				2007			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	52.30				66.2			
FEBRERO	105.20	33.30	19	19	67.5	17.9	15	8
MARZO	202.50				177.2	33.8	22	20
ABRIL	209.50	27.20	3	25	188.1	20.7	22	26
MAYO	113.60	32.50	8	16	101	33.5	10	19
JUNIO	50.20	16.10	5	12	22.2	6	2	11
JULIO	3.10	3.10	28	1	12.5	5.3	17	9
AGOSTO	3.50	1.70	18	5	33.4	5.9	26	14
SEPTIEMBRE	35.60	20.90	24	9	3	1.5	21	2
OCTUBRE	109.50	28.30	12	15	160.1	20.6	10	22
NOVIEMBRE	182.40	37.70	21	23	194.7	36.8	23	22
DICIEMBRE	183.00	35.50	6	18				15
VALOR ANUAL	1250.40							

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO								
	2008				2009			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	156.5	25	27	20	165.8			
FEBRERO	217.9	37	19	19	141.5	35.9	17	13
MARZO	188.8	24.2	30	27	173.8	32	27	17
ABRIL	203.8	48.9	11	22	161.3	47.8	11	12
MAYO	171.3	31.2	24	23	62.7	16.4	1	16
JUNIO	56.5	15.8	12	15	35	15.9	10	10
JULIO	12.3	4.9	8	9	2.6	1.1	3	6
AGOSTO	37	13	23	19	1	0.7	30	4
SEPTIEMBRE	58.7	12.8	21	16	7.4	4.8	17	2
OCTUBRE	235.3	44.5	14	22	69.4	16.7	31	13
NOVIEMBRE	72.4				71.3	17.8	27	11
DICIEMBRE	121.2	22.4	18	21	120	39.7	26	17
VALOR ANUAL	1531.70				1011.80			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO

	2010				2011			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	4.6	3.9	25	4	82.4	30	2	13
FEBRERO	46	20.6	6	11	182.5	23.9	24	22
MARZO	26.5	10.5	22	11	145.8	25.7	5	26
ABRIL	220.4	25	30	24	372.9	39.9	12	30
MAYO					55.2	16.8	1	14
JUNIO	34.5	8.2	1	14	28.5	13.6	19	11
JULIO	93.6	17.2	14	18	117.2	35.4	29	11
AGOSTO	59.4	21	15	7	48.9	19.2	18	7
SEPTIEMBRE	87.8	20.8	28	18	73.3	15.9	17	10
OCTUBRE	51.8	17.6	21	13	54.8	11.9	5	12
NOVIEMBRE	167.6	35	15	19	65.7	23	26	13
DICIEMBRE	181.7	35.7	17	19	107	26.5	18	20
VALOR ANUAL					1334.20	39.90		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IÑAQUITO							
	2012				2013	2014	2015
		PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)		
	Suma	Máxima en			Suma	Suma	Suma
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	Mensual	Mensual
ENERO	158.9	18.7	5	25	43.00	138.00	63.30
FEBRERO	125.3	27.4	29	26	196.40	60.60	112.80
MARZO	143.8	35	17	17	83.10	213.60	177.40
ABRIL	203.4	31.9	4	27	111.00	46.20	102.80
MAYO	40.2	20.6	1	9	115.40	219.20	30.80
JUNIO	21.4	12.9	16	10	0.30	10.90	2.50
JULIO	1.8	1.4	10	2	0.10	0.10	46.00
AGOSTO	2.6	1.4	16	2	18.20	1.70	2.10
SEPTIEMBRE	12.5	5.6	24	5	31.80	85.30	6.50
OCTUBRE	133.8	27.4	11	20	141.70	144.60	91.50
NOVIEMBRE	177	29.9	14	17	48.00	79.20	109.30
DICIEMBRE	60.8	33.4	25	7	46.60	22.70	
VALOR ANUAL	1081.50	35.00			835.60	1022.10	

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA								
	1990				1991			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	76.70	19.10	8	14	125.40	28.60	18	15
FEBRERO	157.40	25.10	21	23	104.70	22.40	4	15
MARZO	62.40	23.60	18	21	180.80	19.60	2	27
ABRIL	292.50	46.60	24	25	95.40	14.40	3	22
MAYO	85.70	18.40	29	20	147.70	26.20	8	24
JUNIO	15.20	8.10	10	10	90.90	35.80	16	16
JULIO	65.40	25.80	10	14	43.90	12.90	6	9
AGOSTO	25.10	9.60	27	8	14.40	7.60	8	4
SEPTIEMBRE	43.50	18.30	20	8	116.70	25.70	30	15
OCTUBRE	190.60	47.00	13	24	133.50	23.40	1	19
NOVIEMBRE	48.60	14.40	17	11	138.80	16.20	19	28
DICIEMBRE	74.10	21.80	29	13	142.30	33.30	28	22
VALOR ANUAL	1137.20	47.00		191	1334.50	35.80		216

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	1992				1993				
		PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	53.90	12.20	25	17	141.90	23.30	4	19	
FEBRERO	80.00	28.80	20	16	227.30	36.90	1	23	
MARZO	98.60	16.00	16	19	237.40	36.00	31	27	
ABRIL	178.10	32.80	16	25	234.10	42.60	7	27	
MAYO	121.80	37.60	22	25	130.50	18.60	24	27	
JUNIO	37.40	18.70	19	7	9.50	2.50	27	6	
JULIO	24.70	22.70	13	6	21.70	7.00	2	9	
AGOSTO	17.40	7.50	16	10	17.10	10.30	16	6	
SEPTIEMBRE	114.90	20.70	13	15	91.40	26.20	28	18	
OCTUBRE	118.80	19.00	10	17	88.00	25.50	23	16	
NOVIEMBRE	88.50	17.10	12	17	102.30	17.70	7	20	
DICIEMBRE	92.70	25.00	20	13	244.90	41.80	6	24	
VALOR ANUAL	1026.80	37.60		187	1546.10	42.60		222	

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	1994				1995				
		PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	180.60	32.00	30	21	53.90	16.70	9	14	
FEBRERO	211.70	36.40	21	18	61.40	20.50	20	11	
MARZO	244.00	26.20	14	25	208.40	57.40	20	18	
ABRIL	220.60	30.30	1	26	168.80	19.10	14	21	
MAYO	224.70	45.70	11	25	107.90	21.00	25	21	
JUNIO	11.50	5.00	21	8	84.80	19.10	5	16	
JULIO	24.50	9.20	4	11	53.20	11.30	26	16	
AGOSTO	7.60	2.40	6	7	100.50	21.80	2	18	
SEPTIEMBRE	86.80	22.00	16	12	50.70	16.10	22	9	
OCTUBRE	75.20	28.10	7	15	137.10	21.60	9	24	
NOVIEMBRE	197.10	41.10	26	26	209.90	29.80	9	25	
DICIEMBRE	159.50	30.30	3	22	124.90	14.50	24	20	
VALOR ANUAL	1643.80	45.70		216	1361.50	57.40		213	

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	1996				1997				
		PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	160.90	28.40	30	22	233.40	27.90	26	24	
FEBRERO	220.70	38.40	9	26	102.00	16.40	17	19	
MARZO	223.70	47.20	7	26	194.90	34.20	17	22	
ABRIL	237.40	43.10	10	26	168.10	39.00	15	26	
MAYO	212.50	17.50	17	29	104.10	17.10	12	22	
JUNIO	75.20	20.10	29	18	112.80	35.40	24	13	
JULIO	30.00	12.80	10	14	4.60	3.70	31	4	
AGOSTO	39.80	9.40	20	10	17.00	17.00	19	1	
SEPTIEMBRE	45.60	11.20	20	12	71.10	22.00	22	12	
OCTUBRE	163.60	23.00	9	22	150.50	19.00	31	23	
NOVIEMBRE	74.20	18.30	28	8	250.30	54.70	20	28	
DICIEMBRE	83.60	24.40	4	12	195.30	34.00	16	21	
VALOR ANUAL	1567.20	47.20			1604.10	54.70			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	1998				1999				
	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	
	Mensual	Máxima en 24hrs	Día		Mensual	Máxima en 24hrs	Día		
ENERO	83.10	20.00	7	16	93.40	14.10	6	24	
FEBRERO	143.20	26.30	11	20	251.30	32.10	16	24	
MARZO	205.90	35.60	22	22	269.50	45.60	19	25	
ABRIL	264.70	27.80	18	29	152.30	30.40	10	22	
MAYO	224.90	39.90	27	19	201.00	30.90	5	26	
JUNIO	49.60	21.70	18	11	134.50	25.30	15	23	
JULIO	37.60	8.60	10	10	7.90	5.20	3	8	
AGOSTO	72.00	29.60	9	15	43.60	8.30	31	11	
SEPTIEMBRE	57.40	12.80	18	18	157.20	28.70	26	24	
OCTUBRE	192.50	28.80	25	22	104.20	15.90	26	24	
NOVIEMBRE	181.40	25.50	21	22	160.30	34.20	19	18	
DICIEMBRE	44.70	14.60	28	12	192.50	21.20	16	28	
VALOR ANUAL	1557.00	39.90			1767.70	45.60			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2000				2001				
		PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	161.20	18.70	29	19	144.80	29.30	5	20	
FEBRERO	184.60	27.00	28	24	168.20	34.10	26	13	
MARZO	268.80	35.50	11	25	226.30	26.40	20	26	
ABRIL	231.40	29.10	15	25	133.60	29.20	17	22	
MAYO	250.50	38.20	12	28	102.00	22.70	5	22	
JUNIO	137.70	34.60	16	20	38.20	20.20	1	13	
JULIO	42.60	11.40	20	12	36.10	10.00	7	12	
AGOSTO	28.80	10.50	13	9	12.40	12.40	25	1	
SEPTIEMBRE	167.70	37.30	6	26	91.40	15.20	18	16	
OCTUBRE	49.90	7.70	27	14	7.90	3.00	27	7	
NOVIEMBRE	57.90	12.00	19	12	119.00	25.80	13	15	
DICIEMBRE	73.70	12.20	28	16	192.60	26.00	3	24	
VALOR ANUAL	1654.80	38.20			1272.50	34.10			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2002				2003				
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	94.00	30.10	2	14	144.70	50.30	30	14	
FEBRERO	93.40	18.80	27	14	104.40	33.20	27	17	
MARZO	201.40	40.00	20	22	111.50	20.80	15	18	
ABRIL	248.00	47.80	19	26	183.70	28.00	12	22	
MAYO	132.70	34.50	18	15	118.00	34.00	5	20	
JUNIO	69.70	24.30	7	11	117.80	17.60	11	19	
JULIO	26.50	14.30	11	6	7.90	4.70	7	6	
AGOSTO	11.80	5.80	3	4	32.20	10.40	2	7	
SEPTIEMBRE	22.90	4.70	30	12	101.30	19.30	19	14	
OCTUBRE	129.60	17.60	31	17	153.20	27.30	20	16	
NOVIEMBRE	185.00	37.40	4	21	200.10	28.20	11	26	
DICIEMBRE	243.60	32.60	8	21	110.50	30.00	11	17	
VALOR ANUAL	1458.60	47.80			1385.30	50.30			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2004				2005				
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	58.90	19.00	5	6	33.30	12.20	9	12	
FEBRERO	66.10	11.00	11	16	201.40	37.90	10	13	
MARZO	74.80	20.40	6	13	210.20	27.20	8	25	
ABRIL	150.40	24.70	3	25	115.70	24.30	20	21	
MAYO	147.40	37.90	18	19	100.10	23.10	5	16	
JUNIO	24.30	13.90	9	6	66.80	18.40	14	12	
JULIO	28.60	11.20	8	16	50.60	12.80	4	8	
AGOSTO	3.10	1.40	25	6	53.90	18.90	14	11	
SEPTIEMBRE	98.70	18.80	30	15	84.10	33.00	28	10	
OCTUBRE	136.30	26.80	19	23	83.70	28.40	10	20	
NOVIEMBRE	152.70	20.90	10	22	105.80	29.30	6	16	
DICIEMBRE	187.70	71.40	14	19	159.40	26.60	25	25	
VALOR ANUAL	1129.00	71.40			1265.00	37.90			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2006				2007				
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	93.30	14.00	19	20	171.30	41.60	25	13	
FEBRERO	188.80	30.80	4	22	55.10	20.00	13	10	
MARZO	167.50	27.40	16	24	229.90	34.80	23	23	
ABRIL	262.00	31.20	29	25	264.30	28.90	9	28	
MAYO	76.30	14.80	11	15	243.60	38.40	3	23	
JUNIO	92.20	28.10	5	16	59.70	14.80	5	14	
JULIO	13.10	5.80	27	7	62.60	21.90	22	10	
AGOSTO	23.60	14.10	18	8	34.80	10.90	15	12	
SEPTIEMBRE	51.60	10.70	3	11	16.40	8.30	26	7	
OCTUBRE	76.50	21.30	27	15	201.90	42.70	8	22	
NOVIEMBRE	245.90	31.90	14	24	326.20	29.30	6	23	
DICIEMBRE	174.60	31.20	20	21	117.80	25.80	15	19	
VALOR ANUAL	1465.40	31.90		208	1783.60	42.70			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2008				2009				
	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	Suma	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación	
	Mensual	Máxima en 24hrs	Día		Mensual	Máxima en 24hrs	Día		
ENERO	246.60	23.20	25	23	295.40	30.50	13	26	
FEBRERO	275.50	30.00	15	22	186.60	29.20	12	21	
MARZO	263.50	37.40	19	29	262.40	84.50	25	26	
ABRIL	257.00	38.30	9	25	189.90	40.40	11	22	
MAYO	216.40	20.30	17	27	102.80	23.00	28	19	
JUNIO	111.50	20.00	12	20	48.20	11.20	11	15	
JULIO	28.50	10.30	18	15	7.10	3.40	24	9	
AGOSTO	96.70	28.20	28	22	29.00	7.50	22	10	
SEPTIEMBRE	103.10	32.00	21	18	9.70	6.70	16	4	
OCTUBRE	199.50	42.60	13	30	86.40	17.70	13	16	
NOVIEMBRE	108.00	13.80	12	24	88.80	15.90	12	13	
DICIEMBRE	126.00	21.60	14	22	209.90	20.40	8	23	
VALOR ANUAL	2032.30	42.60			1516.20	84.50			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA									
	2010				2011				
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en			
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día		
ENERO	45.60	29.30	23	10	138.30	21.20	2	21	
FEBRERO	103.70	23.30	6	18	193.30	42.40	6	22	
MARZO	114.20	44.60	30	17	143.70	22.90	20	25	
ABRIL	289.20	32.60	5	27	262.40	26.20	12	29	
MAYO	149.20	45.00	4	15	92.80	25.20	12	17	
JUNIO	100.40	30.20	1	20	61.40	23.90	29	14	
JULIO	196.20	44.00	5	19	69.40	15.00	15	17	
AGOSTO	52.50	28.80	19	7	76.70	35.50	20	11	
SEPTIEMBRE	79.50	15.70	1	19	56.90	15.90	15	10	
OCTUBRE	89.70	19.30	21	16	197.60	35.10	3	18	
NOVIEMBRE	249.40	35.60	15	22	30.40	6.40	11	13	
DICIEMBRE	304.80	36.10	8	27	164.90	26.80	17	24	
VALOR ANUAL	1774.40	45.00			1487.80	42.40			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

IZOBAMBA								
	2012				2013	2014	2015	
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación				
	Suma	Máxima en			Suma	Suma	Suma	
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	Mensual	Mensual	
ENERO	254.30	28.70	5	27	43.70	177.90	94.90	
FEBRERO	227.30	45.20	4	29	230.50	135.40	78.90	
MARZO	197.40	28.40	25	20	128.10	242.30	233.30	
ABRIL	219.30	23.70	6	27	101.90	141.60	152.20	
MAYO	64.90	13.30	20	17	239.00	186.90		
JUNIO	10.60	3.20	15	7	9.80	43.30	10.60	
JULIO	19.80	14.70	12	4	8.30	12.50		
AGOSTO	20.00	13.00	4	7	43.50	49.90		
SEPTIEMBRE	20.50	15.10	24	7	38.90	78.50		
OCTUBRE	167.00	28.50	15	22	191.50	132.10		
NOVIEMBRE	169.00	28.00	24	21	45.90	112.80	193.40	
DICIEMBRE	30.50	7.30	23	10	79.60	79.80		
VALOR ANUAL	1400.60	45.20			1160.70	1393.00		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

NAYÓN GRANJA SANTA ANA - PUCE

	2007				2008			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	71.2				112.3	39.7	9	14
FEBRERO	77.1	17.8	16	7	141.9	60.3	19	16
MARZO	163	33.6	18	14	166.6	22.1	29	21
ABRIL	192	34.8	22	18	153.6	44.4	11	20
MAYO	46.9	21.2	29	7	114.6	23.8	3	23
JUNIO	27.3	12.7	1	5	28.9	5.5	17	11
JULIO	7.9	3.1	17	4	6.4	2.8	15	4
AGOSTO	8.7	3	15	4	28.4	6.9	23	14
SEPTIEMBRE	1	1	25	1	66.4			
OCTUBRE	144.2	32.4	10	16	219.5	44	19	19
NOVIEMBRE	152.8	35.6	10	16	67.8	13.5	24	14
DICIEMBRE	36.2	14.8	15	18	133	20.7	14	19
VALOR ANUAL	928.3				1239.4			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

NAYÓN GRANJA SANTA ANA - PUCE

	2009				2010			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	146.6	17.7	16	20	23.8	19.2	25	3
FEBRERO	101.6	28	17	10	45.5	23	6	8
MARZO	136.2	30.4	25	13	25.3	8.4	22	10
ABRIL	83.8	30.5	15	12	97.2	23.4	10	20
MAYO	29.9	11.1	2	9	108.9	29.2	2	12
JUNIO	13.3	7.8	11	5	31	13.6	1	10
JULIO	1.1				87.5	26.8	11	14
AGOSTO	0.7	0.7	30	1	41.4	18.9	31	6
SEPTIEMBRE	42.2	29	16	2	47.8	11	11	10
OCTUBRE	113.6	20	14	11	32.3	9.4	21	11
NOVIEMBRE	21.2	10	28	6	157.7	27.4	21	17
DICIEMBRE	109.8	38.7	2	13	144.7	31.6	17	18
VALOR ANUAL	800				843.1	31.6		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

NAYÓN GRANJA SANTA ANA - PUCE								
	2011				2012			
	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en			Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	Día		Mensual	24hrs	Día	
ENERO	62.1				120.7	30	5	18
FEBRERO	128.8	29.2	17	18	109.2	35.4	29	20
MARZO	123.2				79.6	14.4	23	14
ABRIL	345.6	71	24	26	181.9	39.8	8	22
MAYO	45.1	12.6	15	11	17.6	7.7	2	5
JUNIO	16.1	4.8	18	8	22.2			
JULIO	50.5				0	0	1	0
AGOSTO	27.9	14	23	5	3.2	2.2	4	2
SEPTIEMBRE	32.1	18.9	24	8	19.1	14	24	4
OCTUBRE	67.4	29	5	12	88.9	29	6	16
NOVIEMBRE	82.2	39	26	11	174.4	38.9	11	17
DICIEMBRE	75.2	19.8	13	12	33.2			
VALOR ANUAL	1056.2				850			

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

NAYÓN GRANJA SANTA ANA - PUCE			
	2013	2014	2015
	PRECIPITACION(mm)	PRECIPITACION(mm)	PRECIPITACION(mm)
	Suma	Suma	Suma
	Mensual	Mensual	Mensual
ENERO	25.80	99.20	85.40
FEBRERO	203.60	50.70	87.40
MARZO	61.10	133.60	114.20
ABRIL	101.40	56.70	55.20
MAYO	67.60	135.30	59.60
JUNIO	0.00	6.30	3.50
JULIO	2.10	1.00	13.70
AGOSTO	11.70	1.40	0.00
SEPTIEMBRE	25.60	94.10	
OCTUBRE	93.00	178.00	
NOVIEMBRE	56.50	76.10	
DICIEMBRE	38.60	59.80	
VALOR ANUAL	687.00	892.20	

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2014)

**ANEXO 2 CÁLCULO DE LOS FACTORES DE
AJUSTE MENSUAL F_m PARA OBTENCIÓN DE
TPDA**

Se realizó el cálculo de Fm para la obtención de TPDA a partir del promedio de los valores que se mostrarán a continuación; para obtener los valores de Fm para cada mes y año respectivo, se procedió a obtener valores promedio diario mensuales para cada mes en su respectivo año (total recaudado en ese mes para el número de días de ese mes); ya sea de montos de consumo de combustibles o de los montos recaudados de los peajes. Posteriormente se realizó el cálculo del valor Promedio Diario Anual (Es decir el total recaudado para 365 días) de todos los meses de cada año. Finalmente para obtener Fm se usó la ecuación:

$$Fm = \frac{\text{Promedio Diario Anual}}{\text{Promedio Diario Mensual}}$$

Si se tiene Volúmenes de Tráfico de vías con características Similares a la Vía en estudio, la ecuación de acuerdo a (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) será:

$$Fm = \frac{\text{Tránsito Promedio Diario Anual}}{\text{Tránsito Promedio Diario Mensual}}$$

Montos Recaudados de consumo de Combustible expresado en (Dólares).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERO	1299757	1409880	1507001	1588080	1736532	1887944
FEBRERO	1192172	1317252	1367065	1499597	1646807	1793102
MARZO	1305465	1357128	1488383	1664502	1882535	1927161
ABRIL	1254710	1401543	1515819	1645462	1785215	1872659
MAYO	1342977	1461474	1543893	1690093	1875608	2010478
JUNIO	1313746	1419132	1554646	1660182	1831515	1968824
JULIO	1371995	1513529	1620289	1744059	1875639	2019943
AGOSTO	1403533	1508130	1620520	1757407	1959997	2045886
SEPTIEMBRE	1366357	1519002	1579393	1721613	1889897	1914182
OCTUBRE	1417876	1543423	1650459	1792904	1933735	2025343
NOVIEMBRE	1394251	1459974	1569332	1721341	1883076	1978670
DICIEMBRE	1475028	1638707	1774112	1932930	2084551	2152705
TOTAL	16137867	17549175	18790911	20418170	22385107	23596897

Fuente: Información Obtenida de : (Informe Estadístico 1972-2012, EP Petroecuador, 2012)

Cálculo de valores Promedio Diario Anual y Mensual a partir de consumo de combustible expresado en (Dólares)

	Promedio Diario Mensual					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERO	41927,6452	45480	48612,9355	51228,3871	56017,1613	60901,4194
FEBRERO	42577,5714	45422,4828	48823,75	53557,0357	58814,5357	61831,1034
MARZO	42111,7742	43778,3226	48012,3548	53693,6129	60726,9355	62166,4839

ABRIL	41823,6667	46718,1	50527,3	54848,7333	59507,1667	62421,9667
MAYO	43321,8387	47144,3226	49803	54519,129	60503,4839	64854,129
JUNIO	43791,5333	47304,4	51821,5333	55339,4	61050,5	65627,4667
JULIO	44257,9032	48823,5161	52267,3871	56259,9677	60504,4839	65159,4516
AGOSTO	45275,2581	48649,3548	52274,8387	56690,5484	63225,7097	65996,3226
SEPTIEMBRE	45545,2333	50633,4	52646,4333	57387,1	62996,5667	63806,0667
OCTUBRE	45737,9355	49787,8387	53240,6129	57835,6129	62378,5484	65333,6452
NOVIEMBRE	46475,0333	48665,8	52311,0667	57378,0333	62769,2	65955,6667
DICIEMBRE	47581,5484	52861,5161	57229,4194	62352,5806	67243,5806	69442,0968
Total por año promedio diario mensual	530426,941	575269,054	617570,632	671090,141	735737,872	773495,819
Promedio diario Anual	44213,3342	47948,5656	51481,9479	55940,1918	61329,0603	64472,3962

Fuente :Elaboración Propia, Información Obtenida de :(Informe Estadístico 1972-2012, EP Petroecuador, 2012)

Factores de Ajuste Fm Obtenidos del consumo de combustible de Diésel, Extra y Súper en el país entre los años 2007 a 2012. (Valor Adimensional)

	Factor mensual						Promedio
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ENERO	1,05451508	1,05427805	1,05901747	1,09197644	1,09482628	1,05863536	1,06887478
FEBRERO	1,03841842	1,05561305	1,05444477	1,04449753	1,04275345	1,04271786	1,04640752
MARZO	1,04990433	1,09525817	1,07226459	1,04184071	1,00991528	1,03709253	1,05104594
ABRIL	1,05713673	1,02633809	1,01889371	1,01989943	1,03061637	1,03284788	1,03095537
MAYO	1,02057843	1,01705917	1,03371178	1,0260654	1,01364511	0,99411398	1,01752898
JUNIO	1,00963202	1,01361746	0,99344702	1,01085649	1,00456278	0,98239959	1,00241923
JULIO	0,99899297	0,98207932	0,98497267	0,9943161	1,01362835	0,98945578	0,99390753
AGOSTO	0,97654516	0,9855951	0,98483227	0,98676399	0,97000193	0,97690892	0,98010789
SEPTIEMBRE	0,97075656	0,94697503	0,97788102	0,97478687	0,9735302	1,01044304	0,97572879
OCTUBRE	0,96666659	0,96305778	0,9669676	0,96722744	0,9831755	0,98681768	0,97231877
NOVIEMBRE	0,95133518	0,98526204	0,98415022	0,97494091	0,97705659	0,9775111	0,97504267
DICIEMBRE	0,92921176	0,90705998	0,89957138	0,89715921	0,91204335	0,92843389	0,91224659
SUMA	12,0236932	12,0321932	12,0301545	12,0303305	12,0257552	12,0173776	12,0265841

Fuente: Elaboración Propia. Información Obtenida de :(Informe Estadístico 1972-2012, EP Petroecuador, 2012)

Factores de Ajuste Fm Obtenidos del peaje de la Autopista General Rumiñahui entre los años 2007 a 2009. (Valor Adimensional)

Factores de Ajuste	
Mes	Factor
Enero	1,09
Febrero	1,06
Marzo	1,04
Abril	1,04
Mayo	1,01

Junio	0,99
Julio	1
Agosto	1,03
Septiembre	0,94
Octubre	0,94
Noviembre	0,95
Diciembre	0,93

Fuente:(Estudios de Ingeniería definitivos del Proyecto RUTA SUR - Vía Aeropuerto, Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2012)

Montos Recaudados en el peaje de la Vía Interoceánica expresado en (Dólares).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	519317	648429	702595	761982	840434	825921	916247	993112	975530
Febrero	480224	620608	673329	726260	803865	763101	798645	635407	881971
Marzo	566655	629851	733725	866859	876410	851766	959465	474408	1043938
Abril	506196	418733	720409	792756	780794	764421	974560	558638	1013752
Mayo	560581	699985	751744	780119	762647	819846	950885	1050029	1041088
Junio	561405	717757	774144	791556	866850	858406	950354	1013633	1039642
Julio	552005	708705	770090	764562	815409	838693	976686	1041457	945004
Agosto	496466	677620	697810	722787	779372	810416	921029	958018	904711
Septiembre	558212	730822	779176	794423	851715	824710	958830	1028088	1003601
Octubre	615442	767322	794558	826928	876235	892478	1007113	1036777	1026413
Noviembre	620869	727592	756361	748592	799096	853379	998942	999786	978295
Diciembre	599806	697282	773054	830130	844156	849614	926554	1004485	1024741
Total	6637178	8044706	8926995	9406954	9896983	9952751	11339310	10793838	11878686

Fuente:: (Reporte Consolidado de Tráfico por meses entre 2007 a 2015, EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD Y OBRAS PÚBLICAS (Actual EPMMOP), 2016)

Cálculo de valores Promedio Diario Anual y Mensual a partir de los montos recaudados en el peaje de la Vía Interoceánica expresado en (Dólares).

	Promedio Diario Mensual								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	16752,161	20917,065	22664,355	24580,065	27110,774	26642,613	29556,355	32035,871	31468,710
Febrero	17150,857	21400,276	24047,464	25937,857	28709,464	26313,828	28523,036	22693,107	31498,964
Marzo	18279,194	20317,774	23668,548	27963,194	28271,290	27476,323	30950,484	15303,484	33675,419
Abril	16873,200	13957,767	24013,633	26425,200	26026,467	25480,700	32485,333	18621,267	33791,733
Mayo	18083,258	22580,161	24249,806	25165,129	24601,516	26446,645	30673,710	33871,903	33583,484
Junio	18713,500	23925,233	25804,800	26385,200	28895,000	28613,533	31678,467	33787,767	34654,733
Julio	17806,613	22861,452	24841,613	24663,290	26303,516	27054,613	31506,000	33595,387	30484,000
Agosto	16015,032	21858,710	22510,000	23315,710	25141,032	26142,452	29710,613	30903,806	29184,226
Septiembre	18607,067	24360,733	25972,533	26480,767	28390,500	27490,333	31961,000	34269,600	33453,367
Octubre	19852,968	24752,323	25630,903	26675,097	28265,645	28789,613	32487,516	33444,419	33110,097
Noviembre	20695,633	24253,067	25212,033	24953,067	26636,533	28445,967	33298,067	33326,200	32609,833
Diciembre	19348,581	22492,968	24937,226	26778,387	27230,839	27406,903	29888,839	32402,742	33056,161
Total por año promedio diario mensual	218178,064	263677,527	293552,916	309322,961	325582,577	326303,522	372719,419	354255,553	390570,728
Promedio diario Anual	18184,0493	21980,071	24457,5205	25772,4767	27115,0219	27193,3087	31066,6027	29572,1589	32544,3452

Fuente: Elaboración Propia, Adaptado de: (Reporte Consolidado de Tráfico por meses entre 2007 a 2015, EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD Y OBRAS PÚBLICAS (Actual EPMMOP), 2016)

Factores de Ajuste Fm Obtenidos del peaje de la vía Interoceánica "Oswaldo Guayasamín"

	Factor Mensual									Promedio
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
ENERO	1,08547482	1,05082006	1,07911832	1,04851135	1,00015668	1,02066974	1,05109723	0,92309521	1,03418111	1,03256939
FEBRERO	1,06024143	1,02709288	1,01705195	0,99362397	0,94446283	1,03342278	1,08917589	1,30313397	1,03318779	1,05571039
MARZO	0,99479494	1,08181491	1,0333342	0,92165713	0,95910097	0,98969972	1,00375176	1,93238083	0,96641247	1,09810522
ABRIL	1,07768825	1,57475559	1,0184848	0,97529921	1,04182493	1,067212	0,95632704	1,58808525	0,963086	1,14030701
MAYO	1,00557373	0,97342401	1,0085656	1,02413449	1,10216874	1,02823283	1,01280879	0,87305867	0,96905804	0,99966943
JUNIO	0,97170755	0,91869829	0,94778958	0,97677777	0,93839841	0,95036528	0,98068518	0,87523272	0,93910246	0,94430636
JULIO	1,02119642	0,96144687	0,98453835	1,04497317	1,03085161	1,00512651	0,98605354	0,88024462	1,06758776	0,99800209
AGOSTO	1,13543632	1,00555208	1,08651802	1,1053696	1,07851665	1,04019734	1,04563991	0,95690992	1,11513478	1,06325274
SEPTIEMBRE	0,97726577	0,9022746	0,94166866	0,97325266	0,95507377	0,98919531	0,97201598	0,86292688	0,97282721	0,9496112
OCTUBRE	0,91593607	0,88800035	0,95422	0,96616244	0,95929252	0,94455277	0,95626279	0,88421804	0,98291302	0,939062
NOVIEMBRE	0,87864184	0,90628007	0,97007331	1,03283805	1,01796362	0,9559636	0,93298518	0,88735466	0,99799177	0,95334357
DICIEMBRE	0,93981309	0,97719746	0,98076349	0,96243574	0,99574685	0,99220654	1,03940481	0,91264372	0,98451677	0,97608094
SUMA	12,0637702	12,2673572	12,0221263	12,0250356	12,0235576	12,0168444	12,0262081	12,8792845	12,0259992	12,1500203

Fuente: Elaboración Propia, Adaptado de: (Reporte Consolidado de Tráfico por meses entre 2007 a 2015, EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD Y OBRAS PÚBLICAS (Actual EPMMOP), 2016)

**ANEXO 3 TASAS DE CRECIMIENTO DEL PARQUE
AUTOMOTOR PARA LA CIUDAD DE QUITO**

Valores de Tasas de Crecimiento del Parque Automotor. Normas de Diseño Geométrico 2003

Tipos de Vehículos	Periodo	
	1990-2000	2000-2010
Livianos	5%	4%
Buses	4%	4%
Camiones	6%	5%

Fuente: (Normas de Diseño Geométrico - 2003, Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2003)

Valores de Tasas de Crecimiento del Parque Automotor. Secretaría de Movilidad

5,7%	(Tasa actual 1998-2014)
3,5%	
8,0%	

Fuente: (Secretaría de Movilidad del D.M.Q., 2016)

Valores de Tasas de Crecimiento del Parque Automotor. Informe Rehabilitación del Pavimento de la Avenida Simón Bolívar (2010)

Período	Livianos	Buses	Camiones
2009-2013	2,28%	0,08%	3,66%
2014-2018	2,05%	0,08%	3,09%
2019-2023	1,86%	0,08%	2,68%
2024-2028	1,70%	0,08%	2,36%

Fuente: (Rehabilitación del Pavimento de la Avenida Simón Bolívar, Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas Actual EPMMOP, 2010)

Valores de Tasas de Crecimiento del Parque Automotor. Estudios de Ingeniería definitivos del Proyecto RUTA-SUR

Año	Tramo	Desde	Hasta	Tasas quinquenales			
				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA
2020	1	Simón Bolívar	Cumbayá/Lumbisí	4%	2%	4%	4%
2025	1			4,40%	1,20%	3,90%	4,30%
2030	1			4,30%	-0,10%	3,10%	4,20%

Fuente:(Estudios de Ingeniería definitivos del Proyecto RUTA SUR - Vía Aeropuerto, Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2012)

**ANEXO 4 CÁLCULO DE TPDA Y DE
PROYECCIONES A FUTURO PARA LOS
DIFERENTES TRAMOS ESTABLECIDOS EN LA
AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR**

CÁLCULO TPDA

Tramo Límite Sur D.M.Q. - Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)

SENTIDO NORTE – SUR

Ubicación: Entrada El troje
Coordenadas 0°19'30.6"S 78°31'10.68"O
Zona 17 Sur 776085 Este 9964025 Norte

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 10 al 16 de Marzo del 2014)	Conteo durante 24 horas
Lunes	14142
Martes	14402
Miércoles	13125
Jueves	13347
Viernes	14185
Sábado	15142
Domingo	13238
Suma=	97581
T.P.D. =	13940

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm:	Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.	= 69201
Dn:	Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.	= 28380
m:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.	= 5
n:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.	= 2

T.P.D.S. = 13940 Sentido N-S

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Marzo	=	1.0470

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Viernes	14142	1.014	0.986
Sábado	14402	1.033	0.968
Domingo	13125	0.942	1.062
Lunes	13347	0.957	1.044
Martes	14185	1.018	0.983
Miércoles	15142	1.086	0.921
Jueves	13238	0.950	1.053
TOTAL	97581	PROMEDIO	1.002

$$Fd = 1.002$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 14630$$

SENTIDO SUR-NORTE

Ubicación: Entrada El troje
Coordenadas 0°19'30.6"S 78°31'10.68"O
 Zona 17 Sur 776085 Este 9964025 Norte

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 10 al 16 de Marzo del 2014)	Conteo durante 24 horas
Lunes	10501
Martes	13079
Miércoles	13559
Jueves	13397
Viernes	14212
Sábado	15879
Domingo	14735
Suma=	95362
T.P.D. =	13623

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm: Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio. = 64748
Dn: Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio. = 30614
m: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio. = 5
n: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio. = 2

T.P.D.S. = 13623 Sentido S-N

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Marzo	=	1.0470

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Lunes	10501	0.771	1.297
Martes	13079	0.960	1.042
Miércoles	13559	0.995	1.005
Jueves	13397	0.983	1.017
Viernes	14212	1.043	0.959
Sábado	15879	1.166	0.858
Domingo	14735	1.082	0.925
TOTAL	95362	PROMEDIO	1.015

$$Fd = 1.015$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 14471$$

Tramo Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) - Autopista General Rumiñahui

SENTIDO NORTE – SUR

Ubicación: Forestal-Rumiñahui
Coordenadas: Desconocido

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 13 al 19 de Enero del 2010)	Conteo durante 24 horas
Miércoles	20389
Jueves	20634
Viernes	23275
Sábado	20054
Domingo	14575
Lunes	20368
Martes	21467
Suma=	140762
T.P.D. =	20109

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm: Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio. = 106133

Dn: Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio. = 34629

m: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio. = 5

n: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio. = 2

T.P.D.S. = 20109 Sentido N-S

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Enero	=	1.0654

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Miércoles	20389	1.014	0.986
Jueves	20634	1.026	0.975
Viernes	23275	1.157	0.864
Sábado	20054	0.997	1.003
Domingo	14575	0.725	1.380
Lunes	20368	1.013	0.987
Martes	21467	1.068	0.937
TOTAL	140762	PROMEDIO	1.019

$$Fd = 1.019$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 21825$$

TRAMO SUR-NORTE

Ubicación: Forestal-Rumiñahui
Coordenadas Desconocido

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 13 al 19 de Enero del 2010)	Conteo durante 24 horas
Miércoles	20705
Jueves	21230
Viernes	23187
Sábado	20089
Domingo	16232
Lunes	20875
Martes	21547
Suma=	143865
T.P.D. =	20552

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm:	Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.	10754
		4
Dn:	Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.	36321
m:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.	5
n:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.	2

Sentido S-
N

T.P.D.S. = 20552

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
--	------------------------------	--	--

Fm	Enero	=	1.065 4
-----------	--------------	---	------------

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Miércoles	20705	1.007	0.993
Jueves	21230	1.033	0.968
Viernes	23187	1.128	0.886
Sábado	20089	0.977	1.023
Domingo	16232	0.790	1.266
Lunes	20875	1.016	0.985
Martes	21547	1.048	0.954
TOTAL	143865	PROMEDI O	1.011

$$Fd = 1.011$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 22129$$

Tramo Autopista General Rumiñahui - Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)

SENTIDO NORTE – SUR

Ubicación: Entre Rumiñahui y Guayasamín
Coordenadas No disponible

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 1 al 5 de Enero del 2010)	Conteo durante 24 horas
Viernes	6864
Sábado	8818
Domingo	8025
Lunes	6236
Martes	19795
Suma=	49738
T.P.D. =	9948

$$TPDS = \frac{4}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{3}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm: Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio. = 26031
Dn: Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio. = 23707
m: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio. = 2
n: Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio. = 3

T.P.D.S. = 10824 Sentido N-S

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Enero	=	1.0654

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Viernes	6864	0.634	1.577
Sábado	8818	0.815	1.228
Domingo	8025	0.741	1.349
Lunes	6236	0.576	1.736
Martes	19795	1.829	0.547
TOTAL	49738	PROMEDIO	1.287

$$Fd = 1.287$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 14843$$

TRAMO SUR-NORTE

Ubicación: Entre Rumiñahui y Guayasamín
 Coordenadas No disponible

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 1 al 5 de Enero del 2010)	Conteo durante 24 horas
Viernes	11219
Sábado	16747
Domingo	17849
Lunes	23823
Martes	24691
Suma=	94329
T.P.D. =	18866

$$TPDS = \frac{4}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{3}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm:	Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.	= 48514
Dn:	Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.	= 45815
m:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.	= 2
n:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.	= 3

T.P.D.S. = 20406 Sentido S-N

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Enero	=	1.0654

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Viernes	11219	0.550	1.819
Sábado	16747	0.821	1.218
Domingo	17849	0.875	1.143
Lunes	23823	1.167	0.857
Martes	24691	1.210	0.826
TOTAL	94329	PROMEDIO	1.173

$$Fd = 1.173$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 25495$$

Tramo Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) - Panamericana Norte

SENTIDO NORTE – SUR

Ubicación: 300 mts Panamericana Norte
Coordenadas 0°6'41.44"S 78°27'24"O
Zona 17 Sur 783002 Este 9987662 Norte

Días (Semana del 19 al 25 de Julio del 2013)	Conteo durante 24 horas
Viernes	26440
Sábado	22607
Domingo	18390
Lunes	23524
Martes	24086
Miércoles	24147
Jueves	24747
Suma=	163941
T.P.D. =	23420

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm:	Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.	12294	=	4
Dn:	Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.	40997	=	2
m:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.	5	=	5
n:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.	2	=	2

T.P.D.S. = 23420 Sentido N-S

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Julio	=	1.001 0

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Viernes	26440	1.129	0.886
Sábado	22607	0.965	1.036
Domingo	18390	0.785	1.274
Lunes	23524	1.004	0.996
Martes	24086	1.028	0.972
Miércoles	24147	1.031	0.970
Jueves	24747	1.057	0.946
TOTAL	163941	PROMEDI O	1.011

$$Fd = 1.011$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 23709$$

TRAMO SUR-NORTE

Ubicación: 300 mts Panamericana Norte
 Coordenadas 0°6'41.44"S 78°27'24"O
 Zona 17 Sur 783002 Este 9987662 Norte

Resumen conteo Semanal

Días (Semana del 19 al 25 de Julio del 2013)	Conteo durante 24 horas
Viernes	26403
Sábado	23469
Domingo	17423
Lunes	23334
Martes	23738
Miércoles	22112
Jueves	22716
Suma=	159195
T.P.D. =	22742

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dm}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{Dn}{n}$$

Donde:

Dm:	Número de vehículos contabilizados en el día m de los días laborables de la semana en estudio.	= 118303
Dn:	Número de vehículos contabilizados en el día n de los días no laborables de la semana en estudio.	= 40892
m:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días laborables de la semana en estudio.	= 5
n:	Número de días que se realizaron los conteos con respecto a los días no laborables de la semana en estudio.	= 2

T.P.D.S. = 22742 Sentido S-N

Cálculo de TPDA

Determinación de Fm

	Mes realizado estudio		
Fm	Julio	=	1.0010

Determinación de Fd

$$Fd = \frac{1}{\frac{TPDS}{TD}}$$

Día de la Semana	TD (veh/día)	TD/TPDS	fd
Viernes	26403	1.161	0.861
Sábado	23469	1.032	0.969
Domingo	17423	0.766	1.305
Lunes	23334	1.026	0.975
Martes	23738	1.044	0.958
Miércoles	22112	0.972	1.028
Jueves	22716	0.999	1.001
TOTAL	159195	PROMEDIO	1.014

$$Fd = 1.014$$

$$TPDA = TPDS \times Fm \times Fd$$

$$TPDA = 23083$$

PROYECCIONES DE TRÁFICO

Tramo Límite Sur D.M.Q. - Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)

Año	Sentido N-S				Sentido S-N				TOTAL DOS SENTIDOS
	Livianos	Buses	Pesados	Total	Livianos	Buses	Pesados	Total	
2014	12436	439	1756	14630	12300	434	1737	14471	29101
2015	12831	446	1823	15100	12692	441	1803	14936	30035
2016	13239	453	1893	15585	13095	448	1872	15415	31000
2017	13660	460	1965	16085	13512	455	1944	15910	31996
2018	14094	467	2040	16602	13941	462	2018	16422	33024
2019	14543	475	2119	17136	14385	470	2096	16950	34086
2020	15005	477	2200	17682	14842	477	2176	17495	35176
2021	15918	483	2241	18643	15745	478	2217	18440	37083
2022	16489	490	2321	19300	16310	485	2296	19091	38391
2023	17081	497	2403	19981	16896	492	2377	19764	39746
2024	17695	504	2488	20687	17502	498	2461	20462	41149
2025	18330	511	2577	21418	18131	505	2549	21185	42602
2026	18988	518	2668	22174	18782	512	2639	21933	44107
2027	19670	525	2763	22958	19456	519	2733	22708	45666
2028	20376	532	2861	23769	20154	527	2830	23511	47280
2029	21107	540	2963	24610	20878	534	2930	24342	48952
2030	21865	547	3068	25480	21627	541	3034	25203	50683

Tramo Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde) - Autopista General Rumiñahui

Año	Sentido N-S				Sentido S-N				TOTAL DOS SENTIDOS
	Livianos	Buses	Pesados	Total	Livianos	Buses	Pesados	Total	
2010	18551	655	2619	21825	18810	664	2655	22129	43954
2011	19141	665	2719	22526	19408	674	2757	22839	45365
2012	19750	676	2823	23249	20025	685	2863	23573	46822
2013	20378	686	2932	23996	20662	696	2972	24330	48326
2014	21026	697	3044	24767	21319	707	3086	25112	49879
2015	21695	708	3160	25563	21997	718	3204	25920	51483
2016	22384	720	3282	26386	22696	730	3327	26753	53139
2017	23096	731	3407	27235	23418	741	3455	27614	54849
2018	23831	743	3538	28111	24163	753	3587	28503	56614
2019	24589	755	3673	29016	24931	765	3724	29421	58437
2020	25370	767	3814	29951	25724	777	3867	30368	60319
2021	27344	762	3844	31951	27725	773	3898	32396	64346
2022	28326	773	3980	33079	28721	783	4036	33540	66619
2023	29343	783	4122	34248	29752	794	4179	34725	68974
2024	30396	794	4268	35459	30820	805	4328	35953	71412
2025	31488	805	4420	36713	31926	817	4481	37224	73937

2026	32618	817	4577	38011	33072	828	4640	38541	76552
2027	33789	828	4739	39356	34260	839	4805	39904	79260
2028	35002	839	4907	40749	35490	851	4976	41316	82065
2029	36259	851	5081	42191	36764	863	5152	42779	84970
2030	37560	863	5262	43685	38084	875	5335	44294	87979

Tramo Autopista General Rumiñahui - Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)

Año	Sentido N-S				Sentido S-N				TOTAL DOS SENTIDOS
	Livianos	Buses	Pesados	Total	Livianos	Buses	Pesados	Total	
2010	12617	445	1781	14843	21671	765	3059	25495	40338
2011	13018	452	1849	15320	22360	777	3177	26313	41633
2012	13432	460	1920	15811	23071	789	3298	27159	42970
2013	13859	467	1994	16319	23805	802	3425	28031	44351
2014	14300	474	2070	16844	24562	815	3556	28932	45776
2015	14754	482	2149	17386	25343	828	3692	29862	47248
2016	15223	489	2232	17945	26149	841	3833	30823	48767
2017	15708	497	2317	18522	26980	854	3980	31814	50336
2018	16207	505	2406	19118	27838	868	4133	32838	51957
2019	16722	513	2498	19734	28723	882	4291	33896	53629
2020	17254	521	2594	20369	29637	896	4455	34987	55357
2021	18597	518	2614	21729	31943	890	4490	37323	59053
2022	19264	526	2707	22497	33089	903	4650	38642	61139
2023	19956	533	2803	23292	34277	915	4815	40007	63299
2024	20672	540	2903	24115	35508	928	4986	41422	65537
2025	21415	548	3006	24968	36783	941	5163	42886	67854
2026	22183	555	3112	25851	38103	954	5346	44403	70254
2027	22980	563	3223	26766	39471	967	5536	45974	72740
2028	23805	571	3337	27713	40888	981	5732	47601	75314
2029	24659	579	3456	28694	42356	994	5936	49286	77980
2030	25544	587	3579	29710	43876	1008	6147	51031	80741

Tramo Avenida Luis Román Pérez (De los Granados) - Panamericana Norte

Año	Sentido N-S				Sentido S-N				TOTAL DOS SENTIDOS
	Livianos	Buses	Pesados	Total	Livianos	Buses	Pesados	Total	
2013	20153	711	2845	23709	19621	692	2770	23083	46792
2014	20794	723	2954	24470	20244	704	2876	23824	48294
2015	21455	734	3067	25256	20888	715	2986	24589	49845
2016	22137	746	3185	26067	21553	726	3101	25379	51447
2017	22841	758	3307	26905	22238	738	3219	26195	53100
2018	23567	770	3433	27770	22945	749	3343	27037	54807
2019	24317	782	3565	28663	23675	761	3471	27907	56570
2020	25090	794	3701	29586	24428	773	3604	28804	58390
2021	26722	794	3761	31278	26017	773	3662	30452	61729
2022	27682	805	3894	32381	26951	784	3792	31527	63908
2023	28675	817	4033	33525	27918	795	3926	32640	66164
2024	29705	828	4176	34709	28921	806	4066	33792	68501
2025	30771	839	4324	35935	29959	817	4210	34986	70921
2026	31876	851	4478	37205	31034	829	4359	36222	73427
2027	33020	863	4637	38520	32149	840	4514	37503	76023
2028	34206	875	4801	39882	33303	852	4674	38829	78711
2029	35434	887	4972	41292	34498	864	4840	40202	81495
2030	36706	899	5148	42753	35737	876	5012	41625	84378

**ANEXO 5 NOMBRE DE LAS INTERSECCIONES DE CALLES Y AVENIDAS QUE
ATRAVIESAN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR**

Intersección			
Nombre de la Vía	Sentido	Tipo de Intersección	Sector
Camposanto La Piedad	S-N	A Nivel en T	Cutuglagua Inicio DMQ Sur
Parque Metropolitano			
Ingreso a Ciudad Jardín	N-S		El Troje
Ingreso a Escombrera El Troje	S-N		
Ingreso a planta de tratamiento "El Troje"	N-S		
Barrio El Conde Caminos del Inca IV			
Ingreso a Ciudad Futura			
Planta Calle Comunal	S-N		San Martín de Porres
Salida San Martín de Porres Calle V (S39D)	N-S		
Calle S37	S-N		
Calle S35			
Calle S32			
Calle E1B	N-S		Lucha de los Pobres
Calle S31	Ambos		
Calle S20I	N-S		
Calle Vía del Oleoducto	S-N		
Calle E12A			
Avenida Gonzalo Pérez Bustamante (Morán Valverde)	Ambos	A Desnivel Direccionada con Tres Vías	Argelia
Calle S21A	S-N	A nivel en T	
Calle S21A			
Calle S20 Chordeleg	N-S		
Calle S19C Río Dureno		A Desnivel Cuadrante	
Calle E11 Ingreso Argelia, Vía Ontaneda	Ambos		
Calle S18B		A Nivel en T	
Calle S18	N-S		

Calle 17 A			
Calle S16B	S-N		
Calle E10E	N-S		
Calle Guasuntos			
Calle E11 La Sofía			
Calle S15	S-N		
Calle E13			
Calle S12F			
Calle S12E	N-S		
Calle S9 Ingreso Forestal Alta	S-N		
Calle E10 Pompeya	N-S		
Calle E10 Camino de los Incas	S-N		
Calle S8F	N-S		
Calle S6E			
Calle E9c			
Juan Bautista Aguirre	Ambos	A Desnivel Direccionada con Tres Vías	
Calle E15A	N-S	A Nivel en T	
Calle Joaquina Galarza	S-N		
Calle S4 Javier Loyola	N-S		
Calle E17A Ingreso Patrimonio Familiar	Ambos		
Calle E16 (Antes Curva)	S-N		
Calle S3D Antonio Campos	N-S		
Calle E14B			
Calle E15	S-N		
Calle E16 (Después Curva)			
Calle E19C			
Calle E19D			
			Forestal/San Patricio
			Puengasí
			Autopista General Rumiñahui

Calle Línea Férrea	N-S		
Autopista General Rumiñahui	Ambos	A Desnivel Trébol Completo	
Calle S4	S-N	A Nivel en T	Universidad Internacional
Calle E21E			
Calle María Barreto y Navarrete	N-S		
Av. Jorge Fernández (UIDE)	S-N		
Calle S10 Santa Rosa de Lima	Ambos		
Ruta Viva		A Desnivel Trompeta	Ruta Viva
Calle Bernardo de Legarda	S-N		
Avenida E20 De los Conquistadores	Ambos	A Nivel en T	De los Conquistadores
Ingreso a Perla Quiteña	S-N	A Nivel en T	
Avenida Oswaldo Guayasamín	Ambos	A Desnivel Trébol Completo	Interoceánica
Ingreso Hormigonera Quito		A Nivel en T	
Avenida Luis Román Pérez (De los Granados)		A Desnivel Direccionada con tres vías	
Ingreso Casa Selección	N-S		
Ingreso Colegio Johannes Kepler	S-N	A Nivel en T	De los Granados
Ingreso Liceo Campoverde			
Ingreso a Nayón	Ambos	A Desnivel en T	Nayón
Avenida De las Palmeras		A Nivel Redondel	De las Palmeras
Ingreso al Barrio de Zábiza (Puente sobre quebrada Zábiza)		A Desnivel Trompeta	
Ingreso a Gualo		A Nivel Redondel	Gualo
Ingreso a Planta Asfáltica	N-S	A Nivel en T	Llano Chico
Calle S/C Benítez Manuel		A Desnivel Trompeta	
Calle N3C Orquídeas	S-N	A Nivel en T	
Panamericana Norte	Ambos	A Desnivel	Panamericana Norte

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de Información Obtenida de (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas EPMMOP, 2014)

ANEXO 6 CAUSAS PRINCIPALES DE SINIESTROS Y ACCIDENTES REGISTRADOS DE MANERA GENERAL A LO LARGO DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR (EN PORCENTAJES).

CAUSAS PRINCIPALES DE LOS ACCIDENTES	General	Porcentaje
Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	165	26.40%
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	69	11.04%
Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).	51	8.16%
Realizar cambio brusco o indebido de carril.	48	7.68%
Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor)	43	6.88%
Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga)	43	6.88%
No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).	42	6.72%
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	30	4.80%
Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	20	3.20%
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electromecánico o mecánico).	15	2.40%
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.	15	2.40%
Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas de sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.	15	2.40%
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	13	2.08%
Exceso de peso y volumen, no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.	12	1.92%
Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.)	9	1.44%
No respetar las señales manuales del agente de tránsito.	6	0.96%
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	6	0.96%
Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.	5	0.80%
Cruzar la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).	4	0.64%
Presencia de agentes externos en la vía (Agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)	3	0.48%
Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño).	2	0.32%
Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	2	0.32%

Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.	1	0.16%
Calzada resbaladiza.	1	0.16%
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)	1	0.16%
Invadir carril.	1	0.16%
Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que están en peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes).	1	0.16%
Mal rebasamiento.	1	0.16%
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	1	0.16%
Suma	625	100.00%

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

**ANEXO 7 CAUSAS Y CLASES DE SINIESTROS EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR,
DISTRIBUIDOS POR SECTORES**

*** CAUSAS DE SINIESTROS SIN FALLECIDOS POR SECTOR.**

Causa \ Sector	Cutuglagua límite DMQ Sur	El Troje	San Martín de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas de sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	5	2	0	1	0	2	0	0	15
Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calzada resbaladiza.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.)	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	9
Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).	0	2	1	0	3	2	6	6	3	6	13	1	1	0	0	5	0	2	51
Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	0	0	1	0	4	1	3	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	2	18
Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor)	0	0	0	0	4	2	3	9	4	0	9	0	1	0	0	2	1	8	43
Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga)	0	0	0	1	5	3	4	8	3	4	6	3	0	0	0	2	0	1	40
Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	5
Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	0	5	2	2	4	5	12	22	21	6	40	8	5	2	2	7	2	10	155
Cruzar la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

* Para este anexo se establecieron varias tablas: ya sea para las causas, como para las clases de siniestros recopilados. En las filas se colocó los diferentes sectores de la Avenida Simón Bolívar, en las columnas se colocó las causas y las clases de los siniestros respectivamente, de acuerdo a cada tabla. Con ello se contabilizó la cantidad de causas y clases de siniestros por sector. Se estableció un formato de colores de acuerdo a la cantidad de siniestros recopilados por sector; es decir el color rojo para la mayor cantidad de siniestros y verde para el mínimo valor (cero), siendo el amarillo el valor medio.

Causa \ Sector	Cutuglagua límite DMQ Sur	El Troje	San Martín de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Exceso de peso y volumen, no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	11
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electromecánico o mecánico).	0	1	1	0	0	0	1	2	1	1	6	0	0	0	0	0	0	1	14
Invadir camil.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que están en peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes).	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mal rebasamiento.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	1	0	0	0	0	1	4	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	13
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.	0	0	1	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	1	1	1	0	3	1	4	4	1	0	8	1	0	0	2	1	1	1	30
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	1	0	0	0	4	6	9	11	6	2	12	3	1	1	0	3	1	9	69
No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).	0	1	2	0	3	1	5	5	1	2	6	0	2	1	0	2	1	7	39
No respetar las señales manuales del agente de tránsito.	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Presencia de agentes externos en la vía (Agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Realizar cambio brusco o indebido de carril.	0	0	0	0	3	1	5	9	6	0	13	3	0	0	0	0	0	8	48
SUMA	3	14	13	4	37	24	67	92	50	23	138	22	11	6	5	26	7	60	602

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Causa	Sector	Cutugajagua limite DMQ Sur	El Troje	San Martin de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de peso y volumen, no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electromecánico o mecánico).		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Invadir carril.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que están en peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes).		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mal rebasamiento.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.		0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
No respetar las señales manuales del agente de tránsito.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presencia de agentes externos en la vía (Agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Realizar cambio brusco o indebido de carril.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA		0	4	1	1	4	2	2	1	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	23

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

Causa \ Sector	Cutuglagua limite DMQ Sur	El Troje	San Martin de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento (semáforo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Exceso de peso y volumen, no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	12
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electromecánico o mecánico).	0	1	1	0	0	0	1	3	1	1	6	0	0	0	0	0	0	1	15
Invadir carril.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mal estacionado – el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que están en peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes).	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mal rebasamiento.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malas condiciones de la vía y/o configuración (iluminación y diseño).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	1	0	0	0	0	1	4	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	13
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.	0	0	1	0	3	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	1	1	1	0	3	1	4	4	1	0	8	1	0	0	2	1	1	1	30
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	1	0	0	0	4	6	9	11	6	2	12	3	1	1	0	3	1	9	69
No respeta las señales reglamentarias de tránsito (pare, ceda el paso, luz roja del tránsito)	0	1	3	0	3	1	5	5	1	2	8	0	2	1	0	2	1	7	42
No respetar las señales manuales del agente de tránsito.	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Presencia de agentes externos en la vía (Agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Realizar cambio brusco o indebido de carril.	0	0	0	0	3	1	5	9	6	0	13	3	0	0	0	0	0	8	48
SUMA	3	18	14	5	41	26	69	93	50	23	144	22	11	6	7	26	7	60	625

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

CLASES DE SINIESTROS SIN FALLECIDOS POR SECTOR.

Clase \ Sector	Cutuglagua límite DMQ Sur	El Troje	San Martín de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Atropello	0	0	2	0	2	1	7	8	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	31
Caida de Pasajero	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
Choque Frontal	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	7
Choque Lateral	1	1	2	0	7	2	9	6	5	2	10	0	1	0	0	3	0	14	63
Choque Posterior	1	2	1	2	6	7	11	22	11	3	19	3	2	0	0	6	1	20	117
Colisión	0	1	0	0	2	2	5	5	3	2	13	3	2	1	0	1	1	4	45
Estrellamiento	0	3	4	1	5	5	9	12	8	3	17	5	4	0	0	3	0	2	81
Otros	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	9
Pérdida de Pista	0	1	0	1	7	5	13	18	16	8	46	7	1	5	3	6	1	4	142
Rozamiento	1	1	2	0	3	1	4	2	1	0	8	3	0	0	2	3	0	3	34
Volcamiento	0	4	2	0	3	1	4	12	6	3	18	1	1	0	0	4	2	3	64
SUMA	3	14	13	4	37	24	67	92	50	23	138	22	11	6	5	26	7	60	602

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

CLASES DE SINIESTROS CON FALLECIDOS POR SECTOR.

Clase \ Sector	Cutugagua limite DMQ Sur	El Troje	San Martin de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Atropello	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	10
Caída de Pasajero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Choque Frontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Choque Lateral	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Choque Posterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colisión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estrellamiento	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	9
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida de Pista	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rozamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volcamiento	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	0	4	1	1	4	2	2	1	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	23

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

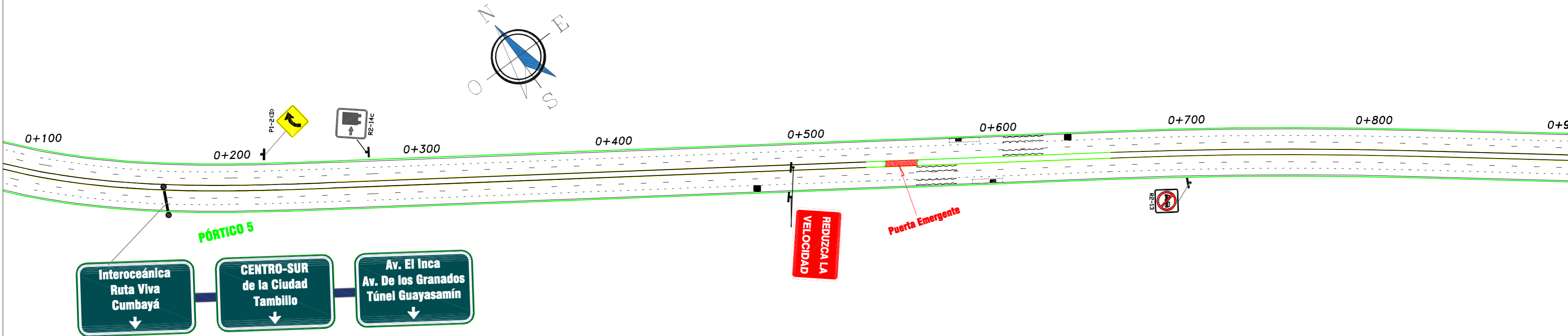
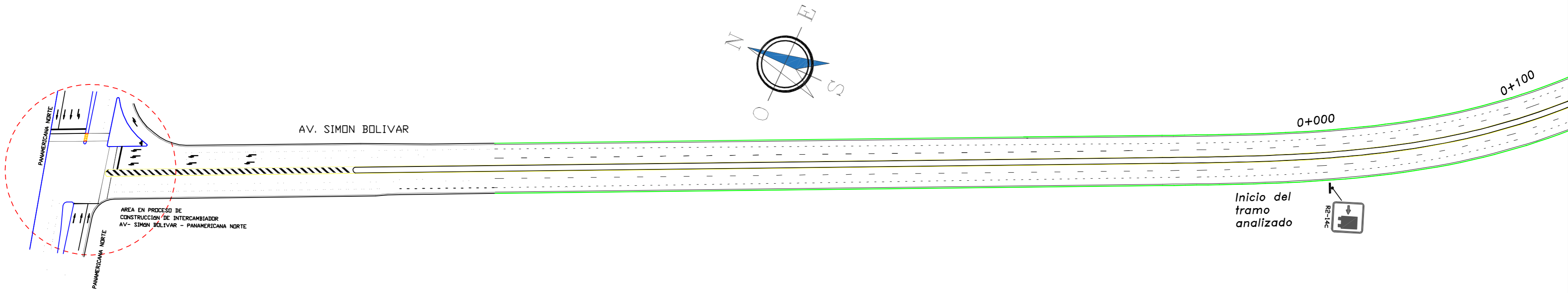
CLASES DE SINIESTROS TOTALES (SUMADOS) POR SECTOR.

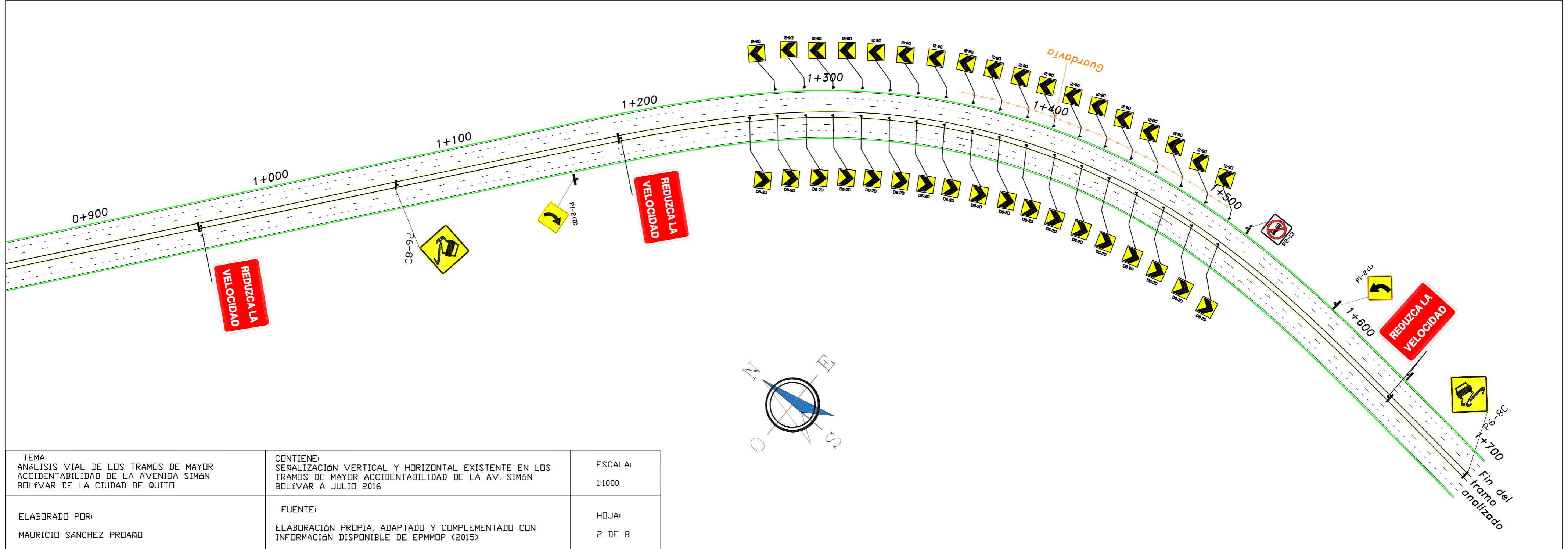
Clase \ Sector	Cutuglagua limite DMQ Sur	El Troje	San Martin de Porres	Lucha de Los Pobres	Argelia	Forestal	Juan Bautista Aguirre	Autopista General Rumiñahui	Universidad Internacional	Ruta Viva	De los Conquistadores	Interoceánica	De los Granados	Nayón	De las Palmeras	Gualo	Llano Chico	Panamericana Norte	SUMA
Atropello	0	0	2	0	5	3	8	8	0	2	5	0	0	0	1	0	0	7	41
Caida de Pasajero	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
Choque Frontal	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	7
Choque Lateral	1	2	3	0	7	2	9	6	5	2	10	0	1	0	0	3	0	14	65
Choque Posterior	1	2	1	2	6	7	11	22	11	3	19	3	2	0	0	6	1	20	117
Colisión	0	1	0	0	2	2	5	5	3	2	13	3	2	1	0	1	1	4	45
Estrellamiento	0	6	4	2	5	5	10	12	8	3	20	5	4	0	1	3	0	2	90
Otros	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	9
Pérdida de Pista	0	1	0	1	8	5	13	18	16	8	46	7	1	5	3	6	1	4	143
Rozamiento	1	1	2	0	3	1	4	2	1	0	8	3	0	0	2	3	0	3	34
Volcamiento	0	4	2	0	3	1	4	13	6	3	18	1	1	0	0	4	2	3	65
SUMA	3	18	14	5	41	26	69	93	50	23	144	22	11	6	7	26	7	60	625

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Agencia Metropolitana de Tránsito A.M.T., 2016)

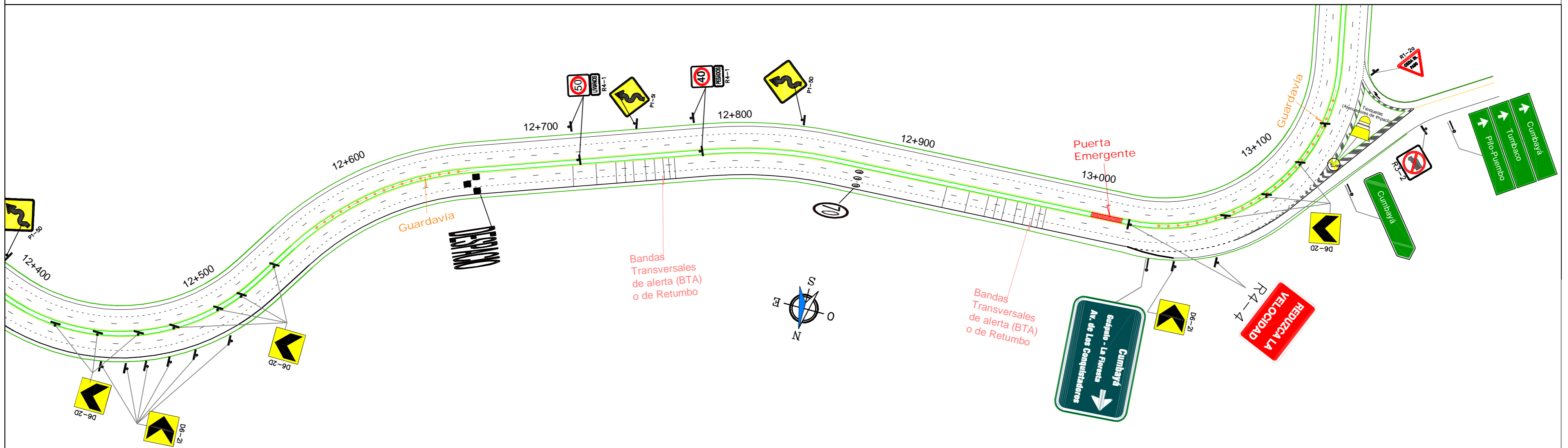
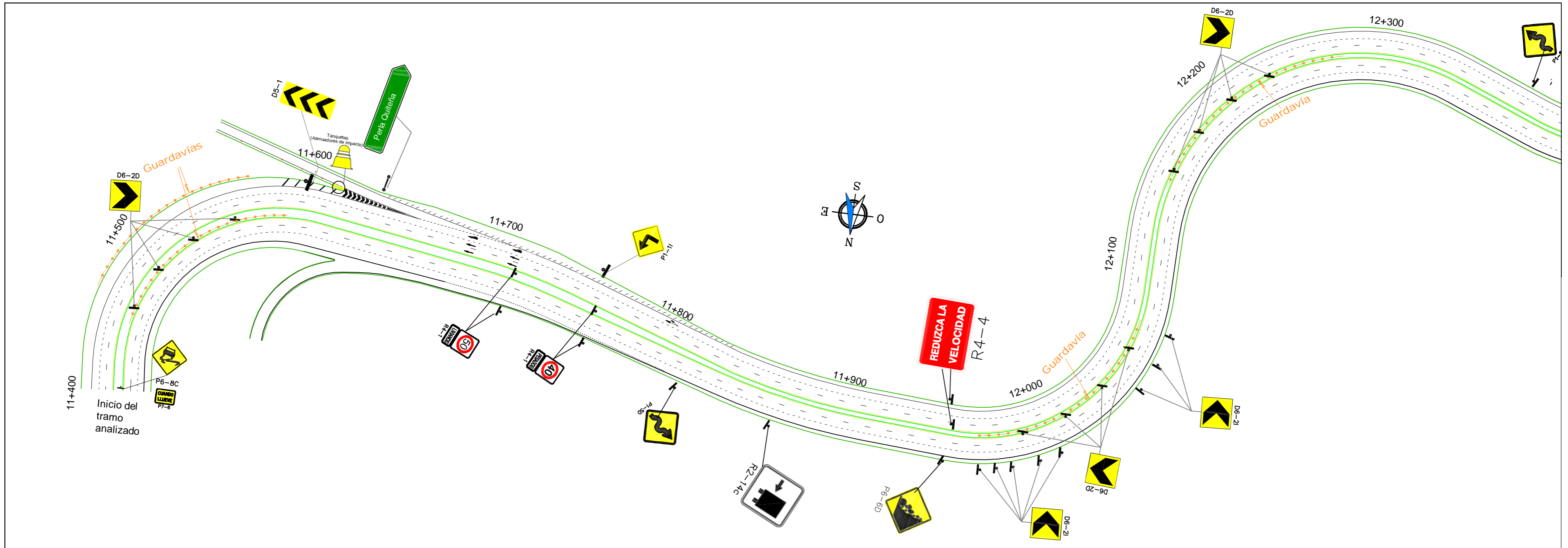
**ANEXO 8 PLANOS DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN
LOS TRAMOS OBTENIDOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD EN LA AV. SIMÓN
BOLÍVAR**

TEMA: ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO	CONTIENE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016	ESCALA: 1:1000
ELABORADO POR: MAURICIO SÁNCHEZ PROANO	FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMOP (2015)	HOJA: 1 DE 8

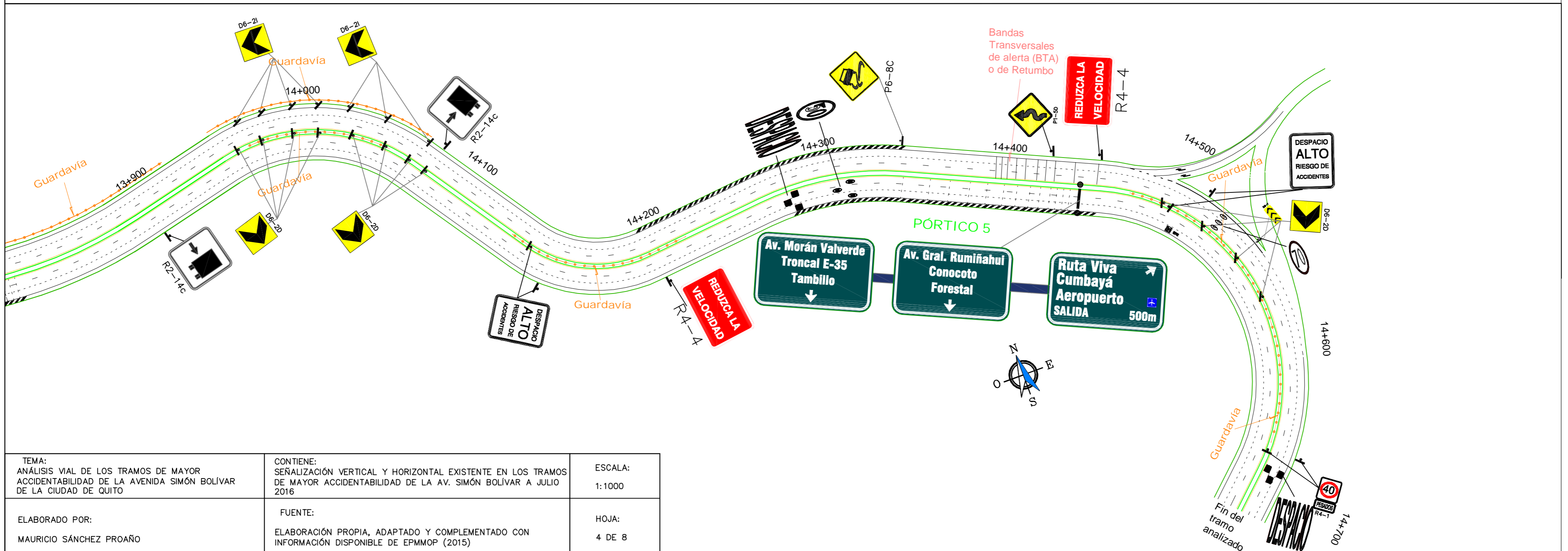
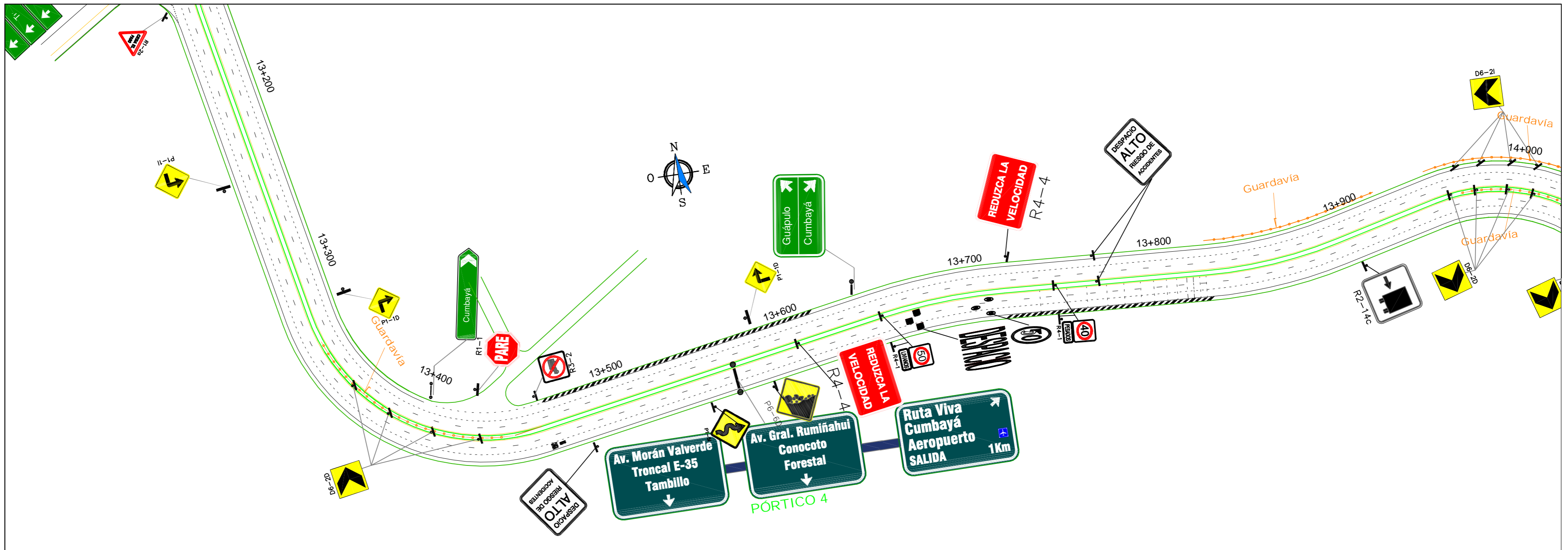




<p>TEMA: ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO</p>	<p>CONTIENE: SERIALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016</p>	<p>ESCALA: 1:1000</p>
<p>ELABORADO POR: MAURICIO SÁNCHEZ PROANO</p>	<p>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)</p>	<p>HOJA: 2 DE 8</p>

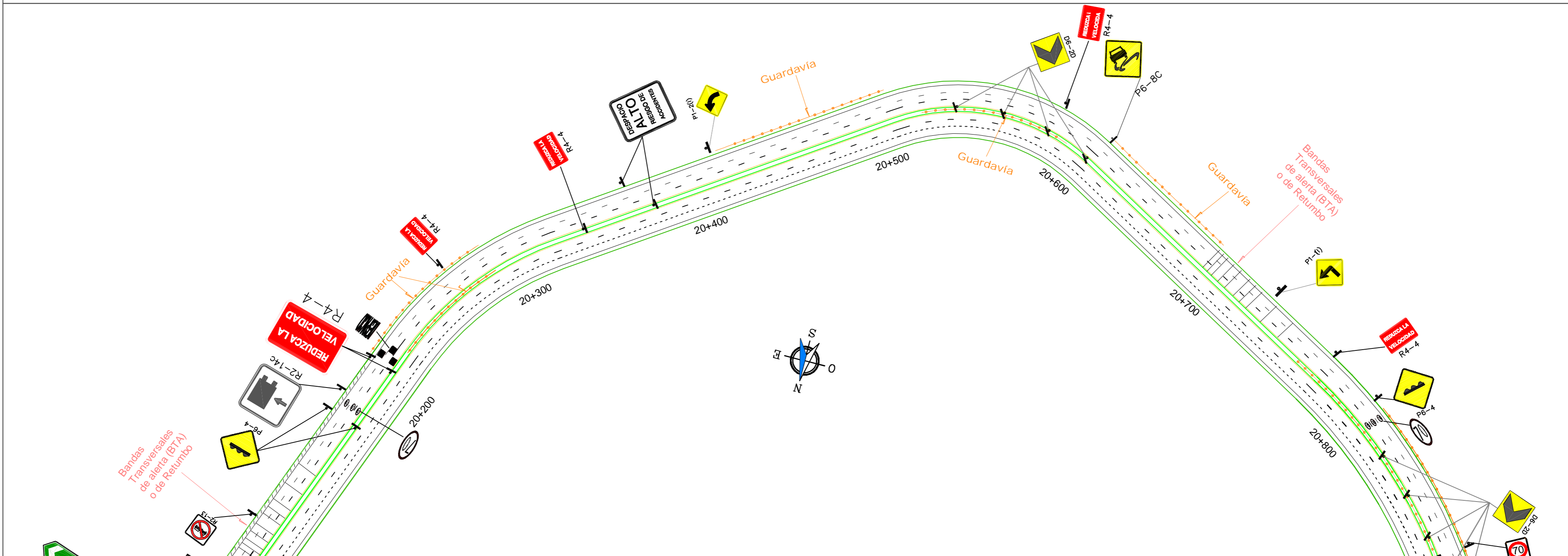
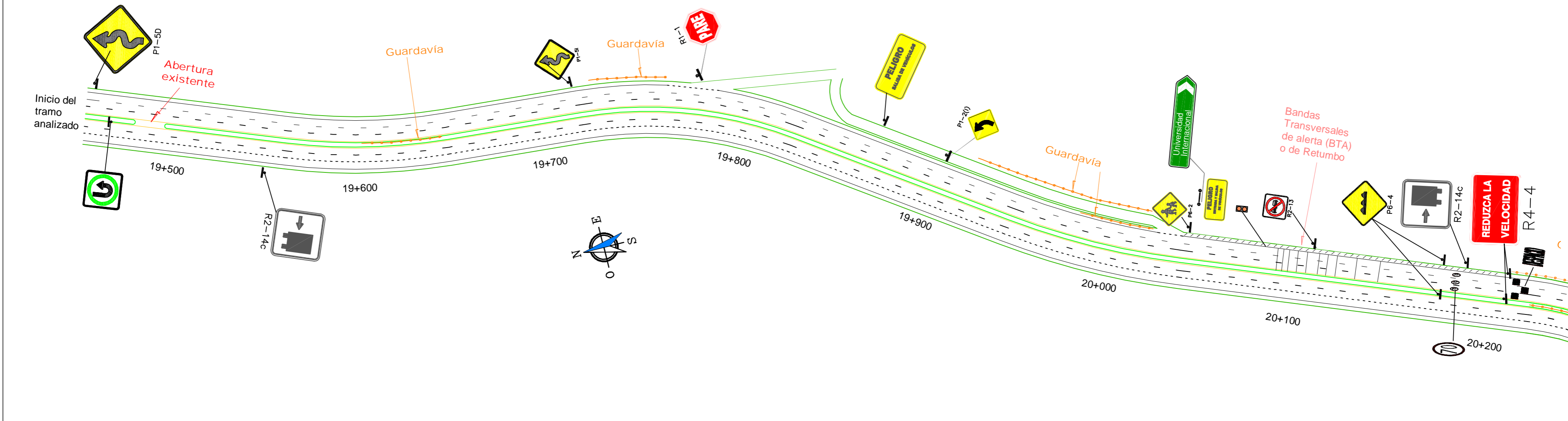


<p>TEMA: ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO</p>	<p>CONTIENE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016</p>	<p>ESCALA: 1:1000</p>
<p>ELABORADO POR: MAURICIO SÁNCHEZ PROAÑO</p>	<p>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)</p>	<p>HOJA: 3 DE 8</p>



<p>TEMA: ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO</p>	<p>CONTIENE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016</p>	<p>ESCALA: 1:1000</p>
<p>ELABORADO POR: MAURICIO SÁNCHEZ PROAÑO</p>	<p>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)</p>	<p>HOJA: 4 DE 8</p>

TEMA: ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO	CONTIENE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016	ESCALA: 1:1000
ELABORADO POR: MAURICIO SÁNCHEZ PROAÑO	FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)	HOJA: 5 DE 8



TEMA:
ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR
ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR
DE LA CIUDAD DE QUITO

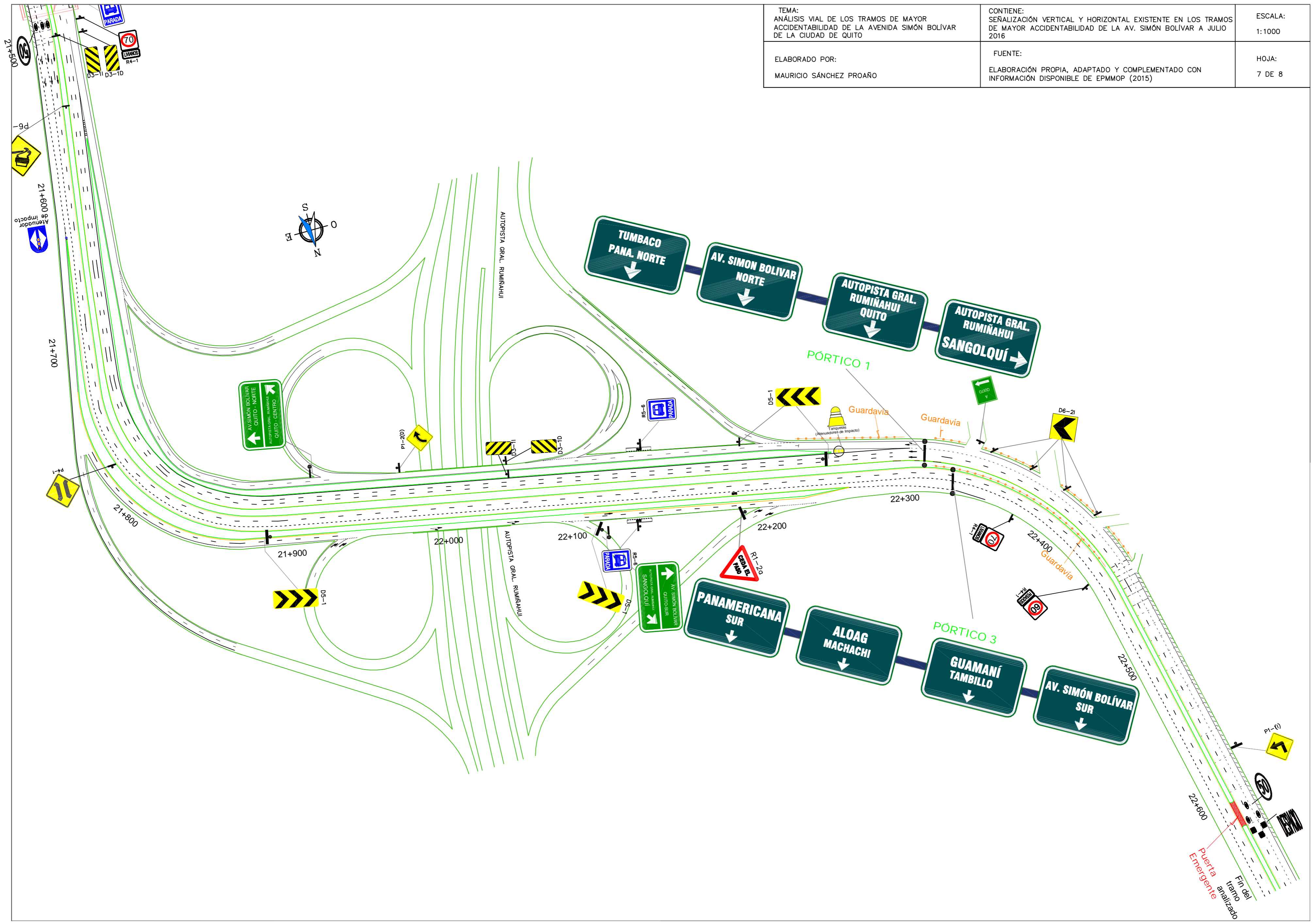
CONTIENE:
SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS
DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO
2016

ESCALA:
1:1000

ELABORADO POR:
MAURICIO SÁNCHEZ PROAÑO

FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON
INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)

HOJA:
7 DE 8



TEMA:
ANÁLISIS VIAL DE LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE QUITO

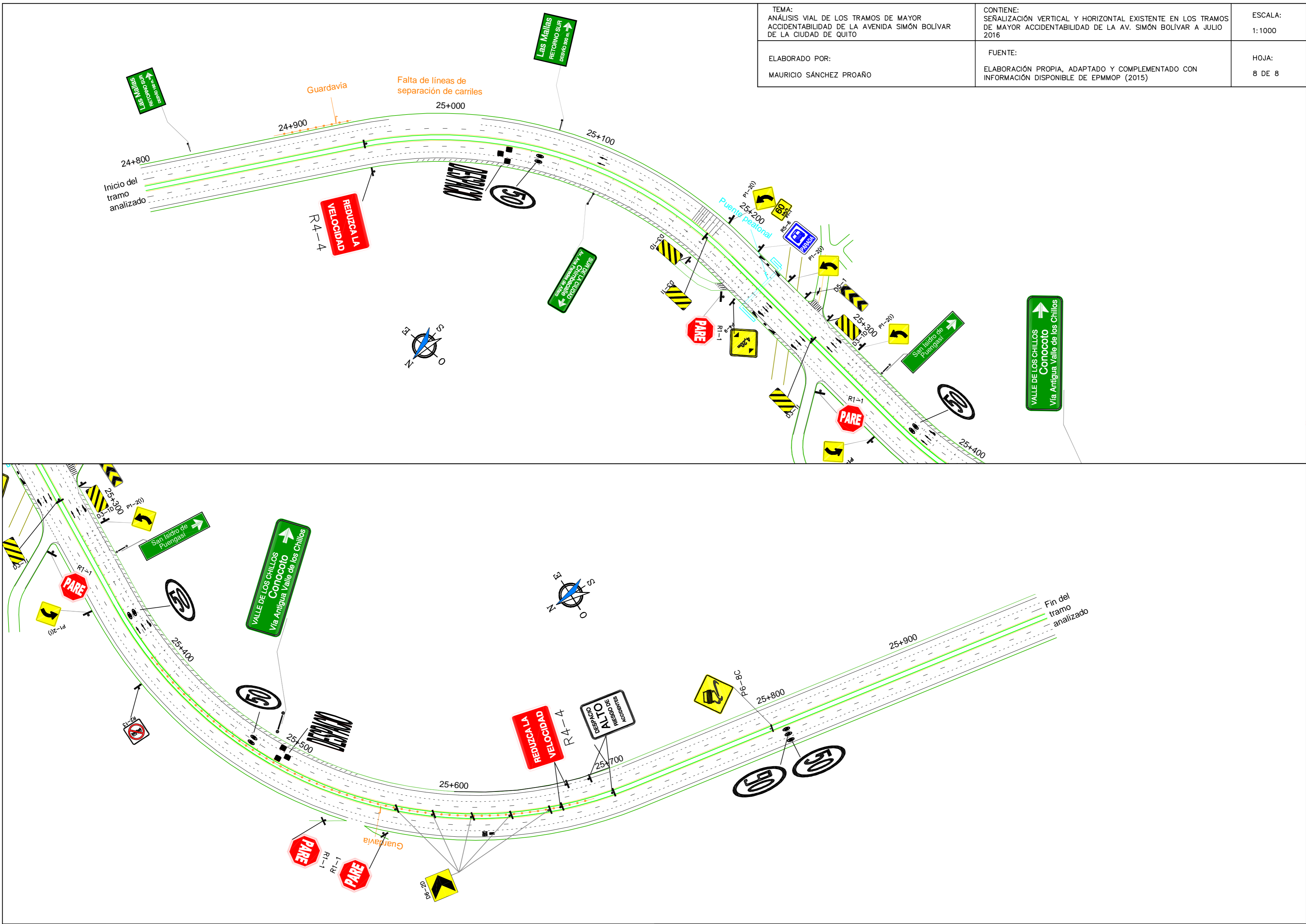
ELABORADO POR:
MAURICIO SÁNCHEZ PROAÑO

CONTIENE:
SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE EN LOS TRAMOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR A JULIO 2016


FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA, ADAPTADO Y COMPLEMENTADO CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DE EPMMOP (2015)

ESCALA:
1:1000


HOJA:
8 DE 8






**ANEXO 9 INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL EXISTENTE
EN LOS TRAMOS OBTENIDOS DE MAYOR ACCIDENTABILIDAD EN LA AV. SIMÓN
BOLÍVAR**



Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	No rebasar R2-13
20+180	S-N	Bien conservada		
1+520				
0+650	N-S	Bien conservada		
25+335		Medianamente conservada		



Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Mantenga derecha vehículos pesados R2-14c
20+250	S-N	Bien conservada		
14+050		Medianamente conservada		
0+265				
0+010	N-S	Bien conservada		
11+900				
19+560				



Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	No pesados (R3-2)
13+450	S-N	Medianamente conservada		
13+210	N-S	Bien conservada		

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Límite máximo de velocidad (R4-1)
21+000	S-N	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Límite máximo de velocidad (R4-1)
12+670	S-N	Bien conservada	 	
11+700	N-S			
13+750		Medianamente conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Límite máximo de velocidad (R4-1)
21+670	S-N	Bien conservada	 	
22+415	N-S			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Límite máximo de velocidad (R4-1)
14+645	S-N	Bien conservada	 	
12+770				
11+815	N-S			
13+830				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Límite máximo de velocidad (R4-1)
21+550	S-N	Bien conservada	 	
22+500	N-S			


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	Reduzca la velocidad (R4-4)
25+540	S-N	Medianamente conservada		
25+510				
21+270				
20+900				
20+730				
20+450				
20+400				
20+275				
14+400				
13+700				
11+900				
1+670				
0+550				
0+930	N-S	Mal conservada		
1+140				
13+060				
13+130				
13+700				
14+280				
21+370				
24+930				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Regulatoria	R5-6
25+190	S-N	Medianamente conservada		
22+270				
21+650				
22+200	N-S	Medianamente conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Curva cerrada izquierda (P1-11)
22+670	S-N	Medianamente conservada		
20+870				
11+750				
13+240	N-S	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Curva cerrada derecha (P1-1D)
13+610	S-N	Medianamente conservada		
13+300		Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Curva abierta izquierda (P1-2I)
25+230	S-N	Mal conservada		
25+220		Medianamente conservada		
25+170		Bien conservada		
20+530				
1+585				
21+300		N-S		
20+000				
25+330				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Curva abierta derecha (P1-2D)
22+070	S-N	Bien conservada		
0+265		Mal conservada		
1+120	N-S	Bien conservada		
21+250				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Via sinuosa primera izquierda (P1-5I)
19+800	S-N	Medianamente conservada		
13+660	N-S			


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Via sinuosa primera derecha (P1-5D)
19+460	S-N	Bien conservada		
14+380				
12+800				
12+700		Medianamente conservada		
12+360		Bien conservada		
11+830	N-S			


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Puente angosto (P4-1)
21+700	N-S	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Altura máxima (P4-9)
25+180	N-S	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Bandas Transversales de alerta BTA; o de Retumbos P6-4
20+950	S-N	Bien conservada		
20+215				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Zona de derrumbes derecha (P6-6D)
11+960	N-S	Bien conservada		
13+680				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Vía Resbalosa (P6-8)
25+770	S-N	Bien conservada		
20+740		Medianamente conservada		
14+300				
1+700	N-S	Bien conservada		
1+030				
11+400				
21+600				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal Preventiva	Niños (P6-2)
20+100	S-N	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal complementaria	Km/h (P7-1) (60 km/h)
25+170	S-N	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Señal complementaria	"Cuando llueve" (P7-6)
11+400	N-S	Bien conservada		


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Serie de anchos de vía (D3)	
25+260	S-N	Bien conservada		
22+170				
21+730				
21+460	N-S	Medianamente conservada		
25+130	N-S			


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Obstrucción central en la vía D5-1	
25+240	S-N	Bien conservada		
22+370				
22+320				
22+000				
14+550				
11+600				
21+880	N-S			
22+170				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización			
			Alineamiento horizontal	D6-2I		
22+550 a 22+500	S-N	Bien conservada				
14+035 a 13+900						
1+475 a 1+200						
11+980 a 12+100	N-S					
12+450 a 12+550						
13+100						

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Alineamiento horizontal	D6-2D
25+570 a 25+470	S-N	Bien conservada		
13+400 a 13+300		Medianamente conservada		
13+100 a 13+025		Bien conservada		
12+500 a 12+380				
12+060 a 11+920				
1+215 a 1+480	N-S	Bien conservada		
11+500 a 11+580				
12+200 a 12+260				
14+015 a 14+100		Bien conservada		
14+580 a 14+650		Mal conservada		
20+540 a 20+600		Bien conservada		
20+870 a 20+930				

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Señal Informativa (Espacio, alto riesgo de accidentes)
25+690	S-N	Bien conservada	
25+670			
20+500			
14+530			
13+780			
13+600	N-S		
14+170			
14+230			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decision de destino
25+520	S-N	Mal conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decision de destino
25+320	S-N	Medianamente conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Advertencia de destino
25+020	S-N	Bien conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Asignación de carril anticipado de la intersección
22+400	S-N	Bien conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
22+000	S-N	Bien conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Asignación de carril anticipado de la intersección
21+470	S-N	Bien conservado	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
20+100	S-N	Bien conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
13+620	S-N	Medianamente conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
13+440	S-N	Medianamente conservada	
13+200	N-S	Bien conservada	


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Advertencia de destino
0+210	N-S	Bien conservada	


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
13+080	N-S	Bien conservada	


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
13+210	N-S	Bien conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Asignación de carril anticipado de intersección junto con señal de salida
13+670	N-S	Bien conservada	
14+530			


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
21+080	N-S	Medianamente conservada	

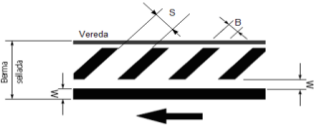
Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
22+170	N-S	Bien conservada	

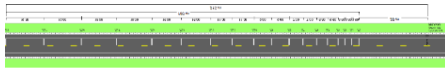
Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Advertencia de destino
22+350	N-S	Bien conservado	


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Decisión de destino
25+080	N-S	Bien conservada	


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Informativa	Despacio
25+500	S-N	Bien Conservada	DESPACIO	
22+700				
21+150				
20+300				
14+660				
0+670		Mal conservada		
0+530	N-S	Medianamente conservada		
12+700		Bien Conservada		
13+760		Medianamente conservada		
14+400				
21+500				
25+000				

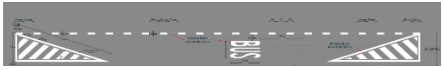
Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Velocidad Máxima 50 Km/h	
25+480	S-N	Medianamente conservada		
25+370				
22+700				
13+800	N-S	Bien conservada		
14+415				
14+420				
25+030		Medianamente conservada		

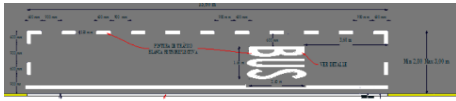
Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización	
			Achurado en berma	
25+500 a 25+260	S-N	Bien conservada		
22+700 a 22+500				
20+250 a 20+120				
14+300 a 14+200				
13+620 a 13+470				
11+835 a 11+630				
13+770 a 13+930	N-S			
14+400 a 14+530				
21+515 a 21+580				
25+000 25+240				


Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Línea logaritmica velocidad > 50 km/h
25+480	S-N	Bien Conservada	
22+700			
13+770	N-S		
14+400			
21+515			
25+030			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Flecha recta
25+375	S-N	Bien Conservada	
25+250		Mal conservada	
25+000		Medianamente conservada	
22+400		Bien Conservada	
11+700		N-S	
21+560			
25+200			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Flecha recta y de viraje
25+375	S-N	Bien Conservada	
25+250		Medianamente conservada	
22+400		Bien Conservada	
11+700		N-S	
21+560			
25+200			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Parada de Bus sin existencia de estacionamiento de vehículos antes y después de dicha parada
25+170	S-N	Medianamente conservada	
25+200	N-S		

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Parada de Bus con existencia de estacionamiento de vehículos antes y después de dicha parada
22+270	S-N	Bien conservada	
0+590		Mal conservada	
0+600	N-S	Medianamente conservada	

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
			Velocidad Máxima 70 Km/h
20+960	S-N	Bien conservada	
20+225			
14+540			
12+915	N-S		

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
20+900	S-N	Bien conservada	Bandas Transversales de alerta BTA
20+200			
14+400			
12+730	N-S		
12+965			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
11+630	S-N	Bien conservada	Chevrone
13+150	N-S		
21+680			

Abscisa aproximada donde se encuentra	Sentido	Condición de la señalización	Tipo de señalización
0+600	S-N	Medianamente conservada	Líneas en sig-sag
0+575	N-S		

**ANEXO 10 ANÁLISIS DE RADIOS MÍNIMOS, RADIOS MÍNIMOS PARA TRANSICIÓN
Y TANGENTES INTERMEDIAS ENTRE CURVAS**

Análisis de acuerdo a radios mínimos según normativa AASHTO

Curva N°	1					Curva N°	2				
Radio aproximado (m)	2500	C	Cumple			Radio aproximado (m)	350	C	Cumple		
Peralte aproximado %	2	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	C	C	C	C	60	C	C	C	C	C
70	C	C	C	C	C	70	C	C	C	C	C
80	C	C	C	C	C	80	C	C	C	C	C
90	C	C	C	C	C	90	C	C	C	C	N.C.
100	C	C	C	C	C	100	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	21					Curva N°	22				
Radio aproximado (m)	86	C	Cumple			Radio aproximado (m)	700	C	Cumple		
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	4	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	N.C.	N.C.	50	C	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	23					Curva N°	24				
Radio aproximado (m)	90	C	Cumple			Radio aproximado (m)	112	C	Cumple		
Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	N.C.	50	C	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	25					Curva N°	26				
Radio aproximado (m)	108	C	Cumple			Radio aproximado (m)	160	C	Cumple		
Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	27					Curva N°	28				
Radio aproximado (m)	240	C	Cumple			Radio aproximado (m)	95	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	N.C.
60	C	C	C	C	C	60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
70	C	C	C	C	C	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	C	C	C	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	29					Curva N°	30				
Radio aproximado (m)	100	C	Cumple			Radio aproximado (m)	300	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	31					Curva N°	32				
Radio aproximado (m)	245	C	Cumple			Radio aproximado (m)	90	C	Cumple		
Peralte aproximado %	4	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	7	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	N.C.
60	C	C	C	C	C	60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
70	C	C	C	C	C	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	C	C	C	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	33					Curva N°	34				
Radio aproximado (m)	65	C	Cumple			Radio aproximado (m)	150	C	Cumple		
Peralte aproximado %	7	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	50	C	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	35					Curva N°	53				
Radio aproximado (m)	105	C	Cumple			Radio aproximado (m)	300	C	Cumple		
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	54					Curva N°	55				
Radio aproximado (m)	220	C	Cumple			Radio aproximado (m)	400	C	Cumple		
Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	C	C	C	C	60	C	C	C	C	C
70	C	C	C	C	C	70	C	C	C	C	C
80	C	C	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	C	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	56					Curva N°	57				
Radio aproximado (m)	165	C	Cumple			Radio aproximado (m)	102	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	C	C	C	C	60	C	C	C	C	C
70	C	C	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	58					Curva N°	59				
Radio aproximado (m)	270	C	Cumple			Radio aproximado (m)	500	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	C	C	C	C	60	C	C	C	C	C
70	C	C	C	C	C	70	C	C	C	C	C
80	C	C	C	C	N.C.	80	C	C	C	C	C
90	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	60					Curva N°	61				
Radio aproximado (m)	100	C	Cumple			Radio aproximado (m)	155	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	68					Curva N°	69				
Radio aproximado (m)	265	C	Cumple			Radio aproximado (m)	265	C	Cumple		
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo						Peralte máximo				
Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	12	10	8	6	4
50	C	C	C	C	C	50	C	C	C	C	C
60	C	C	C	C	C	60	C	C	C	C	C
70	C	C	C	C	C	70	C	C	C	C	C
80	C	C	C	C	N.C.	80	C	C	C	C	N.C.
90	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Análisis de acuerdo a radios mínimos según normativa MOP

Curva N°	1				Curva N°	2			
Radio aproximado (m)	2500	C	Cumple		Radio aproximado (m)	350	C	Cumple	
Peralte aproximado %	2	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	C	C	C	C
70	C	C	C	C	70	C	C	C	C
80	C	C	C	C	80	C	C	C	C
90	C	C	C	C	90	C	C	C	N.C.
100	C	C	C	C	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	21				Curva N°	22			
Radio aproximado (m)	86	C	Cumple		Radio aproximado (m)	700	C	Cumple	
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	4	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	N.C.	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	23				Curva N°	24			
Radio aproximado (m)	90	C	Cumple		Radio aproximado (m)	112	C	Cumple	
Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	N.C.	N.C.	N.C.
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	25				Curva N°	26			
Radio aproximado (m)	108	C	Cumple		Radio aproximado (m)	160	C	Cumple	
Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	27				Curva N°	28			
Radio aproximado (m)	240	C	Cumple		Radio aproximado (m)	95	C	Cumple	
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
70	C	C	C	C	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	C	C	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	29				Curva N°	30			
Radio aproximado (m)	100	C	Cumple		Radio aproximado (m)	300	C	Cumple	
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	31				Curva N°	32			
Radio aproximado (m)	245	C	Cumple		Radio aproximado (m)	90	C	Cumple	
Peralte aproximado %	4	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	7	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
70	C	C	C	C	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	C	C	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	33				Curva N°	34			
Radio aproximado (m)	65	C	Cumple		Radio aproximado (m)	150	C	Cumple	
Peralte aproximado %	7	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	10	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	N.C.	N.C.	N.C.	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	35				Curva N°	53			
Radio aproximado (m)	105	C	Cumple		Radio aproximado (m)	300	C	Cumple	
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	C	C	C
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	54				Curva N°	55			
Radio aproximado (m)	220	C	Cumple		Radio aproximado (m)	400	C	Cumple	
Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	C	C	C	C
70	C	C	C	C	70	C	C	C	C
80	C	N.C.	N.C.	N.C.	80	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	56				Curva N°	57			
Radio aproximado (m)	165	C	Cumple		Radio aproximado (m)	102	C	Cumple	
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	C	C	C	C
70	C	N.C.	N.C.	N.C.	70	C	N.C.	N.C.	N.C.
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	58				Curva N°	59			
Radio aproximado (m)	270	C	Cumple		Radio aproximado (m)	500	C	Cumple	
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		Peralte aproximado %	3	N.C.	No Cumple	
	Peralte máximo					Peralte máximo			
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C
60	C	C	C	C	60	C	C	C	C
70	C	C	C	C	70	C	C	C	C
80	C	C	C	N.C.	80	C	C	C	C
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	C	C	C	C
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	60				Curva N°	61					
Radio aproximado (m)	100	C	Cumple			Radio aproximado (m)	155	C	Cumple		
Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	8	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo					Peralte máximo					
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4		
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C		
60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	60	C	C	C	C		
70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	70	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		
80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		

Fuente: Elaboración propia

Curva N°	68				Curva N°	69					
Radio aproximado (m)	265	C	Cumple			Radio aproximado (m)	265	C	Cumple		
Peralte aproximado %	9	N.C.	No Cumple			Peralte aproximado %	6	N.C.	No Cumple		
	Peralte máximo					Peralte máximo					
Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4	Velocidad de Diseño km/h	10	8	6	4		
50	C	C	C	C	50	C	C	C	C		
60	C	C	C	C	60	C	C	C	C		
70	C	C	C	C	70	C	C	C	C		
80	C	C	C	N.C.	80	C	C	C	N.C.		
90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	90	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		
100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	100	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.		

Fuente: Elaboración propia

Análisis de valores de radios mínimos a partir de los cuales no es imprescindible introducir transiciones

Curva N°	Velocidad diseño km/h									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
21	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
22	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S
23	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
24	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
25	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
26	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
27	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
28	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
29	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
30	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
31	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
32	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
33	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
34	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
35	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
53	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
54	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
55	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S
56	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
57	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
58	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
59	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S
60	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
61	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
68	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
69	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S
S				Si Necesita introducir transición						
N				No necesita introducir transición						

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de tangentes intermedias entre curvas.

Tangentes intermedias entre curvas:	Valores (km/h) que cumple para $e_{max}=10\%$ de la tabla en función de										
	Peralte					Vd					
	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
1--2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
21 -- 22	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	C	C	C	N.C.
22 -- 23	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
23 -- 24	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
24 -- 25	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
25 -- 26	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
26 -- 27	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
27 -- 28	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
28 -- 29	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
29 -- 30	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
30 -- 31	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
31 -- 32	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	C	C	N.C.	N.C.
32 -- 33	C	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	C	C	C	C
33 -- 34	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	C	C	C	N.C.
34 -- 35	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
53 -- 54	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	C	C	C	C	C	C
54 -- 55	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
55 -- 56	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
56 -- 57	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
57 -- 58	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
58 -- 59	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
59 -- 60	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
60 -- 61	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
68 -- 69	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C					Sí Cumple						
N.C.					No Cumple						

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 11 INFORMACIÓN DE
ACCIDENTABILIDAD A NIVEL MUNDIAL Y
NACIONAL**

De acuerdo al reporte anual de la International Road Traffic and Accident Database (I.R.T.A.D por sus siglas en inglés), existen parámetros que ayudan a ver la accidentabilidad de los países miembros. Vistos estos indicadores en el Capítulo 2 del presente trabajo, ésta organización hace una breve descripción de los mencionados que se muestra a continuación:

Número de muertos por cada 100 000 habitantes

Los autores mencionan en su publicación que este parámetro es uno de los más disponibles en los países, por su relación con el número de habitantes de los mismos. Además que es útil para comparar riesgos en países con similares niveles de motorización. (OECD/ITF, 2016, p.10).

Número de muertos por mil millones de vehículos-kilómetros

Describe la calidad de la seguridad vial y teóricamente es el mejor indicador para evaluar niveles de riesgo en redes viales; no toma en cuenta vehículos no motorizados, pudiendo en algunos países ser valores representativos. Pocos países recogen esta información de distancia recorrida. (OECD/ITF, 2016, p.11).

Número de muertos por cada 10 000 vehículos (motorizados) registrados

Este indicador puede ser visto como una alternativa a los anteriores indicadores, aunque difiere en que la distancia recorrida anual es desconocida. Por lo tanto solo puede ser usado para comparar el rendimiento en la seguridad entre países con tráfico y características del uso vehicular similares. (OECD/ITF, 2016, p.11).

Muertes por accidentes de tránsito.

País / Año	Muertes por accidentes de tránsito				
	2014	2013	2012	2011	2010
Alemania	3 377	3 339	3 600	4 009	3 648
Argentina	5 279	5 209	5 074	5 040	5 094
Australia *	1 155	1 185	1 301	1 278	1 352
Austria	430	455	531	523	552
Bélgica	727	724	770	861	840
Canadá *	1 834	1 951	2 065	2 023	2 238
Chile	2 119	2 110	1 980	2 045	2 074
Corea	4 762	5 092	5 392	5 229	5 505
Dinamarca	182	191	167	220	255
Ecuador	2322	2277	2242	2049	2313
Eslovenia	108	125	130	141	138
España	1 688	1 680	1 903	2 060	2 478
Estados Unidos	32 675	32 894	33 782	32 479	32 999
Finlandia	229	258	255	292	272
Francia	3 384	3 268	3 653	3 963	3 992
Grecia	795	879	988	1141	1 258
Hungría	626	591	605	638	740
Irlanda	193	188	162	186	212
Islandia	4	15	9	12	8
Israel	279	277	261	341	352
Italia	3 381	3 401	3 753	3 860	4 114
Japón	4 838	5 165	5 261	5 535	5 828
Lituania	267	258	301	296	299
Luxemburgo	35	45	34	33	32
Noruega	147	187	145	168	208
Nueva Zelanda	295	253	308	284	375
Países Bajos	570	570	562	546	640
Polonia	3 202	3 357	3 571	4 189	3 908
Portugal	638	637	718	891	937
Reino Unido	1 854	1 770	1 802	1 960	1 905
República Checa	688	654	742	773	802
Suecia	270	260	285	319	266
Suiza	243	269	339	320	327

* Información provisional del 2014

Fuente: (Agencia Nacional De Tránsito ANT; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Datos Ecuador); OECD/ITF, 2016)

Muertos por cada 100 000 Habitantes en accidentes de tránsito

Muertos por cada 100 000 Habitantes

País / Año	2014	2013	2010	2000	1990
Alemania	4.2	4.1	4.5	9.1	14.2 ^b
Argentina	12.4	12.3	12.6	-	-
Australia	4.9 (provisional)	5.1 ^p	6.1	9.5	13.7
Austria	5.1	5.4	6.6	12.2	20.4
Bélgica	6.4	6.5	7.7	14.4	19.9
Canadá	5.2	5.5 ^p	6.6	9.5	14.3
Chile	11.9	12	12.1	14.3	15.7
Corea	9.4	10.1	11.3	21.8	33.1
Dinamarca	3.2	3.4	4.6	9.3	12.3
Eslovenia	5.2	6.1	6.7	15.8	25.9
España	3.6	3.6	5.3	14.4	23.3
Estados Unidos	10.2	10.3 ^p	10.7	14.9	17.9
Finlandia	4.2	4.8	5.1	7.7	13
Francia	5.3	5.1	6.4	13.9	19.4
Grecia	7.3	7.9	11.2	18.7	20.3
Hungría	6.3	6	7.4	11.7	23.4
Irlanda	4.2	4.1 ^p	4.7	11	13.6
Islandia	1.2	4.7	2.5	11.5	9.5
Israel	3.4	3.4	4.6	7.1	8.7
Italia	5.6	5.7	7	12.4	12.6
Japón	3.8	4	4.6	8.2	11.8
Lituania	9.1	8.7 ^p	9.5	18.2	26.9
Luxemburgo	6.4	8.4	6.4	17.5	18.7
Noruega	2.9	3.7	4.3	7.6	7.8
Nueva Zelanda	6.5	5.7	8.6	12	21.4
Países Bajos c	3.4	3.4	3.9	7.3	9.2
Polonia	8.4	8.7	10.2	16.4	19.3
Portugal	6.1	6.1	8.9	20	29.3
Reino Unido	2.9	2.8	3	6.1	9.4
República Checa	6.5	6.2	7.7	14.5	12.5
Suecia	2.8	2.7	2.8	6.7	9.1
Suiza	3	3.3	4.2	8.3	13.9

Muerte dentro de los 30 días (excepto para Países Bajos a partir del 2000 en adelante)

a= 2013

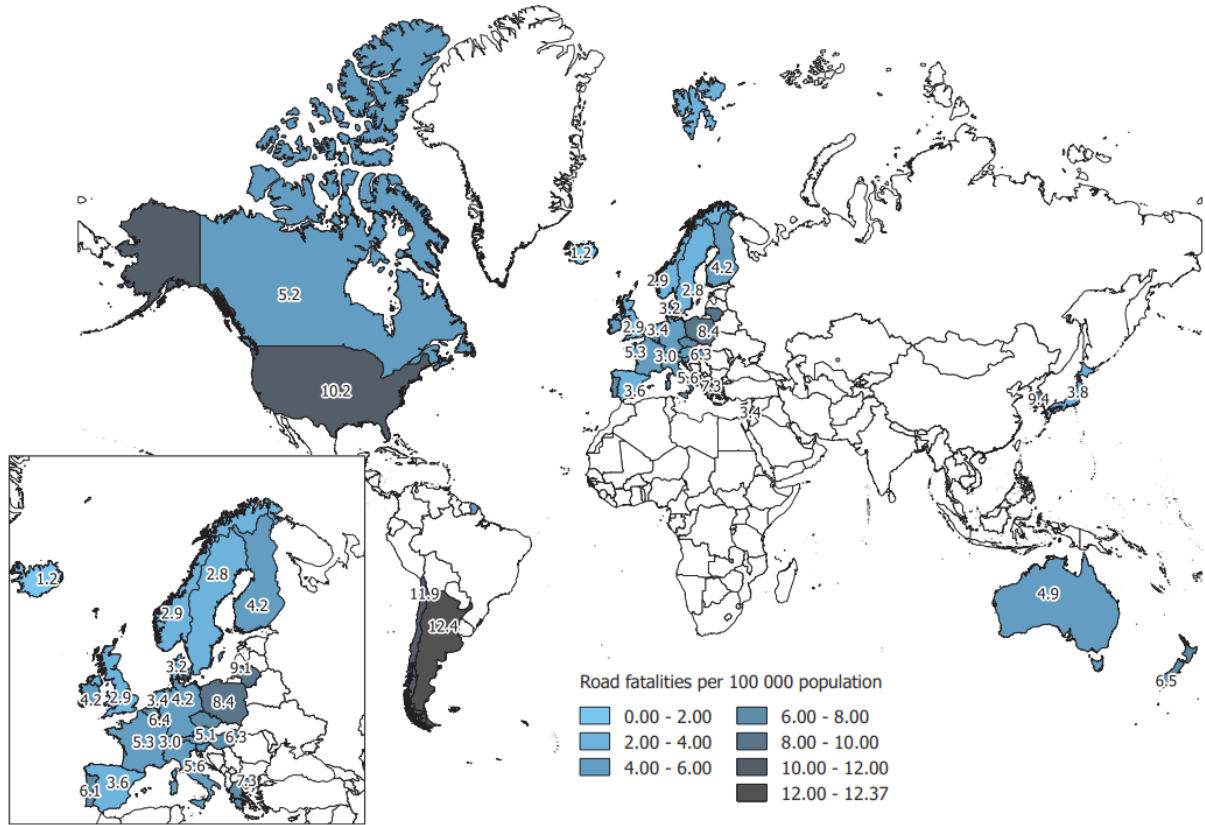
b=1991

c= Información "real" para Países Bajos a partir del 2000 en adelante.

p= provisional

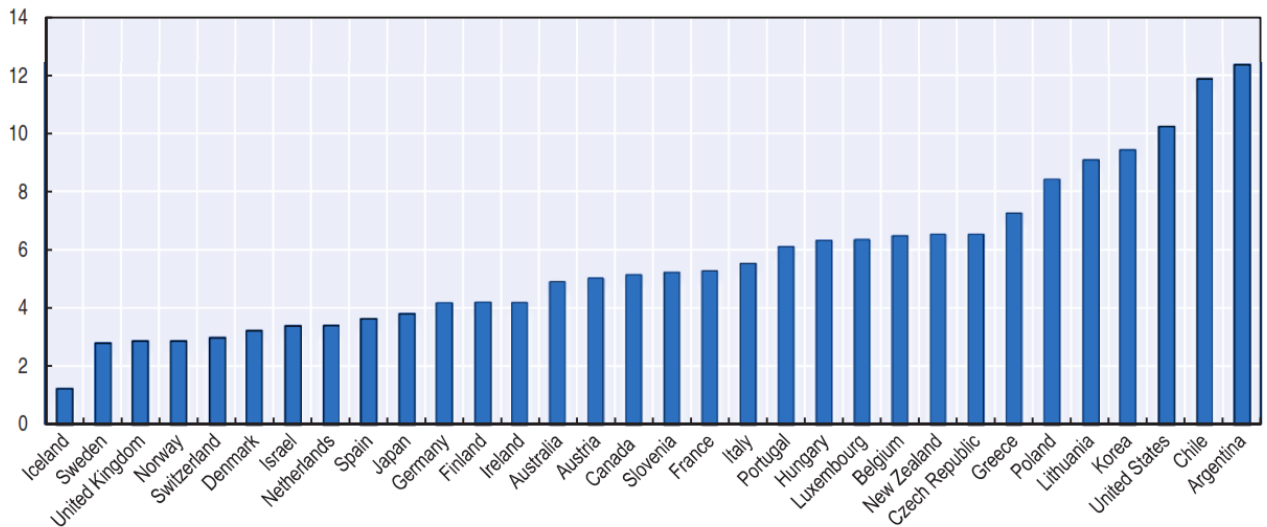
Fuente: (OECD/ITF, 2016)

Road fatalities per 100 000 inhabitants, 2014



Fuente: (OECD/ITF, 2016)

Road fatalities per 100 000 inhabitants, 2014



Note: Provisional data for Australia.

Fuente: (OECD/ITF, 2016)

Muertos por cada mil millones de vehículos-kilómetro de viaje

Muertos por cada mil millones de vehículos-kilómetro de viaje

País / Año	2014	2013	2010	2000	1990
Alemania	4.6	4.6	5.2	11.3	19.7 ^b
Argentina	-	-	-	-	-
Australia	4.8	5.0 ^p	5.9	9.1	14.4
Austria	5.4	5.8	7.3	15	32
Bélgica	7.1 ^a	7.1	8.5	16.3	28.1
Canadá	5.1	5.6 ^p	6.7	9.4	-
Chile	-	-	-	-	-
Corea	15.5	17.2	18.7	49.5	-
Dinamarca	3.6	3.9	5.6	10.7	17.3
Eslovenia	6.1	7.2	7.7	26.7	65.1
España	-	-	-	-	-
Estados Unidos	6.7	6.8 ^p	6.9	9.5	12.9
Finlandia	4.2	4.8	5.1	8.5	16.3
Francia	5.9	5.8	7.1	15.8	26.2
Grecia	-	-	-	-	-
Hungría	-	-	-	-	-
Irlanda	4.5	4.0 ^p	5	13.6	19.2
Islandia	1.2	4.7	2.5	13.8	14.9
Israel	5.3	5.4	7.1	12.4	22.4
Italia	-	-	-	-	-
Japón	6.2	6.9	8	13.4	23.2
Lituania	-	-	-	-	-
Luxemburgo	-	-	-	-	-
Noruega	3.4	4.3	4.9	10.5	12
Nueva Zelanda	7.1	6.3	9.4	13.6	-
Países Bajos c	4.3	4.5	4.8	10	14.2
Polonia	-	-	-	-	-
Portugal	-	-	-	-	-
Reino Unido	3.6 ^e	3.5	3.8	7.4	12.8
República Checa	-	15.7 ^b	16.2	36.7	48.3
Suecia	3.4	3.4	3.5	8.5	12
Suiza	3.9	4.3	5.2	10.6	18.6

Muerte dentro de los 30 días (excepto para Países Bajos a partir del 2000 en adelante)

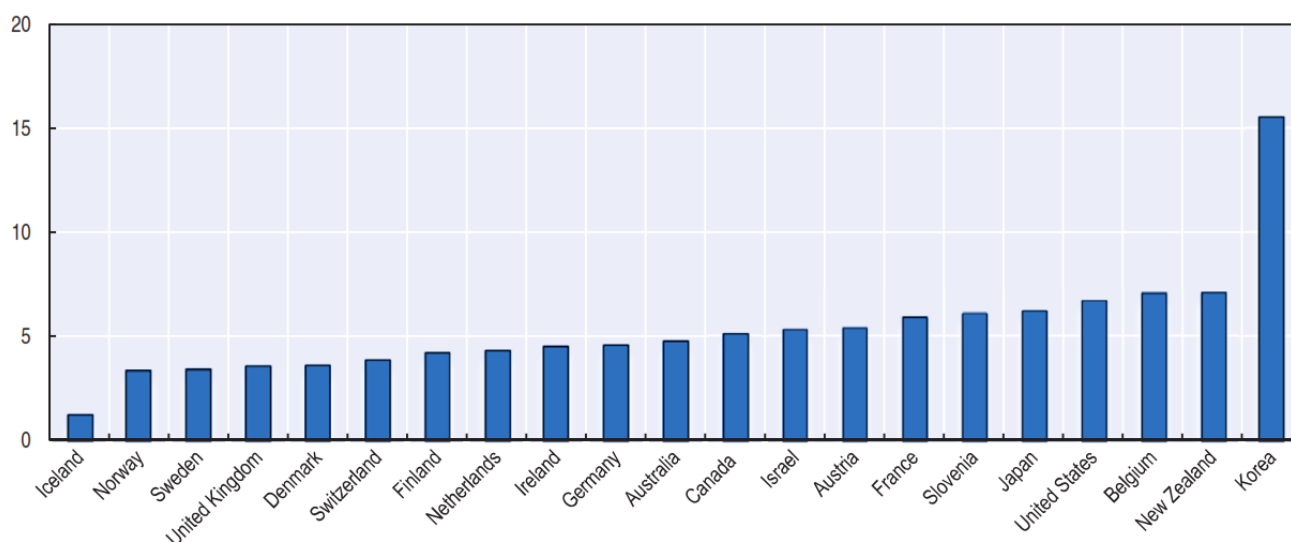
a= 2013

b=1991

c= Información "real" para Países Bajos a partir del 2000 en adelante.

Fuente: (OECD/ITF, 2016)

Road fatalities per billion vehicle-kilometres, 2014

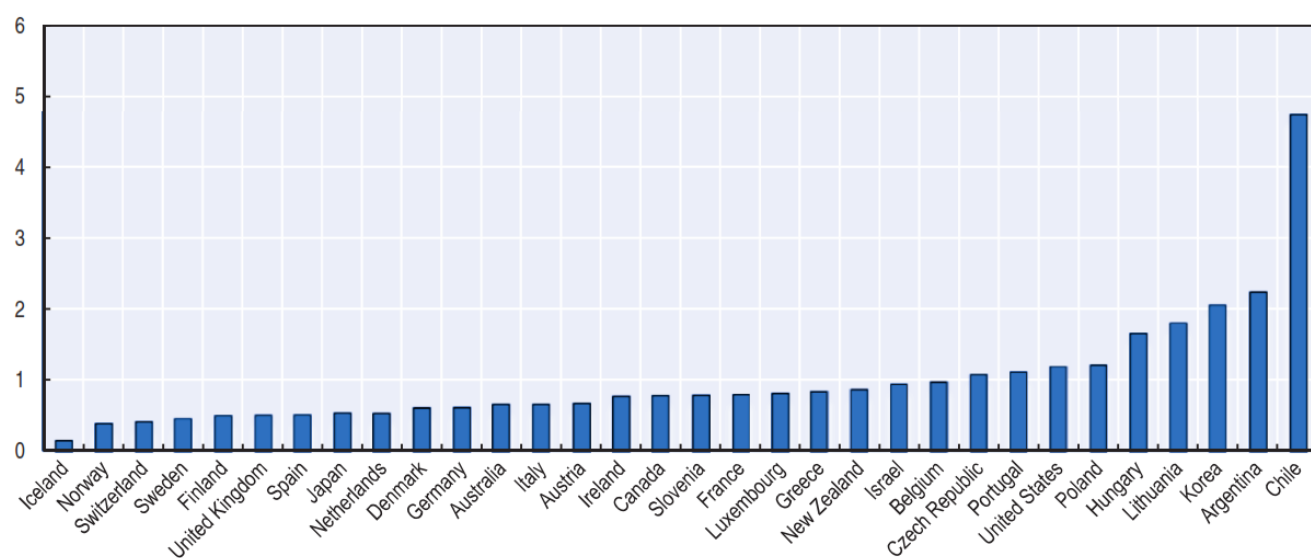


Note: Provisional data for Australia; estimate for the United Kingdom; 2013 data for Belgium.

Fuente: (OECD/ITF, 2016)

Muertos por cada 10 000 vehículos registrados.

Road fatalities per 10 000 registered vehicles, 2014



Note: Total registered motor vehicles do not include mopeds for Belgium, Denmark and Hungary; provisional data for Australia.

Fuente: (OECD/ITF, 2016)

País / Año	Muertos por cada 10 000 vehículos registrados			
	2014	2010	2000	1990
Alemania	0.6	0.7	1.4	^{2.5b}
Argentina	2.2	2.9
Australia	0.7	0.8	..	2.3
Austria	0.7	0.9	1.8	3.7
Bélgica	1	1.3	2.6	4.3
Canadá	0.8	1	1.6	2.3
Chile	4.7	6.3		
Corea	2.1	2.6	6.9	28.9
Dinamarca	0.6	0.9	2	2.9
Eslovenia	0.8	1	3.2	6.9
España	0.5	0.7	2.2	5.1
Estados Unidos	1.2	1.3	1.9	2.4
Finlandia	0.5	0.7	1.5	2.8
Francia	0.8	1	2.3	3.6
Grecia	0.8	1.3	3.1	7.4
Hungría	1.7	2	4.4	11.2
Irlanda	0.8	0.9	2.5	4.5
Islandia	0.1	0.3	1.8	1.7
Israel	0.9	1.4	2.4	4.1
Italia	0.7	0.8	1.6	2.1
Japón	0.5	0.6	1.2	1.9
Lituania	1.8	1.4	5	11.8
Luxemburgo	0.8	0.8	2.4	3.3
Noruega	0.4	0.6	1.2	1.4
Nueva Zelanda	0.9	1.2	1.8	3.3
Países Bajos ^c	0.5	0.6	1.4	2.2
Polonia	1.2	1.7	4.4	8.1
Portugal	1.1	1.6	3.9	13.4
Reino Unido	0.5	0.5	1.2	2.1
República Checa	1.1	1.3	3.2	3.3
Suecia	0.5	0.5	1.2	1.7
Suiza	0.4	0.6	1.2	2.2

Muerte dentro de los 30 días (excepto para Países Bajos a partir del 2000 en adelante)

a= 2013

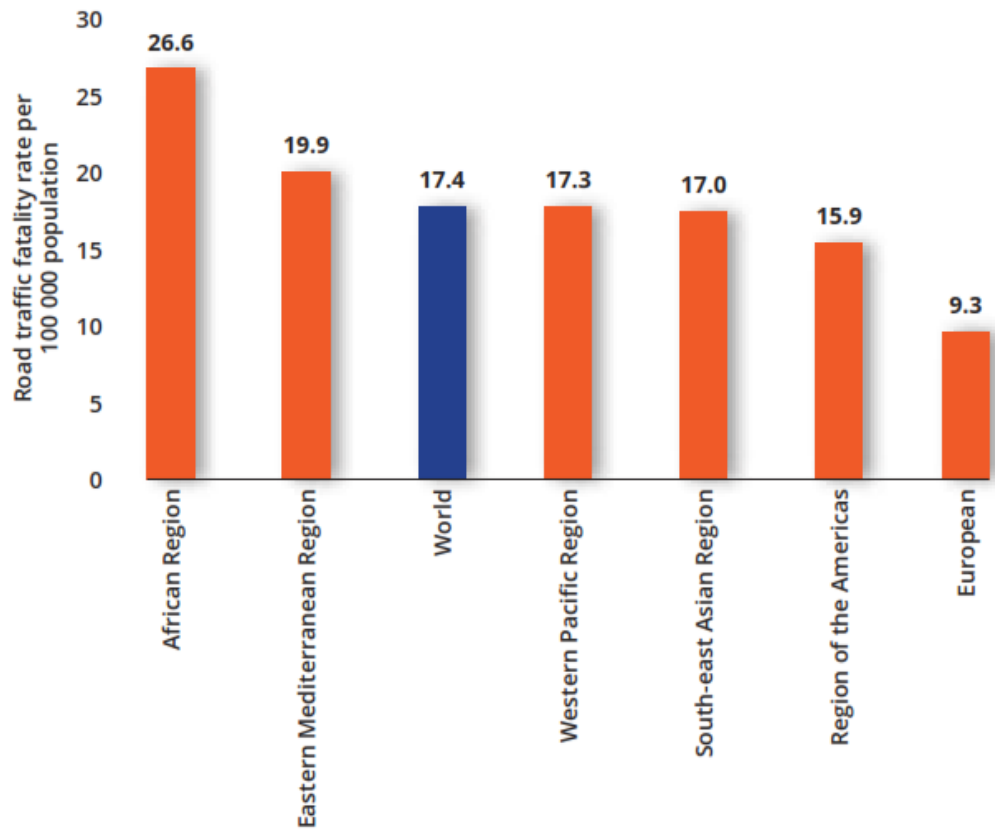
b=1991

c= Información "real" para Países Bajos a partir del 2000 en adelante.

Fuente: (OECD/ITF, 2016)

La siguiente Información fue obtenida del Informe de Situación Mundial en Seguridad Vial para el año 2015, de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S. ó W.H.O. por sus siglas en inglés).

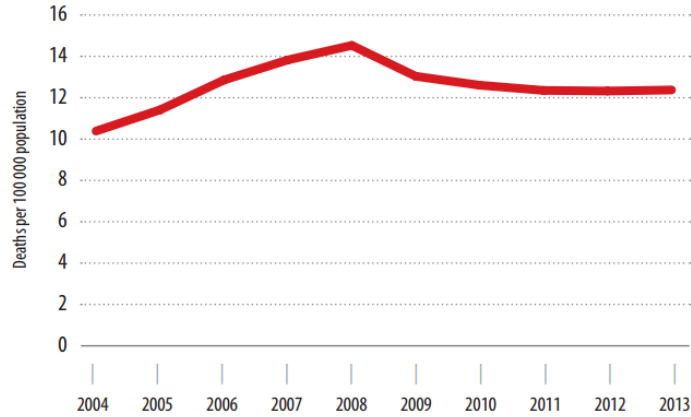
Road traffic fatality rates per 100 000 population, by WHO region



Fuente: (World Health Organization, 2015)

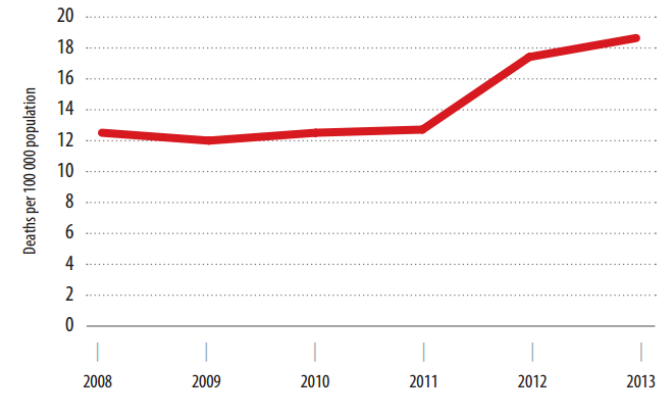
Muertes por cada 100000 habitantes en accidentes de tráfico para algunos países de Latinoamérica (fuente: World Health Organization, 2015)

Argentina



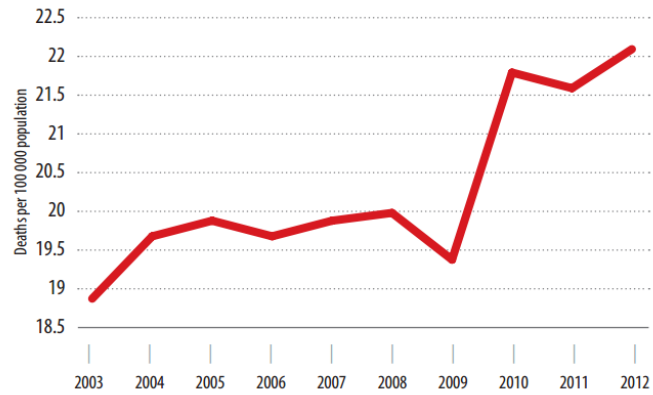
Source: National Direction of Road Safety Observatory, ANSV.

Bolivia



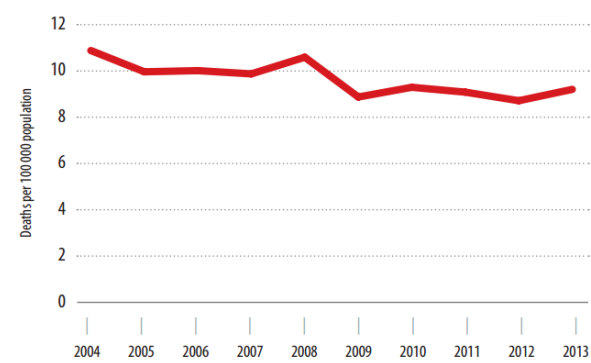
Source: National Observatory of Public Safety, Bolivian Police data.

Brasil



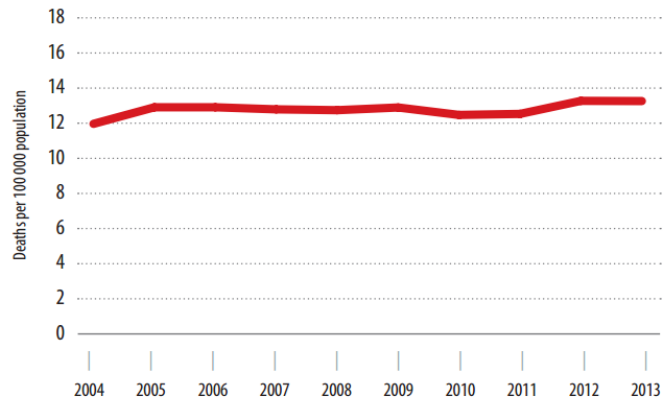
Source: Mortality Information System (SIM).

Chile



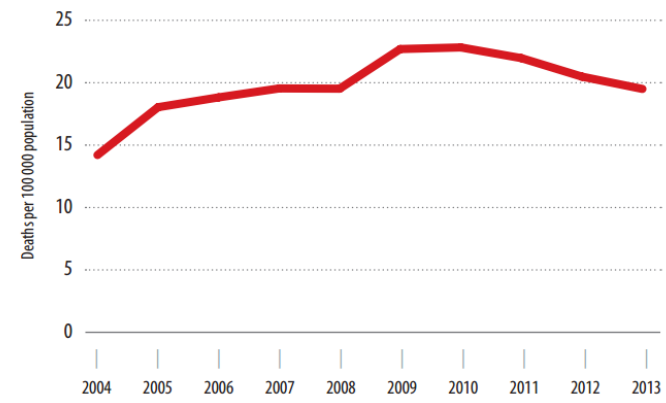
Source: Integrated Statistical System of the Chilean Police (SIEC2).

Colombia



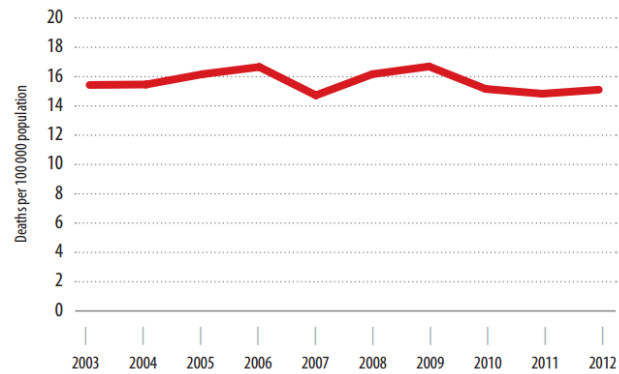
Source: National Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences.

Ecuador



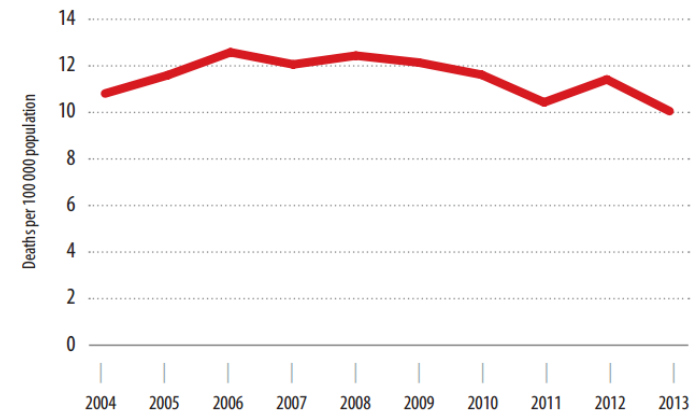
Source: National Institute of Statistics and Census, and National Control and Regulatory Agency of Land Transport, Transit and Road Safety.

México



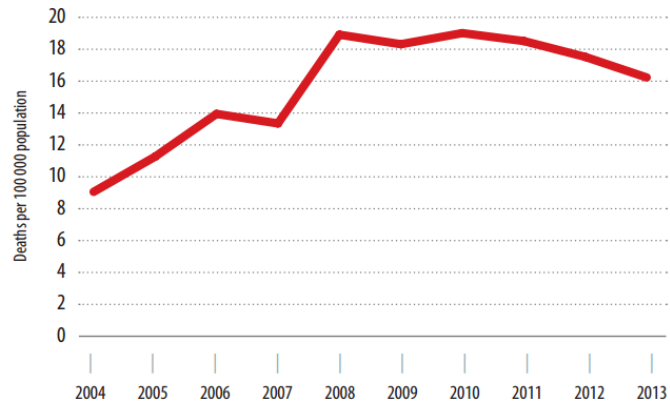
Source: INEGI, General Mortality Statistics, according to ICD-10/2

Panamá



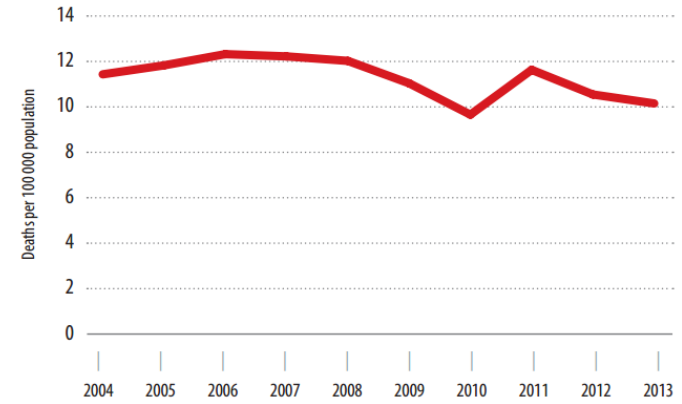
Source: Comptroller General of the Republic of Panama.

Paraguay



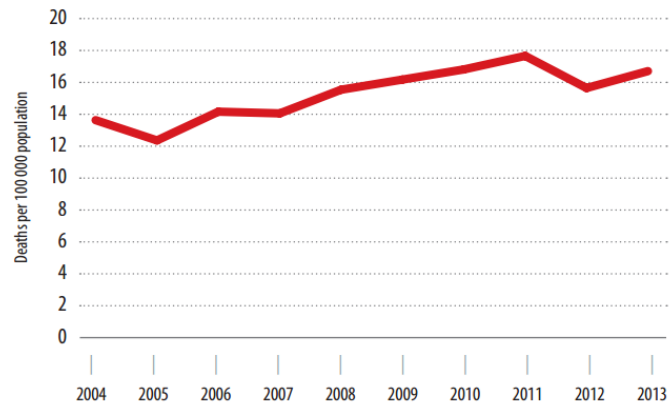
Source: Ministry of Health, General Directorate of Strategic Health Information (DIGES), Directorate of Biostatistics.

Perú



Source: Peruvian National Police.

Uruguay



Source: Report on Road Accidents in Uruguay – UNASEV.

ECUADOR



Population: 15 737 878 • Income group: Middle • Gross national income per capita: US\$ 5 760

INSTITUTIONAL FRAMEWORK	
Lead agency	National Control and Regulatory Agency of Land Transport, Transit and Road Safety
Funded in national budget	Yes
National road safety strategy	No
Funding to implement strategy	—
Fatality reduction target	—

SAFER ROADS AND MOBILITY	
Formal audits required for new road construction projects	Yes
Regular inspections of existing road infrastructure	Yes
Policies to promote walking or cycling	Yes
Policies to encourage investment in public transport	Subnational
Policies to separate road users and protect VRUs	Yes

SAFER VEHICLES	
Total registered vehicles for 2013	1 721 206
Cars and 4-wheeled light vehicles	—
Motorized 2- and 3-wheelers	—
Heavy trucks	—
Buses	—
Other	—
Vehicle standards applied ^a	
Frontal impact standard	Yes
Electronic stability control	Yes
Pedestrian protection	No

^a UNECE WP29.

POST-CRASH CARE	
Emergency room injury surveillance system	No
Emergency access telephone numbers	911
Permanently disabled due to road traffic crash	4.3% ^b

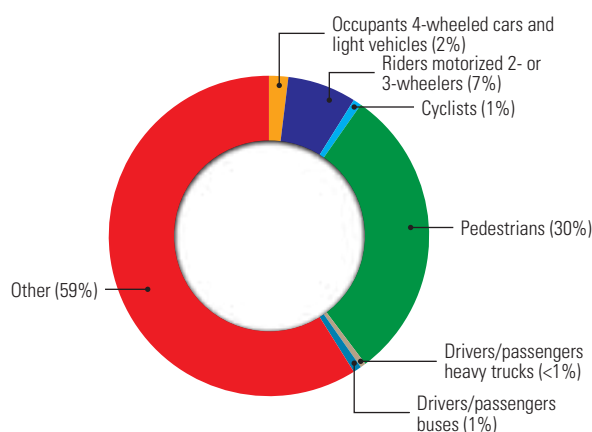
^b 2013, National Council for Equity and Disability (CONADIS).

DATA	
Reported road traffic fatalities (2013)	3 072 ^c (80% M, 20% F)
WHO estimated road traffic fatalities	3 164
WHO estimated rate per 100 000 population	20.1
Estimated GDP lost due to road traffic crashes	0.8% ^d

^c Annual Vital Statistics - National Institute of Statistics and Census. Defined as unlimited time period following crash

^d 2012, National Control and Regulatory Agency of Land Transport, Transit and Road Safety.

DEATHS BY ROAD USER CATEGORY

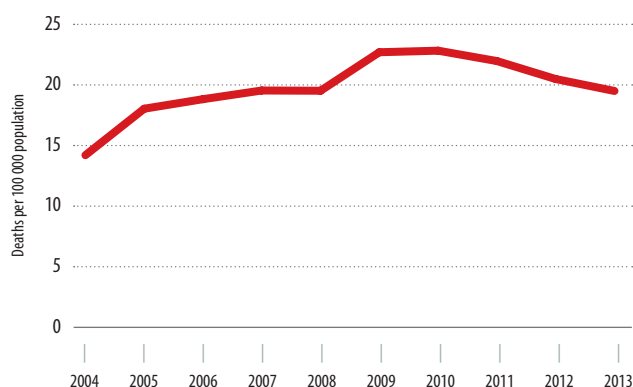


Source: Annual Vital Statistics - National Institute of Statistics and Census (Data from 2012).

SAFER ROAD USERS	
National speed limit law	Yes
Max urban speed limit	50 km/h
Max rural speed limit	100 km/h
Max motorway speed limit	90 km/h
Local authorities can modify limits	Yes
Enforcement	0 1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10
National drink-driving law	Yes
BAC limit – general population	≤ 0.03 g/dl
BAC limit – young or novice drivers	≤ 0.03 g/dl
Random breath testing carried out	Yes
Enforcement	0 1 2 3 4 ④ 5 6 7 8 9 10
% road traffic deaths involving alcohol	—
National motorcycle helmet law	Yes
Applies to drivers and passengers	Yes
Law requires helmet to be fastened	Yes
Law refers to helmet standard	No
Enforcement	0 1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10
Helmet wearing rate	84% Drivers ^e , 21% Passengers ^e
National seat-belt law	Yes
Applies to front and rear seat occupants	Yes
Enforcement	0 1 2 3 4 5 6 ⑦ 8 9 10
Seat-belt wearing rate	39% Front seats ^e , 3% Rear seats ^e
National child restraint law	Yes
Restrictions on children sitting in front seat	Yes
Child restraint law based on	Age/ Weight/Height
Enforcement	0 1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10
% children using child restraints	1% ^e
National law on mobile phone use while driving	Yes
Law prohibits hand-held mobile phone use	Yes
Law also applies to hands-free phones	No
National drug-driving law	Yes

^e 2013, National Control and Regulatory Agency of Land Transport, Transit and Road Safety.

TRENDS IN REPORTED ROAD TRAFFIC DEATHS



Source: National Institute of Statistics and Census, and National Control and Regulatory Agency of Land Transport, Transit and Road Safety.

Artículo de prensa obtenido de Agencia de Noticias Andes, recuperado de:
<http://www.andes.info.ec/es/noticias/tasa-accidentes-transito-ecuador-registro-2015-reduccion-8.html>



Archivo 2009-2011

Tasa de accidentes de tránsito en Ecuador registró en 2015 una reducción del 8%

Lunes, 04/01/2016 - 05:04:39 PM

Quito, 4 ene (Andes).- La tasa de accidentes de tránsito en Ecuador, durante 2015, registró una reducción del 8% con respecto a 2014, según afirmó este lunes el subdirector de la Agencia Nacional de Tránsito, Alexis Eskandani.

“Esta reducción en la tasa de siniestralidad se ha logrado por el efectivo control que se ha realizado a nivel nacional”, afirmó el funcionario destacando el trabajo conjunto realizado entre la Policía y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (municipios).

En 2014 se registraron un total de 38.658 siniestros en las diferentes carreteras del país suramericano, mientras que en 2015 la cifra se redujo a 35.701, lo que muestra una reducción del 8%.

El mismo porcentaje se redujo respecto a los fallecidos por accidentes pues en 2014 hubo 2.322 muertos y el año pasado, la cifra disminuyó a 2.138.

El funcionario subrayó, además, que la tasa de mortalidad por cada 100 mil habitantes en 2015 fue de 12,94, mientras que en 2014 fue de 14,49.

“Los diferentes operativos en ejes viales y terminales terrestres han permitido que en los últimos cinco años tengamos la tasa más baja en cuanto a mortalidad por cada 100 mil habitantes”, manifestó.

Eskandani puntualizó que entre las principales causas de siniestralidad de tránsito se encuentran la falta de atención al conducir ya sea por dispositivos móviles o instalados en los autos; conducir superando los límites de velocidad; no respetar las señales de tránsito; y la conducción bajo la influencia de alcohol o estupefacientes.

Respecto a la siniestralidad registrada en los últimos feriados de Navidad y Año Nuevo, el subdirector de la ANT aseguró que la mayor cantidad de accidentes ha sido provocada por conductores de vehículos privados, por lo que llamó a la ciudadanía a respetar las señales de tránsito.

Un total de 38 fallecidos dejó como saldo del Feriado de Navidad por diferentes siniestros ocurridos en las carreteras del país, mientras que en Año Nuevo, la cifra fue de 58 muertos, según cifras de la ANT.

pc/gc



ACCIDENTES TRÁNSITO