

PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2019



PRESENTACIÓN

El Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador - CONGOPE, con financiamiento del BID, ha impulsado conjuntamente con el BdE el “Programa de apoyo a los gobiernos autónomos descentralizado en vialidad provincial - PROVIAL, en el marco del Programa el CONGOPE ejecutó el Componente 3: Fortalecimiento de los GAD para la gestión del patrimonio vial.

Por todos es conocido que las redes viales se constituyen en un instrumento estratégico para impulsar y fortalecer el desarrollo económico y social de una provincia, es a través de las redes viales por donde se moviliza la producción agrícola, artesanal, industrial, desde los centros de producción hacia los mercados; se interconectan poblados; se ofertan los servicios públicos, financieros, logísticos, e información; y permite a la población el acceso hacia los centros de educación y salud.

La provincia del Ecuador conforme establece la Carta Constitucional del Ecuador, artículo 263 asumió la competencia de planificar, construir y mantener el sistema vial del ámbito provincial que no incluya las zonas urbanas. Es así como parte del componente 3 de Fortalecimiento a los GAD para la gestión del patrimonio vial, el CONGOPE impulsó el diseño de los planes de desarrollo vial integral para los 23 GAD provinciales.

El enfoque de los planes está orientado para que las provincias cuenten con un instrumento que les permita priorizar las vías estratégicas para la construcción, mantenimiento y mejoramiento que debe realizar el GAD Provincial, incorporando los criterios de movilidad, equidad y accesibilidad a zonas productivas y servicios de educación y salud.

Para el logro de los resultados de los planes viales será necesario contar con una organización institucional que defina los programas con un enfoque sistémico para que los recursos humanos, tecnológicos y presupuestarios sean utilizados e invertidos con pertinencia, con nuevos enfoques y modelos de gestión.

El CONGOPE conjuntamente con el BID entrega a los 23 Gobiernos Provinciales un documento que puede ser considerado como una carta de navegación a corto, mediano y largo plazo de lo que pueden ejecutar para incrementar la competitividad territorial.

El plan consta de capítulos, el primero describe el marco legal para el ejercicio de la competencia vialidad; el segundo caracteriza a la provincial desde los macro factores; el tercero tiene que ver con los componentes físicos que pueden incidir en la implementación del plan; en el cuarto se caracteriza el sistema vial de la provincias desde sus características físicas, productivas, sociales y ambientales; en el quinto se expone el diagnóstico de la vialidad provincial desde la conectividad y accesibilidad; en el sexto se caracteriza la vialidad desde la infraestructura logística agropecuaria; el sexto capítulo hace una proyección estratégica del plan, posteriormente se realiza la caracterización estratégica y la priorización en función de criterios físicos, sociales y logísticos; el capítulo séptimo se realiza la evaluación económica de las redes viales categorizadas mediante la utilización de tecnologías innovadoras y el software hdm4; y, al final se presenta la planificación plurianual de acuerdo con la categorización vial con un horizonte de 15 años.

Estamos seguros que este documento, así como el inventario vial provincial aportará en el proceso de actualización del pdot de su provincia. El congope como instancia encargada del fortaleciendo de las capacidades institucionales y las facultades competenciales continuará su trabajo de apoyo y acompañamiento enmarcado en conformar una comunidad de aprendizaje e intercambio procesos continuos.

Finalmente queremos resaltar el apoyo brindado por el bid a través de su director y equipo técnico durante estos años, así como la permanente coordinación mantenida con el equipo del bde con el fin de que el provial concluya con éxito.

Quito, diciembre 2019

Pablo Jurado

Presidente del Congope



PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI



■ ÍNDICE

PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI	1
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. MARCO LEGAL.....	15
3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA	17
3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA	17
3.1.1. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE LA PROVINCIA	17
3.1.1.1. Relieve.....	17
3.1.1.2. Cobertura vegetal	18
3.1.1.3. Clima	19
3.2. DESCRIPCIÓN SOCIOCULTURAL DE LA PROVINCIA	19
3.2.1. Análisis demográfico.....	19
3.3. DESCRIPCIÓN ECONÓMICO-PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA	20
3.3.1. Agricultura, Ganadería, Silvicultura Y Pesca.....	24
3.3.2. Construcción y Comercio	24
3.4. DESCRIPCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA PROVINCIA	24
4. FACTORES DE INCIDENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN VIAL	25
4.1. FACTORES AMBIENTALES.....	25
4.1.1. Impactos ambientales.....	26
4.1.2. Riesgos climáticos.....	26
4.2. FACTORES DE RIESGOS	27
4.3. FACTORES ECONÓMICOS PRESUPUESTARIOS	28
5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA PROVINCIA	29
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA VIAL DE LA PROVINCIA	30
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPORTANCIA VIAL	32
5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VÍAS.....	33
5.3.1. Conexión por superficie de rodadura.....	33
5.3.2. Estado de la superficie de rodadura.....	34
5.3.3. Uso del Derecho de la vía	35
5.3.4. Número de carriles.....	36
5.3.5. Climatología.....	37
5.3.6. Número de curvas	38
5.3.7. Distancia de visibilidad	38
5.3.8. Número de intersecciones.....	39

■ ÍNDICE

5.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES	40
5.4.1.	Capa de rodadura.....	40
5.4.2.	Ancho total	41
5.4.3.	Evaluación superestructura.....	42
5.4.4.	Carga.....	44
5.5.	CARACTERÍSTICAS DE LAS ALCANTARILLAS.....	45
5.5.1.	Tipo y estado	45
5.5.2.	Material.....	46
5.6.	CARACTERÍSTICAS DE LAS CUNETAS.....	47
5.7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS TALUDES.....	48
5.8.	CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS ASOCIADOS A LAS VIAS..	49
5.9.	CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	50
5.10.	CARACTERÍSTICAS DE LAS MINAS	51
5.11.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS CRITICOS DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	53
5.12.	CARACTERÍSTICAS DE LAS NECESIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL	54
5.13.	CARACTERÍSTICAS ECONOMICO - PRODUCTIVAS DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	55
5.14.	CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	57
5.14.1.	Tipo de población.....	57
5.14.2.	Población total.....	58
5.15.	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	59
6.	DIAGNÓSTICO VIAL PROVINCIAL	61
6.1.	SITUACION ACTUAL DE LA CONECTIVIDAD VIAL CON LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS JERARQUIZADOS.....	61
6.1.1.	Conexión de centros poblados por tipo de vía.....	61
6.2.	SITUACION ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRODUCTIVAS.....	62
6.3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD DE LA POBLACIÓN A LOS SERVICIOS SOCIALES DE EDUCACION Y SALUD	63
7.	CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA	64
7.1.	INTRODUCCIÓN.....	64
7.1.1.	Objetivo	65
7.1.2.	Alcance.....	65
7.2.	METODOLOGÍA.....	65
7.2.1.	Análisis de la infraestructura logística de la provincia.....	66
7.2.2.	Criterios de ponderación	70
7.2.2.1.	Criterio 1: Tipo de Vía.....	70
7.2.2.2.	Criterio 2: Infraestructura Logística	70
7.2.2.3.	Criterio 3: Población.....	77
8.	PROYECCIÓN ESTRATÉGICA DEL PLAN	78
8.1.	VISIÓN	78

■ ÍNDICE

8.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	79
8.3. POLÍTICAS DE INTERVENCIÓN	79
9. CATEGORIZACIÓN ESTRATÉGICA DE EJES VIALES	81
9.1. METODOLOGÍA.....	81
9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA.....	83
9.3. CATEGORIZACIÓN VIAL	85
9.3.1. Visión Estratégica Provincial	85
9.3.2. Corredores Prioritarios Estratégicos.....	87
9.3.2.1. Corredor Prioritario Estratégico (1). Intercantonal Sigchos – Pujili	87
9.3.2.2. Corredor Prioritario Estratégico (2). Pujili – Latunga – Saquisili – Sigchios	91
9.3.2.3. Corredor Prioritario Estratégico (3).....	94
9.3.3. Corredores Prioritarios Estratégicos.....	95
9.3.3.1. Corredor Secundario (1). El Corazón – La Mana	95
9.3.3.2. Corredor Secundario (2). Sigchos – Pujili	96
9.3.3.3. Corredor Secundario (3). San Miguel – Mulalillo.....	98
9.3.3.4. Corredor Secundario (3). La Mana - Pucayacu	100
10. BASES CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN DE CARRETERAS.....	101
10.1. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES.....	102
10.1.1. Planificación.....	103
10.1.2. Ciclo de proyecto	104
11. CRITERIO PARA PRIORIZACIÓN - MULTICRITERIO	104
12. ESTRATEGIA PROVINCIAL	105
12.1. CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS.....	105
12.2. CORREDORES SECUNDARIOS	107
12.3. OTROS: RESTO DE LA RED	108
13. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA CON HDM-4.....	110
13.1. FUNDAMENTOS DE HDM-4.....	111
13.2. METODOLOGÍA HDM-4.....	112
13.3. PARÁMETROS DE ENTRADA DE HDM-4	113
13.3.1. Red de carreteras	113
13.3.1.1. Códigos y nomenclatura.....	113
13.3.1.2. Características y condición del pavimento	114
13.3.1.3. Tráfico (TPDA)	122
13.3.2. Flota vehicular	123
13.3.3. Costo de las intervenciones consideradas.....	126
14. PLAN PLURIANUAL DE INVERSIONES – RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON HDM-4.....	128
14.1. ESCENARIO DESEABLE.....	128
14.2. ESCENARIO MÍNIMO	131
14.3. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	134
14.3.1. Corredores prioritarios estratégicos.....	135

■ ÍNDICE

14.3.2. Corredores secundarios	138
14.3.3. Otros, resto de la red	142
14.3.4. Red Provincial total.....	145
15. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PUENTES.....	148
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
16.1. CONCLUSIONES.....	150
16.2. RECOMENDACIONES	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pendientes de la provincia	17
Tabla 2 Cobertura vegetal.....	18
Tabla 3 Población por cantón	19
Tabla 4. Distribución del Valor Agregado Bruto por provincias. Fuente: Banco Central del Ecuador, 2016.....	20
Tabla 5. Distribución del VAB en la provincia de Azuay por actividades....	22
Tabla 6. Tipos de Vías.....	30
Tabla 7. Sistema Vial provincia de Cotopaxi.....	31
Tabla 8. Sistema Vial provincia de Cotopaxi por tipo de vía y cantón (km)	31
Tabla 9. Importancia vial por cantón (km)	33
Tabla 10. Superficie de rodadura por cantón (km).....	34
Tabla 11. Estado de superficie de rodadura por cantón (km).....	35
Tabla 12. Uso derecho de la vía por cantón (km).....	36
Tabla 13. Longitud de vía/ número de carriles (km)	36
Tabla 14. Tipo de Vía (km)- Tipo de Clima	37
Tabla 15. Número de Curvas Provincia.....	38
Tabla 16. Porcentaje de Distancia de Visibilidad en la Vía Provincia.....	38
Tabla 17. Número de Intersecciones por cantón e Intersecciones/km	39
Tabla 18. N° de Puentes según capa de rodadura.....	41
Tabla 19. N° de Puentes en función del ancho total.....	42
Tabla 20. N° de puentes en función de la evaluación de la superestructura.....	43
Tabla 21. N° de puentes en función de la carga	44
Tabla 22. N° Alcantarillas según tipo y estado.....	45
Tabla 23. N° Alcantarillas según material del ducto	47
Tabla 24. N° de cunetas en función del tipo y del estado. (B= bueno, M= malo, R=regular).....	48
Tabla 25. N° de taludes en función del cantón.....	49

Tabla 26. Resumen de Servicios Asociados a la Vía	49
Tabla 27. N° de vehículos por cantón.....	51
Tabla 28. Minas por material de explotación según cantón.	51
Tabla 29. Minas por material de explotación según cantón	52
Tabla 30.Puntos Críticos por tipo según cantón.....	54
Tabla 31.Necesidades de Conservación Vial (km) según cantón.....	55
Tabla 32.Sectores Productivos por tramos de vía de la provincia según Cantón.....	57
Tabla 33.Tipo de población según cantón.....	58
Tabla 34.Poblaciones en función del número de habitantes	59
Tabla 35. En km según cantón.....	60
Tabla 36.Accesibilidad a servicios sociales por cantón en %.....	64
Tabla 38. Buffers y pesos de los tipos de vía. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	70
Tabla 39. Pesos y multiplicadores de la infraestructura logística. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	71
Tabla 40. Multiplicadores de vías próximas a poblaciones. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	77
Tabla 41. Clasificación según importancia logística de las carreteras.....	82
Tabla 66. Características Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración Propia	88
Tabla 66. Características Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración Propia	92
Tabla 66. Características Corredor Prioritario Estratégico (3). Elaboración Propia	94
Tabla 66. Características Corredor Secundario (1). Elaboración Propia	96
Tabla 66. Características Corredor Secundario (2). Elaboración Propia	97
Tabla 66. Características Corredor Secundario (3). Elaboración Propia	99
Tabla 66. Características Corredor Secundario (4). Elaboración Propia....	101
Tabla 49. Estrategia planteada para Corredores Prioritarios Estratégicos.....	105
Tabla 50. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Prioritarios Estratégicos (umbrales de intervención).....	106
Tabla 51. Estrategia planteada para Corredores Secundarios.	107
Tabla 52. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Secundarios (umbrales de intervención).....	107
Tabla 53. Estrategia planteada para el Resto de la Red (Otros).	108
Tabla 54. Niveles de calidad exigidos para el Resto de la Red - Otros (umbrales de intervención).....	109
Tabla 55. Relación entre el PSI y Condición.....	116

Tabla 56. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF	116
Tabla 57. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM.....	117
Tabla 58. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM.....	117
Tabla 59. Relación entre el PSR y la Condición	118
Tabla 60. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF	118
Tabla 61. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM.....	118
Tabla 62. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM.....	119
Tabla 63. Asignación de otros parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla I).....	119
Tabla 64. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla II).	120
Tabla 65. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla III).	121
Tabla 66. Parque vehicular - características básicas y peso promedio. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	124
Tabla 67. Parque vehicular - costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	124
Tabla 68. Parque vehicular - costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	125
Tabla 69. Parque vehicular - costo del tiempo. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	125
Tabla 70. Costo de las intervenciones consideradas de conservación, mejoramiento y mantenimiento rutinario. Fuente datos suministrados por el CONGOPE.....	126
Tabla 68. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	129
Tabla 69. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	130
Tabla 70. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	131
Tabla 71. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	133
Tabla 72. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	135
Tabla 73. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	135

Tabla 74. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	136
Tabla 75. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	137
Tabla 76. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	138
Tabla 77. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	139
Tabla 78. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	139
Tabla 79. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	140
Tabla 80. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red)- E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	142
Tabla 81. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red) - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	142
Tabla 82. Requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red) - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	143
Tabla 83. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	144
Tabla 84. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	145
Tabla 85. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	146
Tabla 86. Requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología general del proyecto. Elaboración propia.....	15
Figura 2. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización del Sistema Vial a partir de la BBDD homogeneizada. Elaboración propia.....	30
Figura 3. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Diagnóstico de la Red Vial Provincial. Elaboración propia.....	61

Figura 4. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización logística. Elaboración propia.....	65
Figura 5. Buffer de influencia de las vías de Cotopaxi. Elaboración propia	67
Figura 6. Buffer de influencia de las poblaciones en la provincia de Cotopaxi. Elaboración propia.....	69
Figura 7. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.....	81
Figura 8. Distribución de pesos logísticos en la provincia de Cotopaxi. Elaboración propia.....	84
Figura 9. Categorización de la red vial de Cotopaxi.....	86
Figura 10. Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración propia.....	88
Figura 11. Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración propia.....	92
Figura 12. Corredor Prioritario Estratégico (3). Elaboración propia.....	94
Figura 13. Corredor Secundario (1). Elaboración propia.....	96
Figura 14. Corredor Secundario (2). Elaboración propia.....	97
Figura 15. Corredor Secundario (3). Elaboración propia.....	99
Figura 16. Corredor Secundario (3). Elaboración propia.....	100
Figura 17. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.....	112
Figura 18. Relación de la regularidad IRI con la velocidad del vehículo en carreteras sin pavimentar. Elaboración propia a partir de Roads Economic Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial.....	114
Figura 19. Representación algebraica de la función $v=f(IRI)$, con la identificación de los extremos, máximo y mínimo local. Elaboración propia.....	116
Figura 20. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Plan Plurianual de Inversiones. Elaboración propia.....	128
Figura 21. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	129
Figura 22. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	130
Figura 23. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	133
Figura 24. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	134
Figura 25. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	136

Figura 26. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	137
Figura 27. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	137
Figura 28. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	138
Figura 29. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	139
Figura 30. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	140
Figura 31. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	141
Figura 32. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	141
Figura 33. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	143
Figura 34. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	143
Figura 35. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	144
Figura 36. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	145
Figura 37. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	146
Figura 38. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	147
Figura 39. Lógica de asignación presupuestaria para inversiones en puentes. Elaboración propia.....	149

1. INTRODUCCIÓN

La construcción del Presente Plan se desarrolló en función de lo que determina el marco constitucional normativo y de políticas vigentes en el país, así como las orientaciones del Plan Estratégico Nacional de Movilidad, lo establecido en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, especialmente en el eje de conectividad, así como la normativa reciente que se recoge en la Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.

En el Ecuador la competencia de “planificar, construir y mantener la vialidad” es compartida por el nivel central, el provincial y el municipal. El nivel central se ocupa de red vial categorizada como nacional, los municipios de las vías en áreas consolidadas (o “urbanas”), y el resto de la red vial es de competencia provincial. La Resolución 009-CNC-2014 del Consejo Nacional de Competencias regula este ejercicio compartido, especificando atribuciones de cada nivel de gobierno. La competencia de “planificar, construir y mantener la vialidad” para las provincias se expresa en la Constitución de la República, art. 263 numerales 1 y 2; el COOTAD, en su art. 42 letra b), y art. 129.

Cada nivel de gobierno asume la administración de una red, dado que la conectividad y movilidad es de carácter estratégico, cuando una vía de la red vial nacional, regional o provincial atraviese una zona urbana, la jurisdicción y competencia sobre el eje vial pertenecerá al gobierno central, regional o provincial, según el caso (Art. 8 LSNIV).

El Plan Vial es un instrumento complementario y que aporta a la consecución de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia, por tanto, el presente instrumento en una fase preliminar es un elemento complementario que coadyuva al cumplimiento de la visión de desarrollo de la Provincia.

El Plan Vial además de ser un instrumento complementario a la Planificación Territorial, es parte de un Sistema de Movilidad y Transporte, que en algunas provincias implica establecer mecanismos multimodales, conectando la red de carreteras con el transporte marítimo, fluvial y aéreo, por lo cual, el desafío será articular a futuro la elaboración e implementación del Plan Estratégico de Movilidad Provincial, como otro insumo que complementa al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, conforme lo establece la Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.

Además, de las disposiciones legales, el Plan Vial de la provincia es un elemento esencial que ayudará a atender a las necesidades estratégicas del territorio, en relación con la accesibilidad y movilidad de personas y recursos; y, atender a las condiciones de operatividad, que resulta de estudios y diseños técnicos. La conservación de una red de infraestructura implica el cumplimiento de normas y especificaciones técnicas para mantener condiciones de seguridad y operación.

El presente instrumento se ha construido sobre la base de información técnica oficial proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotopaxi y el CONGOPE (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador), así como de la recopilación de la información secundaria oficial de las distintas Instituciones Públicas. Dicho instrumento está fundamentado en la homologación, homogeneización y sistematización de los datos obtenidos en las mediciones de

campo donde se identificaron y registraron las características y estado de las vías que forman el sistema vial provincial (inventarios viales). Posteriormente, tras realizar su preparación y análisis a través de software especializado (GIS y HDM-4), se ha identificado con claridad cuándo y dónde se llevarán a cabo las intervenciones viales que requiere la provincia. De esta manera, el presente instrumento sirve como herramienta de gestión de la vialidad provincial y permitirá facilitar el desarrollo territorial y socioeconómico, fomentando la productividad y el desarrollo económico y promoviendo la movilidad humana y el transporte de productos vinculado a las estrategias para el uso productivo del suelo, en el marco de las políticas de desarrollo provincial, con proyectos viales (red vial primaria) que garanticen su sustentabilidad en el largo plazo y mejorando la capa de rodadura de la red vial secundaria y terciaria, priorizada por la comunidad.

Para llevar a cabo la articulación del presente Plan de Desarrollo Vial Integral, se han dividido las actividades en las fases que presenta la siguiente figura, las cuales se irán describiendo a lo largo del documento.

Figura 1. Metodología general del proyecto. Elaboración propia.



2. MARCO LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador aprobada en 2008, posiciona a la planificación y a las políticas públicas como instrumentos para la consecución de los Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y la garantía de derechos. La Carta Magna, estipula que la planificación tiene por objeto propiciar la equidad social y territorial y promover la concertación.

El artículo 280 de la Constitución, establece que el Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinará las competencias exclusivas entre el Estado central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores

Los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial son los instrumentos de planificación previstos por la Constitución, y los Códigos Orgánicos de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización y el de Planificación y Finanzas Públicas -COOTAD y COPFP- (en vigencia desde octubre del 2010), que permiten a los Gobiernos Autónomos Descentralizados -GAD's-, desarrollar la gestión concertada de su territorio, orientada al desarrollo armónico e integral.

Asimismo, el artículo 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley: planificar,

construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

El Código Orgánico de Organización territorial Autonomía y Descentralización establece en artículo 41 que los gobiernos autónomos descentralizados provinciales tendrán la responsabilidad de ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y en dicho marco prestar los servicios públicos, construir la obra pública provincial, fomentar las actividades provinciales productivas, así como las de vialidad, gestión ambiental, riego, desarrollo agropecuario y otras que le sean expresamente delegadas o descentralizadas, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad. Por otra parte, el artículo 42 establece entre las competencias exclusivas del Gobierno Provincial, la de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

Según el COOTAD la estructura de planificación se ha definido en tres componentes esenciales de acuerdo con el Artículo 128 - Sistema integral y modelos de gestión. - Todas las competencias se gestionarán como un sistema integral que articula los distintos niveles de gobierno y por lo tanto serán responsabilidad del Estado en su conjunto. El ejercicio de las competencias observará una gestión solidaria y subsidiaria entre los diferentes niveles de gobierno, con participación ciudadana y una adecuada coordinación interinstitucional. El Art. 129, numeral cuarto establece que las facultades de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya zonas urbanas, le corresponden al gobierno autónomo descentralizado provincial.

La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre en su artículo 7 define como red vial provincial, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, al conjunto de vías que, dentro de la circunscripción territorial de la provincia, no formen parte del inventario de la red vial estatal, regional o cantonal urbana.

Asimismo, la referida Ley en su artículo 17 menciona que son deberes y atribuciones de los Gobiernos Locales, en este caso del nivel provincial, elaborar e implementar el Plan Sectorial de Infraestructura del Transporte Terrestre Cantonal, Provincial o Regional y el Plan Estratégico de Movilidad, mismo que será un insumo del respectivo Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Por otra parte, la Resolución 009, RO 413 Regulación para el ejercicio de la competencia para planificar, construir y mantener la vialidad, a favor de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, metropolitanos, municipales y parroquiales rurales.

Esta resolución expide la regulación para el ejercicio de la competencia de "Planificación, construcción y mantenimiento de la vialidad" en beneficio de los GAD provinciales, metropolitanos, municipales y parroquiales rurales. La misma, faculta a los GAD provinciales a realizar planes y proyectos para la construcción y mantenimiento de la red vial provincial, además de expedir sanciones, así como verificar el cumplimiento de la normativa sobre cargas y pesos de vehículos en la red vial provincial.

Finalmente, se estableció que los GAD parroquiales rurales, en coordinación con los GAD provinciales y/o municipales, asuman las atribuciones para proponer programas de rehabilitación de vías y puentes, y de recuperación ambiental, o realizar el mantenimiento rutinario de las vías de las redes viales provinciales y cantonales, entre otras.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA

3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA

3.1.1. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE LA PROVINCIA

3.1.1.1. Relieve

La Provincia de Cotopaxi está localizada en la región interandina norte, y se caracteriza por la presencia de una actividad volcánica antigua y reciente que se ha superpuesto sobre el macizo montañoso de los Andes. La altitud, en el territorio de la Provincia de Cotopaxi, varía desde los 90 msnm en la Parroquia Moraspungo del Cantón Pangua, asciende hasta los 4,480 msnm en la Cordillera Occidental en el Sector de la Comunidad de Apagua, desciende a los 2,760 msnm en la Ciudad de Latacunga, para subir nuevamente hasta el punto más alto localizado en el borde del cráter del Volcán Cotopaxi con una altitud de 5,920 msnm. Al igual que la altitud, la pendiente es muy variable en el territorio provincial, sin embargo, de manera general se puede señalar que más de la tercera parte corresponde a pendientes superiores al 50%, sitios donde no se deberían realizar actividades agrícolas. Una cuarta parte está en un rango del 25% al 50% de pendiente, lo cual representa un serio limitante para el desarrollo de actividades agrícolas, mientras que las actividades pecuarias se pueden desarrollar bajo cuidadosas medidas y consideraciones a fin de que no afecten considerablemente las condiciones del suelo.

Tabla 1 Pendientes de la provincia

RANGOS DE PENDIENTE (%)	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
0% al 5%	De plana a muy suave	151,975.0	24.9
5% al 12%	Suave	28,758.2	4.7
12% al 25%	Media	54,054.2	8.8
25% al 50%	De media a fuerte	162,281.6	26.6
50% al 70%	Fuerte	109,057.7	17.9
70% al 100%	Muy fuerte	83,597.5	13.7

RANGOS DE PENDIENTE (%)	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
Mayores 100%	Escarpada	21,098.9	3.5

Fuente: Datos obtenidos de Modelo Digital del Terreno - cartografía base IGM digitalizada para Convenio Ecociencia-HCPC

Elaboración: Equipo Técnico de PDOT 2015

3.1.1.2. Cobertura vegetal

Para el año 2013, al cual corresponde la información más reciente, la cobertura vegetal de la Provincia de Cotopaxi, es la siguiente

Tabla 2 Cobertura vegetal

UNIDADES	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE(%)
Cultivos	133,340	21.83
Pastizales	147,156	24.09
Mosaico Agropecuario	2,656	0.43
Páramo	93,047	15.23
Bosque Nativo	107,515	17.60
Vegetación Arbustiva	41,923	6.86
Vegetación Herbácea	33,256	5.44
Plantación Forestal	26,003	4.26
Eriales (Afloramientos rocosos, nieve, arenales)	13,626	2.23
Infraestructura Antrópica	1,789	0.29
Cuerpo de Agua	1,863	0.30
Área poblada	5,908	0.97
Sin información (Nubes)	2,741	0.45
Superficie Provincial	610,823	100.00

3.1.1.3. Clima

Precipitación: La variación de la precipitación es considerable entre el valle interandino donde los valores promedios anuales fluctúan alrededor de los 500 y 1,000 mm, y la parte baja cercana al interior de la costa donde los valores superan fácilmente los 2.800 y 3,000 mm. Igual variación se determina al analizar el comportamiento temporal de las lluvias, mientras en los valles andinos el régimen pluviométrico es bimodal con dos picos máximos en los meses marzo - abril y octubre - noviembre; en la zona baja este régimen es mono modal con un valor máximo de precipitación durante los meses febrero - marzo, alcanzando durante el periodo lluvioso (diciembre - mayo) entre el 80% y 90 % de la precipitación total.

Temperatura: Los sectores que registran datos de temperatura media más baja en el rango de los 0°C a 6°C corresponden a áreas sin poblaciones ubicadas en las cercanías a los volcanes Cotopaxi e Ilinizas, en el rango comprendido entre 6°C y 10°C se encuentra una amplia zona ubicada a ambos lados (oriental y occidental) del valle interandino con numerosas poblaciones entre los que se encuentran las cabeceras parroquiales de Isinliví, Guangaje, Cochapamba, Chugchilán, Zumbahua y Angamarca.

Entre 10°C a 14°C se encuentran dos zonas, la una que corresponde a poblados del valle interandino entre los cuales figuran las cabeceras de las parroquias de Pastocalle, Toacaso, Mulaló, Canchagua Grande, Tanicuchí, Chantilín, Saquisilí, Aláquez, Poaló, La Victoria, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Mulliquindil, San Miguel de Salcedo, Cusubamba, Pansaleo y Mulalillo; y la segunda en el occidente de la Provincia que corresponde a una franja que va en sentido norte sur en donde se encuentran los poblados de Sigchos, Pilaló y Pinllopata.

El rango comprendido entre 18°C y 20°C corresponde a una franja que se extiende desde el norte hasta el sur en donde se ubican las cabeceras parroquiales de Palo Quemado, Las Pampas, Pucayacu, El Tingo - La Esperanza; finalmente se tiene en el sector más occidental de la Provincia el rango de mayor temperatura que va desde los 22°C a 26°C en donde se ubican las cabeceras de las parroquias de Guasaganda y Moraspungo así como la ciudad de La Maná.

3.2. DESCRIPCIÓN SOCIOCULTURAL DE LA PROVINCIA

3.2.1. Análisis demográfico.

La Provincia de Cotopaxi representa el 2.8% de la población nacional correspondiente a 409,205 habitantes con una densidad poblacional promedio de 67 habitantes por kilómetro cuadrado. La población rural representa el 70% de la población provincial correspondiente 288,235 habitantes, mientras que la población urbana es el 30% con 120,970 habitantes.

Tabla 3 Población por cantón

Cantón	Población Urbana	Población Rural	Población Total
LATACUNGA	63,842	106,647	170,489
LA MANA	23,775	18,441	42,216

Cantón	Población Urbana	Población Rural	Población Total
PANGUA	1,649	20,316	21,965
PUJILI	10,064	58,991	69,055
SALCEDO	12,488	45,728	58,216
SAQUISILI	7,205	18,115	25,320
SIGCHOS	1,947	19,997	21,944
Total Provincial	120,970	288,235	409,205

Al año 2020 se proyecta una población total de 488,716 habitantes. Por otro lado, según el Censo de Población y Vivienda INEC 2010 la población femenina en el área rural es de 153,739 mujeres, y se proyecta para el año 2020 una población de 164,494 mujeres, dedicadas en su mayoría a la producción agropecuaria de autoconsumo.

Los servicios básicos en la provincia de Cotopaxi ascienden a 64% de agua entubada pública, 87% sistema adecuado de eliminación de excretas, 82% piso de vivienda adecuada, 96% servicio eléctrico.

El nivel de pobreza por NBI, es alto en los distritos de Sigchos, Pangua, Pujilí - Saquisili, seguido por La Maná, Salcedo y Latacunga. Por otro lado, y según los datos del ENEMDU - INEC 2012 la pobreza por ingresos en la Provincia de Cotopaxi ascienda al 44% y la pobreza extrema por ingresos ascienda al 23.2%.

3.3. DESCRIPCIÓN ECONÓMICO-PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA

De acuerdo con los datos obtenidos de las cuentas Nacionales del Banco Central del Ecuador del año 2016, el aporte de Cotopaxi al VAB (Valor Agregado Bruto) representa el 1,8% del total nacional, que suman aproximadamente 1.674.149 de dólares. Con esta consideración ubicamos a Cotopaxi en la posición 14 a nivel nacional, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 4. Distribución del Valor Agregado Bruto por provincias. Fuente: Banco Central del Ecuador, 2016

Distribución del VAB por provincias					
	Total Costa:		41.710.276,4 1	Total Nacional:	91.874.643, 00

	Total Sierra:		43.903.884,65	Total Nacional:	91.874.643,00
	Total Amazonía:		6.035.763,93	Total Nacional:	91.874.643,00
Ranking Nivel nacional	Provincias	Región	Valor Agregado	Participación Territorial	Participación Nivel Nacional
1	PICHINCHA	Sierra	25.270.011	57,6%	27,5%
2	GUAYAS	Costa	24.970.220	59,9%	27,2%
3	MANABÍ	Costa	5.963.212	14,3%	6,5%
4	AZUAY	Sierra	4.736.948	10,8%	5,2%
5	LOS RÍOS	Costa	3.507.868	8,4%	3,8%
6	EL ORO	Costa	3.198.916	7,7%	3,5%
7	ESMERALDAS	Costa	2.929.768	7,0%	3,2%
8	ORELLANA	Amazonía	2.720.849	45,1%	3,0%
9	TUNGURAHUA	Sierra	2.630.034	6,0%	2,9%
10	CHIMBORAZO	Sierra	1.950.391	4,4%	2,1%
11	SANTO DOMINGO	Sierra	1.824.190	4,2%	2,0%
12	IMBABURA	Sierra	1.787.245	4,1%	1,9%
13	LOJA	Sierra	1.773.237	4,0%	1,9%
14	COTOPAXI	Sierra	1.674.149	3,8%	1,8%
15	SUCUMBÍOS	Amazonía	1.604.430	26,6%	1,7%
16	SANTA ELENA	Costa	1.140.293	2,7%	1,2%
17	CAÑAR	Sierra	1.020.290	2,3%	1,1%
18	CARCHI	Sierra	661.379	1,5%	0,7%
19	BOLÍVAR	Sierra	576.012	1,3%	0,6%
20	PASTAZA	Amazonía	545.615	9,0%	0,6%
21	MORONA SANTIAGO	Amazonía	453.256	7,5%	0,5%
22	NAPO	Amazonía	421.864	7,0%	0,5%

23	ZAMORA CHINCHIPE	Amazonía	289.750	4,8%	0,3%
----	---------------------	----------	---------	------	------

Las tres principales actividades económicas de Cotopaxi se desarrollan en los tres sectores. Sector primario la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, en el sector secundario la construcción y en el sector terciario las actividades de transporte y comercio al por mayor y menor.

Cotopaxi es la segunda provincia de la Sierra que más Valor Agregado Bruto aporta a nivel nacional (4,5%) en lo que se refiere a actividades agropecuarias.

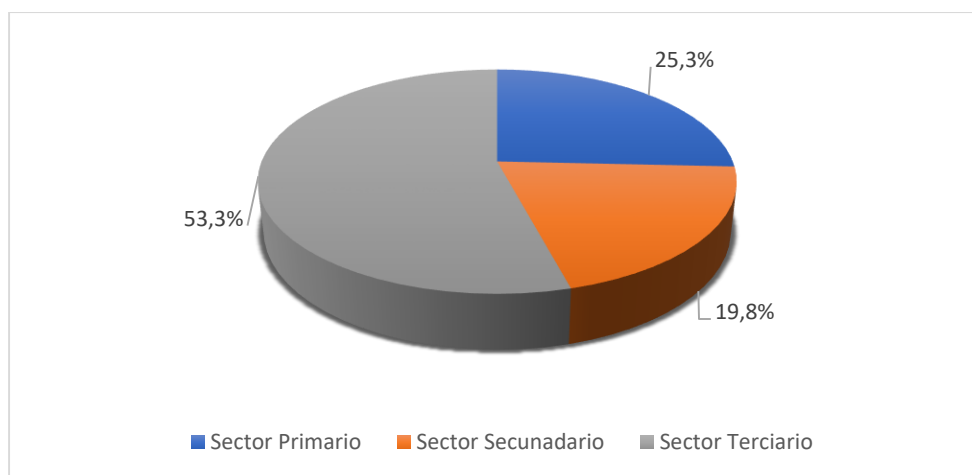
Luego a nivel provincial las actividades con mayor VAB son la construcción con (13,2%) y el transporte, información y comunicación con (12,7%).

Tabla 5. Distribución del VAB en la provincia de Azuay por actividades

COTOPAXI (VAB distribuido por actividades)				
Ranking Nivel Cotopaxi	Actividad	VAB	% Cotopaxi	Sector
1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	422.445	25,2%	Primario
2	Construcción	221.670	13,2%	Secundario
3	Transporte, información y comunicaciones	212.049	12,7%	Terciario
4	Comercio	183.929	11,0%	Terciario
5	Enseñanza	145.313	8,7%	Terciario
6	Actividades profesionales e inmobiliarias	130.890	7,8%	Terciario
7	Manufactura	109.675	6,6%	Secundario
8	Administración pública	82.821	4,9%	Terciario
9	Salud	74.088	4,4%	Terciario
10	Actividades financieras	33.641	2,0%	Terciario
11	Otros servicios	26.144	1,6%	-

COTOPAXI (VAB distribuido por actividades)				
Ranking Nivel Cotopaxi	Actividad	VAB	% Cotopaxi	Sector
12	Suministro de electricidad y de agua	22.130	1,3%	Terciario
13	Actividades de alojamiento y de comidas	7.783	0,5%	Terciario
14	Explotación de minas y canteras	1.571	0,1%	Primario
	ECONOMÍA TOTAL	1.674.149	100%	

El sistema económico productivo de la Provincia de Cotopaxi se fundamenta en los tres sectores de la economía, aunque con mayor presencia en el sector terciario. En el sector primario prevalece las actividades agropecuarias con un 25,2% de las actividades de la zona y con énfasis en agricultura familiar campesina (AFC), así también existe producción agrícola para exportación, ubicada generalmente en el valle agro productivo industrial ubicado a lo largo de la Panamericana, donde las condiciones agroclimáticas e infraestructura productiva, favorecen por completo a los niveles de producción y productividad.



El sector terciario es quien desarrolla un 53,3% de VAB a nivel provincial, el sector terciario se caracteriza por las actividades de comercio al por mayor y menor, así también el turismo, por su potencial en la generación de ingresos y empleo y por sus encadenamientos intersectoriales que incentivan inversiones en otros sectores. Seguido del sector primario gracias a actividades agropecuarias con un 25,3% de VAB

y por último el sector secundario con énfasis en la construcción y en producción manufacturera, misma que involucra a la industria metalmecánica, producción de papel, industria maderera, industria de alimentos y bebidas, entre otras; productos destinados al consumo nacional.

3.3.1. Agricultura, Ganadería, Silvicultura Y Pesca.

Cotopaxi es una Provincia eminentemente agrícola gracias a su diversidad de pisos climáticos que garantizan una producción diversa para el consumo local, nacional y exportación de algunos productos específicos.

Según información del INEC ESPAC del año 2013, los principales cultivos de Cotopaxi en función de su superficie sembrada, cosechada y producción son los siguientes: maíz suave seco, cacao, caña de azúcar, maíz suave choclo, papa, cebada, plátano, banano, maíz duro seco y naranja.

De los 10 cultivos arriba identificados en la Sierra predomina la producción de maíz suave seco, maíz suave choclo, papa, cebada y en la zona del subtrópico se concentra la producción de cacao, caña de azúcar, plátano, banano, maíz duro seco y naranja.

En términos de superficie cultivada el maíz suave seco ocupa el primer lugar con 18.576 hectáreas, seguido del cacao con 13.531 hectáreas, caña de azúcar con 14.290 hectáreas, maíz suave choclo con 7.085 hectáreas y la papa con 7.225 hectáreas. A estos productos se agregan aquellos que corresponden al sector agroexportador, como son las flores, el brócoli y la alcachofa; los cuales tienen una mayor presencia en nuestra provincia.

3.3.2. Construcción y Comercio

En la provincia de Cotopaxi la segunda actividad económica más desarrollada es la construcción con un VAB de 13,2%. El mayor porcentaje de los 7 cantones lo aporta Latacunga con un 65,8% siendo el referente en temas de construcción en la provincia, seguido de Pujilí con 13,7%.

En la provincia de Cotopaxi la economía de acuerdo al VAB esta distribuidos en los sectores primario, secundario y terciario en los 7 cantones de la Provincia con el 64,3% Latacunga, 12,6% Salcedo, 8,6% La Maná, 7,4% Pujilí, 2,9% Saquisilí, 2,7% Pangua y 1,5% Sigchos.

3.4. DESCRIPCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA PROVINCIA

Latacunga en el puesto dieciséis con el 0,68% de la población urbana al nivel nacional. Según la Estrategia Territorial Nacional, Latacunga ingresa en la categorización de los asentamientos poblacionales del nivel “nacional”, con un rol: alto desarrollo de funciones relacionadas con actividades comerciales, e industriales, prestación de servicios públicos complementarios a los ofrecidos en los asentamientos humanos de menor jerarquía, articulada a través del corredor vertical del eje de la panamericana que atraviesa la Sierra ecuatoriana de norte a sur.

Del año de 2001 al año 2010 la población total de Cotopaxi se aumentó en 59.665 habitantes, menor que en el periodo entre los años de 1990 y 2001. El Cantón más densamente poblado es Saquisilí, seguido por Latacunga y Salcedo, donde el factor que influye positivamente en la dinámica poblacional de estos tres cantones es la

vinculación directa a la vía panamericana. En este contexto, es importante mencionar que el 42% de la población total de la provincia se concentra en el Cantón de Latacunga y que solo en el cantón de la Maná la población urbana es superior a la población rural, manteniendo la tendencia de crecimiento evidenciada en el año 2001.

En cuanto a las densidades poblacionales, el cantón más densamente poblado es Saquisilí con 124 habitantes por kilómetro cuadrado, seguido por Latacunga con 123 habitantes por kilómetro cuadrado y Salcedo con 120 habitantes por kilómetro cuadrado. Es importante mencionar que estos cantones se encuentran directamente vinculados a eje de la vía Panamericana, lo que impulsa su crecimiento y alta conectividad.

En las zonas urbanas de los cantones de Latacunga, La Maná y Saquisilí más del 70% de las viviendas tienen acceso al servicio de agua de consumo. Al nivel rural, los cantones de La Maná y Saquisilí presentan porcentajes inferiores al 25% de viviendas con acceso a este servicio. Todos los cantones de la provincia en sus áreas urbanas superan el 50% de acceso al servicio de alcantarillado, mientras que, en las zonas rurales, todos los cantones tienen menos del 51% de acceso a este servicio. Los cantones con menor cobertura del servicio de electricidad en las zonas urbanas son Sigchos y Pangua; mientras que en la zona rural el cantón de menor cobertura es el de La Maná con el 37,95% de viviendas con acceso a este servicio. En las zonas urbanas el porcentaje de cobertura del servicio de recolección de basura está entre el 40 y el 80%, Saquisilí tiene una mayor cobertura con el 78,9%. Mientras que en las zonas rurales la cobertura de los servicios está entre el 20 y el 50%.

En cuanto a la disponibilidad de Centros de Educación Superior, el Cantón de Latacunga tiene cuatro universidades con carreras de formación que responden a temas de interés en la provincia como: Ingeniería Ambiental, Ingeniería Agronómica, Agroindustrial, Veterinaria, Ecoturismo. Adicionalmente es importante mencionar que las tecnologías impartidas en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) ha promovido la inmigración de estudiantes de otras provincias. La Maná dispone de una extensión universitaria; los otros cantones no disponen de centros de educación superior.

En el tema de equipamiento de salud, el déficit se centra en que no existen hospitales regionales de especialidades, razón por la cual la población busca acceder a este servicio hacia otros polos de desarrollo como Ambato y Quito. Otro aspecto relevante es que los cantones de La Maná y Saquisilí no disponen de hospitales generales básicos. En cuanto al equipamiento recreacional todos los cantones disponen de estadios, canchas deportivas de uso múltiple y coliseos de deportes.

4. FACTORES DE INCIDENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN VIAL

4.1. FACTORES AMBIENTALES

La correcta implementación del Plan de Vialidad de la Provincia debe apuntar a garantizar la resiliencia y sostenibilidad de los proyectos que se planifiquen y ejecuten, es vital identificar el riesgo derivado de las amenazas naturales, antrópicas y del calentamiento global antropogénico que podrían afectar las intervenciones en vialidad. Por tanto, es necesaria la observación de los siguientes factores:

4.1.1. Impactos ambientales

Se enmarca en la reducción de los impactos ambientales, causados por los procesos de construcción, uso de la estructura y por el ambiente en donde se desarrollan las intervenciones de vialidad. La implementación del Plan Vial considerará lineamientos y políticas que no atenten contra el ambiente. La construcción vial debe tener una responsabilidad con el ambiente en favor de minimizar los recursos, previniendo la degradación ambiental, y proporcionando un ambiente saludable, en función de los siguientes elementos:

- Las obras de infraestructura generan fragmentación de los ecosistemas, reduciendo el hábitat original de las especies (Gascón, 2000). Por lo tanto, es necesario considerar estrategias integrales que logren recuperar el estado de los ecosistemas o que definan lineamientos para que algunos de los ecosistemas frágiles no sean fragmentados.
- Analizar los impactos en el medio biofísico, así, por ejemplo, en el agua, suelo y biodiversidad y sus estrategias como medidas para disminuir el nivel de impacto.

4.1.2. Riesgos climáticos

El cambio climático afecta y afectará el entorno, lo cual repercutirá en las vías. Por lo tanto, la planificación y localización de las vías debe pensarse desde los impactos que el cambio climático genera sobre la infraestructura misma, y también sobre el entorno relacionado con las vías, en especial los ecosistemas aledaños.

La implementación de las intervenciones de obra deben enmarcarse en la definición de los riesgos frente a desastres naturales; en este sentido, entender la vulnerabilidad de las vías y definir medidas efectivas de adaptación implica considerar aspectos que hacen parte del entorno de la vía, los cuales pueden modificar la vulnerabilidad del territorio y de la infraestructura del sector, como por ejemplo, los cambios en el uso del suelo debido a los procesos de urbanización o agrícola; la deforestación en las cuencas donde están construidas las vías. Para lo cual, las intervenciones viales que se derivarán del presente instrumento se aplicarán en función de:

- Análisis de los riesgos climáticos y los problemas asociados a ellos como deslizamiento de masas o inundaciones, etc. Hay que resaltar que el ordenamiento territorial bien hecho puede ayudar en gran medida a reducir las vulnerabilidades a un costo mucho más razonable que las soluciones estructurales de intervención física que muchas veces son inapropiadas, insuficientes, degradables y en ocasiones aumentan el riesgo para algunas zonas en el futuro.
- Emisiones de gases de efecto invernadero, para ello se debe tomar en cuenta la funcionalidad logística de la vía.

Por otra parte, la aplicación del Plan Vial en una lógica de contribución directa con el desarrollo territorial se sujeta a que las intervenciones viales tengan los respectivos análisis socio - ambientales en función de al menos los siguientes elementos:

- Descripción del proyecto, duración, alternativas y tecnología, inversión total, descripción de actividades.

- Recursos naturales del área que serán aprovechados, materia prima, insumos, y producción que demande el proyecto.
- Generación de residuos, de ruido, almacenamiento y manejo de insumos, posibles accidentes y contingencias.
- Consideraciones ambientales e identificación de los impactos "clave".
- Formulación de medidas de mitigación y prevención, que reduzcan o eviten los impactos negativos clave identificados.
- Matriz de identificación de impactos ambientales.

4.2. FACTORES DE RIESGOS

La viabilidad dentro de un territorio es considerada como una línea vital para su sobrevivencia y como uno de los elementos esenciales que se deben proteger frente a la ocurrencia de eventos adversos que puedan generar emergencias o desastres. Según la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos¹, la mayoría de infraestructura existente en el Ecuador presenta serias deficiencias de comportamiento al ser requeridas por acciones no permanentes como aquellas generadas por una amenaza natural, tanto en el análisis y diseño, así como en la construcción y mantenimiento. Muchas de las obras de infraestructura que se constituyen como logros de desarrollo para nuestros pueblos, han sido erigidas con altos niveles de vulnerabilidad, respondiendo a una ausencia de políticas para la gestión del riesgo en las instituciones nacionales.

La ocurrencia de desastres y sus impactos debe procurar a la reflexión sobre la importancia de tomar conciencia sobre la falta de prevención y mitigación previa al evento. La tendencia de valorar los costos de daños por desastre permite evitar la generación de riesgos futuros. Los costos tras haber ocurrido un desastre que ocasione daños a infraestructura pueden ser abordados desde los costos de infraestructura, patrimonio y bienes perdidos; los costos de atención del desastre y rehabilitación inmediata; los costos de programas de rehabilitación del sistema; y los costos de reconstrucción.

También se debe considerar el lucro cesante por no poder utilizar la infraestructura, dependiendo de la magnitud de los daños. El tiempo que demore en poder utilizarse la infraestructura implicará mayores o menores pérdidas. De ello surgen los conceptos de riesgo aceptado y de riesgo aceptable. Debido a que no es económicamente factible construir proyectos totalmente invulnerables, siempre habrá el riesgo de sufrir daños, por ello se debe definir el nivel de riesgo aceptable. Las normativas de construcción actual especifican que las infraestructuras deben diseñarse y construirse para soportar ciertos niveles de amenazas naturales.

Para mitigar el riesgo por eventos naturales al que puede verse sometido un proyecto de infraestructura vial, debe cuantificarse ese riesgo y sus componentes, a fin de diseñar una estrategia para enfrentarlo. El estudio de amenazas describe el tipo, naturaleza, características y potencial de las amenazas, llegando a una cuantificación

¹ SECRETARÍA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS. Guía para la incorporación de la variable riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de Infraestructura. MCSIE, STGR, PNUD. Quito.

de diferentes niveles de amenaza con diferentes probabilidades de ocurrencia. El estudio de detección de vulnerabilidad es un estudio donde se definen las debilidades del proyecto ante diferentes niveles de amenazas, e incluso las medidas de mitigación posibles para lograr que el anteproyecto supere los diferentes niveles de amenaza, bajo criterios de riesgo aceptable. La definición de las medidas de protección o mitigación ayudarán a mejorar la estimación de costos del proyecto. Este tipo de estudios requiere por lo general de un equipo multidisciplinario que esté familiarizado con esos aspectos.

Respecto de las amenazas los aspectos mínimos que se deben considerar son el historial de eventos peligrosos en el área, informes sobre ocurrencias de desastres pasados, evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades del área, evaluaciones del riesgo y mapas disponibles, estudios de impactos luego del desastre, recopilaciones sobre experiencias y lecciones aprendidas.

En lo que respecta a las vulnerabilidades lo fundamental que se debe incorporar en el estudio son los efectos que tiene la ocurrencia de cada amenaza sobre el proyecto, la solidez del proyecto para resistir todas las amenazas, el nivel y tipo de amenaza que debe tener el proyecto para sobrevivir sin ningún daño y las medidas de protección que se deban implementar, el nivel de daños técnicos y económicos reparables y las medidas de protección a implementarse por tipo de amenaza, el nivel y tipo de amenaza que debe el proyecto sobrevivir sin llegar al colapso aunque sufra daños irreparables, los costos y beneficios de las medidas de mitigación en términos económicos y de calidad de vida.

La detección temprana de amenazas y vulnerabilidades en fases de operación es crucial para garantizar la propia supervivencia de los proyectos que se implementen a raíz del presente Plan Vial. Con ello puede estudiarse el problema, encontrar su solución y aplicarla antes de que la amenaza se desencadene y genere un desastre. A veces la construcción del proyecto genera nuevas amenazas y vulnerabilidades, como es el caso de las vías y carreteras las cuales generan trabajos de corte y relleno realizados de manera deficiente generando laderas que, con el tiempo, durante la fase de operación se vuelven inestables, creando una nueva amenaza ante la cual la vía es muy vulnerable. En el caso de puentes, la inspección y mantenimiento adecuado permite incrementar la vida útil de los elementos estructurales del mismo, de sus apoyos y de sus estribos, ante amenazas de desbordamiento de ríos, erosión de estribos y de los propios elementos estructurales resistentes del puente.

4.3. FACTORES ECONÓMICOS PRESUPUESTARIOS

Las acciones que se desprenden del Plan Vial deben incorporar un análisis de los factores económicos y presupuestarios del Gobierno Provincial para garantizar su implementación y sostenibilidad; es prelativo analizar los proyectos que se deriven bajo un enfoque técnico, político y con procesos participativos; sin embargo, el análisis de la capacidad de financiamiento del Gobierno Provincial es lo que permitirá tomar decisiones en los distintos espacios respecto a las obras que se van a ejecutar en los periodos correspondientes y en el caso de que los recursos sean insuficientes, determinar otras fuentes de financiación de la vialidad para la atención de la ciudadanía y el desarrollo de la provincia.

El Gobierno Provincial, durante la implementación del Plan vial en sus dos fases, propenderá a un manejo administrativo-financiero coherente con el desarrollo territorial para lo cual los gastos del GAD Provincial deben priorizarse según se indica dentro de la normativa nacional. Es necesario tener un análisis de los gastos permanentes del GADP como son los gastos en personal, operativos-activos fijos y gastos no permanentes como son cuentas por pagar y obras de arrastre, realizando este análisis se determina el monto para la inversión pública para los periodos futuros, esto se vinculará a la programación plurianual y anual del Gobierno Provincial, con el fin de que toda la inversión pública se maneje con el mismo techo presupuestario, sabiendo que el promedio de asignaciones del GAD Provincial de Cotopaxi es de USD. 14,621,636.50 dólares.

Con el fin de que se determine la sostenibilidad financiera del plan vial se debe realizar flujo de ingresos plurianual y gastos (inversión, mantenimiento, reparación, etc). Para el flujo de ingresos es pertinente mencionar lo que se indica en el reglamento del Código de Planificación y Finanzas Públicas en el Art. 99, último inciso, numeral uno “En el caso de los gobiernos autónomos descentralizados, el techo de certificaciones presupuestarias plurianuales para inversión será como máximo lo correspondiente a inversiones de las transferencias asignadas por ley, del Estado Central del año anterior al que se certifica. Dicho techo deberá ser aprobado por el órgano legislativo correspondiente.

A esto se añade, la necesidad de ser más cautos en la generación y programación de estudios y obras viales para aprovechar al máximo el presupuesto Institucional a distribuir. Lo que se pretende es mejorar la eficiencia de la gestión vial para lo cual es necesario realizar evaluaciones económicas de las vías en función de los costos de la provincia para aprovechar al máximo los recursos a distribuir que en el caso del Gobierno Provincial son de un 60% del monto de asignaciones totales².

5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA PROVINCIA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases y poder contextualizar el presente apartado. En la siguiente figura se observa la contextualización de las diferentes etapas del proyecto de una manera global. La caracterización del Sistema Vial de la provincia, cuyo análisis y resultados se exponen en este apartado, se ha realizado a partir de la BBDD homogeneizada conformada a partir del Inventario de la Red Vial Provincial. Por tanto, en este apartado, se realiza una descripción del contenido de dicha BBDD.

² En referencia a la información proporcionada por los Gobiernos Provinciales en el SIGAD - SENPLADES

Figura 2. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización del Sistema Vial a partir de la BBDD homogeneizada. Elaboración propia.



5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA VIAL DE LA PROVINCIA

En la provincia de Cotopaxi, se registró un total de 3079.45 km, excluyendo la vialidad en las parroquias urbanas y zona amanzanadas de la provincia. De estos kilómetros levantados, 1422.80 km corresponden al tipo de interconexión Asentamiento Humano – Asentamiento Humano, 261.50 km conectan Cabeceras Parroquiales Rurales con Asentamientos Humanos, las vías que unen cabeceras cantonales, denominadas vías de tipo Cantón – Cantón tienen una longitud de 179.22km, las vías de tipo Otros suman un total de 7.45km, las vías que conectan cabeceras parroquiales rurales entre sí tienen una longitud de 1055.50 km. Por otro lado, las vías estatales que se conectan con Asentamientos Humanos suma un total de 135.80 km, 6.80 km corresponden a vías estatales que se conectan con cabeceras cantonales, y finalmente las vías estatales que se conectan con cabeceras parroquiales rurales tienen una longitud de 10.38 km.

Tabla 6. Tipos de Vías

N°	TIPO DE VIA	Longitud (km)
1	Asentamiento humano a Asentamiento Humano	1422,8
2	Cabecera Parroquial Rural a Asentamiento Humano	261,5
3	Cantón a cantón	179,22
4	Estatal con Asentamiento humano	135,8
5	Estatal con Cabecera Cantonal	17,18
6	Parroquia Rural a parroquia Rural	1055,5
7	Otros	7,45
TOTAL		3079,45

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

El cantón con mayor cantidad de kilómetros levantados es el cantón Latacunga con 1004.45 km, seguido del cantón Pujilí con 530.71 km y posteriormente los cantones Sigchos y Salcedo con 466.10 km y 432.64 km respectivamente.

Tabla 7. Sistema Vial provincia de Cotopaxi

CANTÓN	LONGITUD (km)
La Mana	115,46
Latacunga	1004,45
Pangua	267,74
Pujili	530,71
Salcedo	432,64
Saquisili	262,35
Sigchos	466,1
Total, general	3079,45

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

En la siguiente tabla se puede ver la distribución de la red vial por tipo de vía y cantones.

Tabla 8. Sistema Vial provincia de Cotopaxi por tipo de vía y cantón (km)

TIPO DE VÍA	LA MANA	LATACUNGA	PANGUA	PUJILI	SALCEDO	SAQUISILI	SIGCHOS
-------------	---------	-----------	--------	--------	---------	-----------	---------

Asentamiento humano a Asentamiento Humano	48,57	435,52	97,23	222,49	295,96	109,96	213,08
Cabecera Parroquial Rural a Asentamiento Humano	11,68	97,78	28,19	35,63	40,12	5,51	42,6
Cantón a cantón	9,13	49,82	58,94	11,23	8,66	25,52	15,91
Estatal con Asentamiento humano	3,21	46,01	-	79,96	6,61	-	-
Estatal con Cabecera Cantonal	-	12,08	-	5,1	-	-	-
Parroquia Rural a parroquia Rural	42,87	357,61	83,37	176,29	79,47	121,36	194,51
Otros	-	5,63	-	-	1,82	-	-

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPORTANCIA VIAL

En la provincia de Cotopaxi, se registra un total de 2436.45 km de vía que conducen a una vía alterna, 2.21 km conducen a plantas de tratamiento y 1.82 km conducen a proyectos productivos. De los kilómetros de vía que conducen a vías alternas, la mayor cantidad se registra en el cantón Latacunga con 887.59 km, de los cuales 185.51 km se localizan en la parroquia Mulaló, principalmente en vías cuyo tipo de interconexión corresponde a vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano y Parroquia Rural - Parroquia Rural.

El cantón Salcedo también registra gran cantidad de kilómetros que conducen a vías alternas con 356.59 km, de estos 159.14 km se localizan en el cantón Cusubamba en donde la mayor cantidad de km se registran en vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, seguido del cantón Mulalillo con un total de 66.54 km igualmente en vías que conectan asentamientos humanos entre sí. Por otro lado, los kilómetros de vía que conducen a plantas de tratamiento se registraron en el cantón Salcedo en la parroquia Mulalillo con 2.21 km, y finalmente las vías que conducen a proyectos productivos se registraron en el cantón Salcedo en la parroquia San Miguel con un total de 1.82 km.

Tabla 9. Importancia vial por cantón (km)

CANTÓN	IMPORTANCIA VIAL		
	Vía alterna a la red estatal	Planta de tratamiento agua potable	Proyectos productivos
LA MANA	103,4	-	-
LATACUNGA	887,59	-	-
PANGUA	195,74	-	-
PUJILI	352,79	-	-
SALCEDO	356,59	2,21	1,82
SAQUISILI	252,96	-	-
SIGCHOS	287,37	-	-
TOTAL	2436,44	2,21	1,82

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VÍAS

5.3.1. Conexión por superficie de rodadura

El sistema vial de la Provincia de Cotopaxi posee en su mayoría una superficie de suelo natural con el 1144.26 km, la superficie del resto de vías son 955.36 km de lastre, 503.66 km de pavimento flexible, 356.26 km empedrado, 57.27 km mixto, 43.04 km de doble tratamiento bituminoso y un 19.59 km de adoquín.

Al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón La Maná la superficie de rodadura que predomina es lastre con 82.90 km, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia de Pucayacu con 39.59 km. En el cantón de Latacunga, la superficie que predomina es suelo natural con 485.52 km, los cuales se encuentra en mayor cantidad en la parroquia Toacaso con 112.43 km. El cantón Pangua tienen mayor superficie de lastre con 215.66 km, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia de Moraspungo con 81.10 km. El cantón Pujilí posee en mayor cantidad una superficie de suelo natural con 263.85 km, los cuales se encuentran en mayor número en la parroquia Pujilí con 110.24 km. En el cantón presenta en mayor cantidad una superficie de empedrado con 219.52 km, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia de Cusubamba con 79.99 km. El cantón Saquisilí cuenta en mayor cantidad una superficie de suelo natural con 173.94 km, de los cuales en mayor cantidad se encuentran en la parroquia de Cancagua con 89.63 km. En el cantón Sigchos la mayor cantidad de superficie de rodadura corresponde a lastre con 270.82 km, de los cuales el mayor número se encuentran en la parroquia de Sigchos con 173.43 km.

Tabla 10. Superficie de rodadura por cantón (km)

CANTÓN	SUPERFICIE DE RODADURA						
	ADOQUÍN	D-T BITUMINOSO	EMPEDRADO	LASTRE	MIXTO	PAVIMENTO FLEXIBLE	SUELO NATURAL
LA MANA	-	-	-	82,9	12,06	20,51	-
LATA CUNGA	1,71	1,04	72,27	191,77	14,35	237,8	485,52
PANGUA	-	-	6,2	215,66	3,75	42,12	-
PUJILI	1,04	15,97	36,4	167,5	-	45,95	263,85
SALCEDO	3,7	0,03	219,52	4,85	27,11	84,07	93,36
SAQUISILI	7,44	-	18,07	21,86	-	41,05	173,94
SIGCHOS	5,7	26	3,8	270,82	-	32,17	127,6
TOTAL	19,59	43,04	356,26	955,36	57,27	503,67	1144,27

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.2. Estado de la superficie de rodadura

En la Provincia de Cotopaxi, la mayor cantidad de vías presentan una superficie de rodadura que se encuentran en estado regular con 1338.81 km, seguido de 1269.47 km de vías en mal estado y finalmente 471.17 km de vías en buen estado.

Al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón La Maná la mayor cantidad de vías se encuentran en mal estado con 93.94 km en este estado, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia Guasaganda con 52.89 km. En el cantón Latacunga, la mayor cantidad de vías se encuentran en estado regular con 498.72 km en este estado, de los cuales en mayor número se encuentran en la parroquia Mulaló con 1170.3 km.

El cantón Pangua, posee una mayor cantidad de vías en mal estado con 170.67 km en este estado, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia de

Moraspungo con 59.28 km. El cantón Pujilí en su mayoría cuenta con vías en estado regular con 249.22 km, de los cuales en mayor cantidad se encuentran en la parroquia Pujilí con 68.43km. El cantón Salcedo en su mayoría cuenta con vías en estado regular con 212.98 km, de los cuales la mayor cantidad se encuentran en la parroquia de Cusubamba con 85.66km. El cantón Saquisilí en su mayoría presenta vías en estado regular con 119.42 km, de los cuales la mayoría se encuentran en la parroquia de Cochapamba con 59.33 km. Finalmente, el cantón de Sigchos la mayor cantidad de vías se encuentran en estado regular con 186.88 km, de los cuales se encuentran en mayor cantidad en la parroquia Sigchos, con 99.39 km.

Tabla 11. Estado de superficie de rodadura por cantón (km)

CANTÓN	ESTADO SUPERFICIE DE RODADURA			
	BUENO	MALO	REGULAR	TOTAL (Km)
LA MANA	-	93,94	21,52	115,46
LATACUNGA	164,51	341,22	498,72	1004,45
PANGUA	46,99	170,67	50,07	267,74
PUJILI	47,85	233,64	249,22	530,71
SALCEDO	105,25	114,42	212,98	432,64
SAQUISILI	28,56	114,37	119,42	262,35
SIGCHOS	78,01	201,21	186,88	466,1
TOTAL	471,17	1269,47	1338,81	3079,45

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.3. Uso del Derecho de la vía

El uso de derecho de vía en la Provincia de Cotopaxi, en su mayoría, corresponde a agricultura con 1922.43 km, seguido de maleza con 838 km, pastos con 131.88 km, bosque con 95.46 km y finalmente el uso destinado a infraestructura con 91.69 km.

Al analizar el uso de derecho de las vías en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón La Maná el mayor uso es agrícola con 71.43 km, de los cuales la mayoría se encuentran en la parroquia Guasanda con 29.90 km. En el cantón Latacunga el mayor uso es agrícola con 621.95 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Toacaso con 128.70 km. En el cantón Pangua el mayor uso es agrícola con 216.43 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Moraspungo con 111.09 km. En el cantón Pujilí el mayor uso es agrícola con 277.92 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Pujilí con 192.57 km. En

el cantón Salcedo el mayor uso es agrícola con 328.38 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Cusubamba con 132.50 km. En el cantón Saquisilí el mayor uso es maleza con 131.25 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Canchagua con 56.14 km. Finalmente, en el cantón Sigchos el mayor uso es agrícola con 280.93 km, de los cuales mayor cantidad se encuentran en la parroquia Sigchos con 204.39 km.

Tabla 12. Uso derecho de la vía por cantón (km)

CANTÓN	USO DERECHO DE VÍA				
	AGRICOLA	BOSQUE	INFRAESTRUCTURA	MALEZA	PASTOS
LA MANA	71,43	-	1,46	39,53	3,03
LATACUNGA	621,95	60,5	73,9	199,29	48,82
PANGUA	216,43	0,41	-	28,68	22,22
PUJILI	277,92	16,58	3,11	207,09	26,01
SALCEDO	328,38	1,89	1,8	92,06	8,52
SAQUISILI	125,39	-	5,71	131,25	-
SIGCHOS	280,93	16,08	5,7	140,11	23,28
TOTAL	1922,43	95,46	91,68	838,01	131,88

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.4. Número de carriles

El número de carriles que presenta la red vial provincial de Cotopaxi en su mayoría es un carril en sentido bidireccional con 1658.42 km. Cuenta con 7.33 km de cuatro carriles en sentido bidireccional y estos se encuentran en el cantón de Latacunga.

Tabla 13. Longitud de vía/ número de carriles (km)

CANTÓN	UN CARRIL UNIDIRECCIONAL	UN CARRIL BIDIRECCIONAL	DOS CARRILES BIDIRECCIONALES	CUATRO CARRILES BIDIRECCIONALES	TOTAL
LA MANA	-	52,7	62,76	-	115,46

CANTÓN	UN CARRIL UNIDIRECCIONAL	UN CARRIL BIDIRECCIONAL	DOS CARRILES BIDIRECCIONALES	CUATRO CARRILES BIDIRECCIONALES	TOTAL
LATA CUNGA	41,13	383,42	572,57	7,33	1004,45
PANGUA	-	196,41	71,32	-	267,74
PUJILI	-	340,6	183,63	6,48	530,71
SALCEDO	1,12	242,3	189,22	-	432,64
SAQUISILI	0,02	142,34	117,27	2,72	262,35
SIGCHOS	1,12	300,65	164,33	-	466,1
TOTAL	43,39	1658,42	1361,1	16,53	3079,45

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.5. Climatología

En lo que se refiere al clima en la red vial provincial de Cotopaxi se obtuvo que predominó con un 51.35 % el clima seco al momento de realizar la presente consultoría, seguido del clima seco - nublado con un 31.86%; luego se ubica el clima lluvioso con un 16.79%.

Tabla 14. Tipo de Vía (km)- Tipo de Clima

CANTÓN	LLUVIOSO	SECO	SECO - NUBLADO
LA MANA	-	95,61	19,85
LATA CUNGA	105,98	486,77	411,7
PANGUA	36,11	72,69	158,94
PUJILI	5	424,26	101,45

SALCEDO	57	196,49	179,14
SAQUISILI	81,67	124,56	56,13
SIGCHOS	231,32	181	53,78
TOTAL	16.79	51.35	31.86

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.6. Número de curvas

El número total de curvas que posee la red vial provincial de Cotopaxi es de 22834, la mayoría de las curvas se ubican en la red vial del cantón Latacunga con 5642 equivalentes al 24.71%, el cantón con menor número de curvas en su red vial es La Mana con 682 curvas equivalentes 2.99% del total general.

Tabla 15. Número de Curvas Provincia

CANTÓN	#CURVAS	%
LA MANA	682	2,99
LATACUNGA	5642	24,71
PANGUA	2789	12,21
PUJILI	4197	18,38
SALCEDO	2763	12,1
SAQUISILI	1946	8,52
SIGCHOS	4815	21,09
TOTAL	22834	100

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.7. Distancia de visibilidad

La distancia promedio de visibilidad para la red vial provincial de Bolívar por cantón es la que aparece en la tabla siguiente. La máxima varía desde 100 hasta 200 metros y la mínima desde 10 a 50.

Tabla 16. Porcentaje de Distancia de Visibilidad en la Vía Provincia

CANTÓN	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
--------	--------	--------	----------

LA MANA	100	50	64,23
LATACUNGA	200	20	85,19
PANGUA	100	50	55,63
PUJILI	100	10	62,34
SALCEDO	100	20	78,44
SAQUISILI	200	30	67,57
SIGCHOS	100	30	50,77

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.3.8. Número de intersecciones

El número de intersecciones que posee la red vial provincial de Cotopaxi es de 631, la mayoría se encuentra en el cantón Latacunga con 326, el cantón con menor cantidad de intersecciones es La Mana con 10 intersecciones. El promedio de intersecciones por kilómetros es 0.2 intersecciones/km.

Tabla 17. Número de Intersecciones por cantón e Intersecciones/km

CANTÓN	# INTERSEC.	LONGITUD VÍA	INTERSEC/km
LA MANA	10	115,46	0,09
LATACUNGA	326	1004,45	0,32
PANGUA	21	267,74	0,08
PUJILI	72	530,71	0,14
SALCEDO	119	432,64	0,28
SAQUISILI	70	262,35	0,27
SIGCHOS	13	466,1	0,03
TOTAL (km)	631	3079,45	0,2

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES

5.4.1. Capa de rodadura

La provincia Cotopaxi consta de un total de 221 puentes distribuidos en 7 cantones, en términos generales el material predominante en las capas de rodadura es de hormigón, ya que 102 de estos puentes contienen este material, posteriormente le siguen los que tienen lastre que son 67 puentes y finalmente asfalto que consta de 52 puentes.

En el cantón La Maná predomina el hormigón como capa de rodadura, de su total de 31 puentes, 19 constan de este material, los cuales predominan principalmente en vías de tipo de interconexión entre parroquias rurales. De los puentes restantes existen 11 con lastre y únicamente 1 con asfalto.

Latacunga es el cantón que cuenta con la mayor cantidad de puentes, es el único cantón dentro de la provincia en donde el asfalto es el material predominante ya que 23 de sus 53 puentes tienen su capa de rodadura conformada por este material, 18 contienen lastre y 12 de hormigón.

El cantón Pangua cuenta con 25 puentes de los cuales 18 tienen hormigón como capa de rodadura, lo cuales se encuentran principalmente en puentes ubicados sobre vías con tipo de interconexión entre parroquias rurales y entre cantones. En este mismo cantón se observan 5 puentes con asfalto en su capa de rodadura y únicamente 2 con lastre.

El cantón Pujilí tiene un total de 30 puentes de los cuales la mitad tienen hormigón en la composición de su capa de rodadura, la mayor parte de estos se encuentra en vías con tipo de interconexión Vía Estatal - Asentamiento Humano. De los 15 restantes 8 pertenecen a asfalto y 7 a lastre.

Dentro del cantón Salcedo se observa la presencia de 36 puentes de los cuales 13 tienen hormigón como capa de rodadura, 12 tienen asfalto y los 11 restantes tienen lastre. Dentro de los puentes con capa de rodadura compuesta de hormigón la mayor parte se encuentran ubicados en vías con tipo de interconexión entre asentamientos humanos.

Saquisilí es el único cantón dentro de la provincia que tiene lastre como material predominante en la capa de rodadura de sus puentes, donde 14 de los 23 puentes presentes en el cantón constan de este material. De esta categoría la mayor parte está presente en vías con tipo de interconexión entre parroquias rurales y entre asentamientos humanos. De los 9 puentes restantes 8 tienen como capa de rodadura el hormigón y únicamente 1 es asfaltado.

En el cantón Sigchos al igual que en la mayor parte de la provincia el hormigón es el material predominante dentro de la composición de las capas de rodadura ya que de los 23 puentes presentes 17 contienen este material. Adicionalmente también dentro del cantón se observan 4 puentes con lastre y 2 con asfalto.

Tabla 18. N° de Puentes según capa de rodadura

CANTÓN	ASFALTO	HORMIGON	LASTRE	TOTAL
LA MANA	1	19	11	31
LATACUNGA	23	12	18	53
PANGUA	5	18	2	25
PUJILI	8	15	7	30
SALCEDO	12	13	11	36
SAQUISILI	1	8	14	23
SIGCHOS	2	17	4	23

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.4.2. Ancho total

La provincia Cotopaxi consta con un total de 221 puentes distribuidos en 7 cantones, 93 de estos puentes tienen un ancho total de entre 3 y 5m, 74 de entre 5-7m, 32 de entre 7-9m y los 22 restantes tienen un ancho mayor a 9m.

En el cantón La Maná de los 31 puentes presentes, 19 tienen un ancho total de entre 3-5m, dentro de esta categoría la mayor parte se encuentran presentes en vías con tipos de interconexión entre Parroquias Rurales. De los 12 restantes, 10 tienen un ancho de entre 5-7m y 2 corresponden a 7-9m y > 9 respectivamente. En el cantón Latacunga de los 53 puentes presentes, 13 tienen un ancho de calzada correspondiente al rango de 3-5m, 15 de 5-7m, otros 15 de 7-9m y los 10 restantes corresponden a anchos mayores a los 9m.

En el cantón Pangua de los 25 puentes presentes, 10 tienen anchos de calzada de entre 3-5m; 8 tienen un ancho total de entre 5-7m, 4 corresponden a ancho total de entre 7-9m y los 3 restantes tienen un ancho mayor a los 9m. En el cantón Pujilí de los 30 puentes existentes, 13 corresponden a la categoría de ancho de total de entre 1-3m, presentes principalmente en vías con tipo de interconexión entre Parroquias Rurales. De los 17 puentes restantes 10 pertenecen a la categoría de entre 5-7m, 3 corresponden a ancho total de entre 7-9m y 4 a un ancho total mayor a los 9m.

En el cantón Salcedo existen 36 puentes, estos se encuentran distribuidos en 4 categorías de acuerdo a su ancho total, 15 de estos puentes corresponden a un ancho total de entre 3-5m, estos se encuentran presentes en su mayoría en vías que interconectan asentamientos humanos; 13 corresponden a un ancho total de entre 3-5m, 5 al rango de entre 7-9m, y los 3 restantes corresponden a un ancho total mayor a los 9m.

En el cantón Saquisilí, los 23 puentes presentes se encuentran distribuidos de la siguiente forma: 13 tienen ancho total de entre 3-5m, 6 corresponde a rango de entre

5-7 y los 4 restantes corresponden a un ancho total de entre 7-9m. En Sigchos los 23 puentes presentes en este cantón: 12 corresponden a la categoría de entre 3-5m, estos se encuentran principalmente en vías con tipo de interconexión entre parroquias rurales; 10 tienen un ancho total de entre 5-7m y solo hay 1 puente con un ancho total mayor a los 9m.

Tabla 19. N° de Puentes en función del ancho total

CANTÓN	ANCHO TOTAL			
	3 a 5	5 a 7	7 a 9	>9
LA MANA	19	10	1	1
LATACUNGA	13	15	15	10
PANGUA	10	8	4	3
PUJILI	13	10	3	4
SALCEDO	13	15	5	3
SAQUISILI	13	6	4	-
SIGCHOS	12	10	-	1
TOTAL	93	74	32	22

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.4.3. Evaluación superestructura

Como se ha mencionado anteriormente de los 221 puentes que existen en la provincia, 131 de estos puentes tienen su superestructura en estado regular que representa el 59.3%, 63 están en buen estado y 27 puentes el estado de superestructura se encuentra en mal estado.

En el cantón La Maná de un total de 31 puentes, 19 tienen su superestructura en estado regular, 8 de ellos se encuentran en mal estado y solamente 4 se mantienen en buen estado. De los puentes en estado regular la mayor parte se encuentran en vías con tipo de interconexión entre Parroquias Rurales.

En el cantón Latacunga existe un total de 53 puentes de los cuales 30 tienen su superestructura en estado regular, 19 se mantienen en buen estado y 4 están en mal estado. Los puentes en mal estado se encuentran principalmente en vías que interconectan cantones.

Dentro del cantón Pangua 19 de sus 25 puentes tienen superestructura en estado regular, de los 6 restantes existen 3 en mal estado y 3 en buen estado. Dentro de los

puentes en estado regular la mayoría corresponden a vías con tipo de interconexión cantón - cantón.

El cantón Pujilí cuenta con la presencia de 30 puentes, de los cuales la mitad se encuentran en buen estado; 14 de ellos están en estado regular y únicamente 1 ubicado en la parroquia La Victoria en una vía con tipo de interconexión Vía Estatal-Asentamiento Humano se encuentra en mal estado.

En el cantón Salcedo 20 de sus 36 puentes cuentan con una superestructura en estado regular, 12 la conservan en buen estado y 4 de ellos tiene superestructura en mal estado. Dentro de los puentes pertenecientes a la categoría regular la mayor parte se encuentran presentes en la parroquia Mulalillo en una vía con tipo de interconexión entre asentamientos humanos.

El cantón Saquisilí cuenta con la presencia de 23 puentes, de los cuales 16 tienen superestructura en estado regular, 4 en buen estado y 3 en mal estado. Los puentes en mal estado se encuentran principalmente en la parroquia Cochapamba en vías con tipo de interconexión entre asentamientos humanos.

En el cantón Sigchos existen 23 puentes de los cuales 13 se encuentran en estado regular, 6 en buen estado y 4 en mal estado. Los 4 puentes en mal estado se encuentran en la parroquia la Pampas en una vía que interconecta parroquias rurales.

Tabla 20. N° de puentes en función de la evaluación de la superestructura

CANTÓN	EVALUACIÓN SUPERESTRUCTURA		
	BUENO	MALO	REGULAR
LA MANA	4	8	19
LATACUNGA	19	4	30
PANGUA	3	3	19
PUJILI	15	1	14
SALCEDO	12	4	20
SAQUISILI	4	3	16
SIGCHOS	6	4	13
TOTAL %	28,5	12,2	59,3

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.4.4. Carga

En lo que respecta a la carga a nivel provincial, 192 puentes soportan una carga de entre 15-30 Ton, la mayor parte de los estos pertenecientes a esta categoría se encuentran ubicado en el cantón Latacunga; 20 puentes soportan entre 30-45 Ton, mientras que los 9 restantes soportan cargas de entre 45-60 Ton.

En el cantón la Maná 30 de los 31 puentes existentes soportan cargas de entre 15-30 Ton, la gran mayoría de ellos se encuentra en la parroquia Gusaganda ubicados en una vía con tipo de interconexión entre parroquias rurales; el puente restante soporta cargas de entre 30-45 toneladas.

En el cantón Latacunga 45 de los 53 puentes presentes soportan cargas de entre 15-30 Ton, 6 soportan de entre 45-60 Ton y los 2 restantes soportan de entre 30-45 Ton. La mayor parte de puentes pertenecientes a la categoría predominante se encuentran ubicados en la parroquia Toacaso en una vía con tipo de interconexión entre parroquias rurales.

En el cantón Pangua los 25 puentes existentes soportan cargas de entre 15-30 Ton. En el cantón Pujilí 21 de los 30 puentes existentes soportan cargas de entre 15-30 Ton, 7 soportan entre 30-45 Ton, mientras que los 2 puentes restantes soportan cargas máximas de entre 45-60 Ton.

En el cantón Salcedo de los 36 puentes presentes, 32 soportan cargas de entre 15-30 Ton y los 4 restantes soportan de entre 30-45 Ton. En este cantón no existe ningún puente que soporte más de 45 Ton.

En el cantón Saquisilí 19 de los 23 puentes presentes soportan cargas de entre 15-30 Ton, 3 soportan de 30-45 Ton, mientras que solo 1 soporta de entre 45-60 Ton como carga máxima. El cantón Sigchos cuenta con la presencia de 23 puentes de los cuales 20 soportan cargas de entre 15-30 Ton y 3 soportan de entre 30-45 Ton. En este cantón no existe ningún puente que soporte una carga mayor a los 45 Ton.

Tabla 21. N° de puentes en función de la carga

CANTÓN	CARGA		
	15 a 30	30 a 45	45 a 60
LA MANA	30	1	-
LATACUNGA	45	2	6
PANGUA	25	-	-
PUJILI	21	7	2
SALCEDO	32	4	-
SAQUISILI	19	3	1

CANTÓN	CARGA		
	15 a 30	30 a 45	45 a 60
SIGCHOS	20	3	-

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ALCANTARILLAS

5.5.1. Tipo y estado

La Provincia tiene en total 1050 alcantarillas, de las cuales 922 son de tipo circular y 128 son de tipo cajón. En las alcantarillas tipo circular existe un mayor número de alcantarillas que se encuentran en buen estado (440), seguido de alcantarillas en estado regular (373) y en mal estado (109). En las alcantarillas de tipo cajón hay un mayor número de alcantarillas que se encuentran en estado regular (77), seguido de alcantarillas en buen estado (38) y en mal estado (13). El cantón que presenta más alcantarillas es Sigchos con 250 alcantarillas, de las cuales 240 son de tipo circular y 10 son de tipo cajón, el cantón que continúa es Pujilí con 213 alcantarillas, de las cuales 193 son de tipo circular y 20 son de tipo cajón, el cantón que le prosigue es Latacunga con 205 alcantarillas, de las cuales 172 son de tipo circular y 33 son de tipo cajón. El cantón Pangua es el siguiente con más alcantarillas con 166, de las cuales 161 son de tipo circular y 5 son de tipo cajón.

El siguiente cantón es Salcedo con 85 alcantarillas, de las cuales 45 son de tipo circular y 40 son de tipo cajón y el cantón con menos alcantarillas es La Mana con 52 alcantarillas, 45 son de tipo circular y 7 son de tipo cajón. Las parroquias que más destacan son Moraspungo con 120 alcantarillas, de las cuales 116 son de tipo circular y 4 son de tipo cajón, la parroquia Chugchillan con 116 alcantarillas, de las cuales 114 son de tipo circular y 2 son de tipo cajón, y la parroquia Zumbahua con 71 alcantarillas, de 67 son de tipo circular y 4 son de tipo cajón. El estado predominante actual de las alcantarillas de Cotopaxi de tipo circular es bueno y de tipo cajón el estado predominante es regular.

Tabla 22. N° Alcantarillas según tipo y estado

CANTÓN	BUENO		MALO		REGULAR		TOTAL
	CAJÓN	CIRCULAR	CAJÓN	CIRCULAR	CAJÓN	CIRCULAR	
LA MANA	3	6	1	3	3	36	52
LATACUNGA	10	77	2	33	21	62	205

CANTÓN	BUENO		MALO		REGULAR		TOTAL
	CAJON	CIRCULAR	CAJON	CIRCULAR	CAJON	CIRCULAR	
PANGUA	3	104	-	6	2	51	166
PUJILI	5	69	-	33	15	91	213
SALCEDO	13	24	4	5	23	16	85
SAQUISILI	2	30	3	11	8	25	79
SIGCHOS	2	130	3	18	5	92	250
TOTAL	38	440	13	109	77	373	1050

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.5.2. Material

En la provincia de Cotopaxi 737 alcantarillas son de material metálico que representan el 70,19%, 306 son de material de hormigón y 7 son de material de PVC. A nivel cantonal el que presenta un mayor número de alcantarillas es Sigchos (250) en las que 190 son material metálico, 59 son de material de hormigón y 1 es de material PVC. EL siguiente cantón es Pujilí (213), en las que 46 son de material de hormigón, 166 son de material metálico y 1 es de material PVC. El cantón que prosigue es Latacunga (205), en las que 141 son de material metálico, 62 son de material de hormigón y 2 son de material de PVC. El siguiente cantón es Pangua (166), en las que 156 son de material metálico, 8 son de material de hormigón y 2 son de material de PVC.

El siguiente cantón es Salcedo con 85 alcantarillas, de las cuales 61 son de material de hormigón, 23 son de material metálico y 1 de material de PVC y el siguiente cantón es La Maná con 52 alcantarillas, de las cuales 33 son de material de hormigón y 19 son de material metálico. A nivel parroquial las parroquias que presentan un mayor número de alcantarillas de material de hormigón primero están Mulliquindil con 40 alcantarillas de este material, seguido de Chugchillan con 34 alcantarillas de material de hormigón, Guasaganda con 26 alcantarillas de este material y la parroquia Toacaso con 18 alcantarillas. Las parroquias que presentan un mayor número de alcantarillas de material metálico primero están la parroquia Moraspungo con 113 alcantarillas de este material, la parroquia Chugchillan con 82 alcantarillas de material metálico y la parroquia Zumbahua con 55 alcantarillas de este material. Hay 7 alcantarillas de material de PVC, están ubicadas en las parroquias Palo Quemado, Mulalillo y Angamarca.

Tabla 23. N° Alcantarillas según material del ducto

CANTÓN	HORMIGÓN	METALICA	PVC	TOTAL
LA MANA	33	19	-	52
LATACUNGA	62	141	2	205
PANGUA	8	156	2	166
PUJILI	46	166	1	213
SALCEDO	61	23	1	85
SAQUISILI	37	42	-	79
SIGCHOS	59	190	1	250
TOTAL	306	737	7	1050
%	29,14	70,19	0,67	100

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUNETAS

La Provincia tiene un total de 247 cunetas, de las cuales la mayoría son cunetas en V (180), de ahí la mayoría son de suelo lateral (33), seguido de cunetas tipo canal (29), y cunetas en L (5). En las cunetas de tipo V, la mayoría se encuentran en estado regular (71), seguido de cunetas en mal estado (63) y en buen estado (46). En las de tipo suelo lateral la mayoría se encuentra en mal estado (30) y en estado regular (3). En las cunetas tipo canal la mayoría se encuentran en estado regular (18), seguido de cunetas en mal estado (9) y en buen estado (2). A nivel provincial el 72.87% son cunetas en V, el 13.36% son de tipo suelo lateral, el 11.74% son de tipo cuneta canal y el 2.02% son cunetas tipo L. El cantón que tiene más cunetas es Latacunga con 96 cunetas, la mayoría de tipo V, y hay más que se encuentran en estado regular (33), seguido de cunetas en buen estado (29) y en mal estado (19). El cantón que le sigue es Salcedo con 69 cunetas, su mayoría de igual manera son tipo V, la mayoría se encuentran en estado regular (25), seguido de cunetas en buen estado (8) y en mal estado (2). El siguiente cantón es Sigchos con 30 cunetas, casi en su totalidad son de tipo V, solo 1 es de suelo lateral, presenta una mayoría de cunetas en mal estado (26), seguido de cunetas en buen estado (2) y en mal estado (1). Le siguen los cantones Pujilí y Saquisilí con 22 cunetas cada una, su mayoría de igual manera son cunetas en V.

Las cunetas del cantón Pujilí se encuentran en su mayoría en mal estado (10), seguido de cunetas en estado regular (3) y en buen estado (2), y las cunetas del cantón Saquisilí tienen una mayoría de cunetas en estado regular (8), en mal estado (5) y

ninguna en buen estado. El siguiente cantón es Pangua con 7 cunetas, la mayoría de tipo V y su mayoría se encuentran en buen estado. Y el último cantón es La Maná con 1 sola cuneta ubicada en Guasaganda que se encuentra en mal estado. Las parroquias que más destacan en la provincia son Mulliquindil (Santa Ana) con 23 cunetas, la mayoría son cunetas tipo canal, la mayoría están en estado regular, también destaca la parroquia Belisario Quevedo (Guanailin) con 19 cunetas, la mayoría son cunetas en V y de igual manera la mayoría se encuentra en estado regular, otra parroquia que destaca es Cusubamba con 18 cunetas, de las cuales la mayoría son cunetas tipo V, y las parroquias San Juan de Pastocalle y Toacaso con 17 cunetas, en ambas parroquias la mayoría son cunetas tipo V y la mayoría se encuentran en estado regular.

Tabla 24. N° de cunetas en función del tipo y del estado. (B= bueno, M= malo, R=regular).

CANTÓN	CANAL			EN L			EN V			SUELO LATERAL			TOTAL
	B	M	R	B	M	R	B	M	R	B	M	R	
LA MANA	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
LATACUNGA	-	1	1	1	-	2	29	19	33	-	10	-	96
PANGUA	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	1	-	7
PUJILI	-	-	-	-	-	1	2	10	3	-	6	-	22
SALCEDO	2	8	17	-	1	-	8	2	25	-	3	3	69
SAQUISILI	-	-	-	-	-	-	-	5	8	-	9	-	22
SIGCHOS	-	-	-	-	-	-	2	26	1	-	1	-	30
TOTAL	2	9	18	1	1	3	46	63	71	-	30	3	247

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS TALUDES

En la provincia el tipo de talud ha sido clasificado en 2 categorías que son Intervenido y Natural. En la mayor parte de la provincia predomina por mucho el talud intervenido, el cual en su mayoría se encuentra en buen estado, y puede ser observado principalmente en el cantón Sigchos, parroquia Chugchillan en una vía con tipo de interconexión entre parroquias rurales. Por otro lado talud natural se encuentra presente únicamente en el cantón la Maná, parroquia Pucayacu y en el cantón Salcedo, parroquia Panzaleo, en ambos casos este se encuentra en mal estado.

Tabla 25. N° de taludes en función del cantón

CANTÓN	BUENO	MALO		REGULAR	TOTAL
	INTERVENID O	INTERVENID O	NATURA L	INTERVENID O	
LA MANA	-	-	1	-	1
LATACUNGA	1	-	-	-	1
PANGUA	-	-	-	-	-
PUJILI	1	-	-	-	1
SALCEDO	-	-	1	-	1
SAQUISILI	1	-	-	-	1
SIGCHOS	17	8	-	4	29
TOTAL	20	8	2	4	34

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS ASOCIADOS A LAS VIAS

En la provincia los servicios asociados a la vía son los siguientes: Hospedaje, Policía, Servicios Bancarios, Servicios de Educación, Servicios de Salud, Servicios Públicos y Vulcanizadoras. Los únicos 2 cantones que en mayor o menor proporción cuentan con todos los tipos de servicios son Latacunga y Sigchos, en cambio los cantones que cuentan con menos servicios asociados a la vía son La Maná y Saquisilí.

Los servicios que se encuentran presentes en absolutamente todos los cantones son los de educación y de salud, por otro lado, los que menos se encuentran son los servicios bancarios de los cuales existen únicamente 2 y se encuentran en los cantones Latacunga y Sigchos, y solamente un establecimiento en cada cantón.

A nivel provincial el más común es el servicio educativo, de este tipo se pueden encontrar 344 establecimientos, de los cuales la mayor parte se encuentra en el cantón Pujilí.

Tabla 26. Resumen de Servicios Asociados a la Vía

TIPO	# SERVICIO	%
SERV. DE SALUD	67	14,92

TIPO	# SERVICIO	%
SERV. DE EDUCACIÓN	344	76,61
SERV. PÚBLICOS	9	2
SERV. BANCARIOS	2	0,45
VULCANIZADORA	8	1,78
POLICIA	11	2,45
HOSPEDAJE	8	1,78
TOTAL	449	100

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.9. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

En el conteo realizado en la provincia de Cotopaxi se registraron un total 28320 vehículos, de los cuales 24908 eran vehículos livianos, 2255 eran buses, 1157 eran vehículos de 2 ejes y no se registraron vehículos de 3 ejes, ni 4 ejes, ni de 5 ejes. El cantón que presenta mayor transitabilidad de vehículos es Latacunga con 12221 vehículos, de los cuales 10652 eran livianos, 969 eran buses y 600 eran vehículos de 2 ejes. Le sigue el cantón Saquisilí con 6117 vehículos, de los cuales 5250 eran livianos, 556 eran buses y 311 eran vehículos de 2 ejes. El siguiente cantón es Salcedo con 4236 vehículos, de los cuales 3722 eran livianos, 224 eran vehículos de 2 ejes y 290 eran buses.

El cantón que sigue es Sigchos con 2640 vehículos contabilizados, de los cuales 2384 fueron livianos, 234 eran buses y 22 eran vehículos de 2 ejes. Sigue el cantón Pujilí con 1763 vehículos que se contaron, en los que 1708 eran livianos, 55 eran buses. Le sigue el cantón Pangua con 829 vehículos contabilizados, de los cuales 711 eran livianos y 118 eran buses y el último cantón La Maná donde se registraron 514 vehículos, de los cuales 481 eran livianos y 33 eran buses. Las parroquias que más destacan primera esta la parroquia Toacaso con 4295 vehículos contabilizados, de los cuales 3632 eran livianos, 234 eran vehículos de 2 ejes y 429 eran buses.

Otra parroquia que también destaca es Canchagua con 3787 vehículos que se registraron, de los cuales 3227 fueron livianos, 367 eran buses y 193 eran vehículos de 2 ejes. Sigue la parroquia Tanicuhí con 1342 vehículos que se contaron, de los cuales 1149 eran livianos, 85 eran vehículos de 2 ejes y 108 eran buses, y la última parroquia que presenta una transitabilidad alta es la parroquia Mulaló con 1213 vehículos contados, de los cuales 1125 son livianos, 44 son vehículos de 2 dos ejes y 44 son buses. La provincia de Cotopaxi presenta una transitabilidad vial en donde el 87.95%

son vehículos livianos, el 7,96% son buses y el 4,08% son vehículos de 2 ejes, esta provincia no presenta vehículos de 3 ejes, 4 ejes o 5 ejes.

Tabla 27. N° de vehículos por cantón

CANTÓN	VEH. LIVIANOS	BUSES	VEH. EJES 2
LA MANA	481	33	-
LATACUNGA	10652	969	600
PANGUA	711	118	-
PUJILI	1708	55	-
SALCEDO	3722	290	224
SAQUISILI	5250	556	311
SIGCHOS	2384	234	22
TOTAL	24908	2255	1157

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.10. CARACTERÍSTICAS DE LAS MINAS

En la provincia existen 51 minas de las cuales 41 no son concesionadas. Dentro de este tipo de minas en base a la fuente de explotación predomina las canteras con el 68.3% y explotación en los ríos el 31.7%; en cuanto a las minas concesionadas el 80% corresponde a canteras y el 20% a ríos como fuente de explotación.

Tabla 28. Minas por material de explotación según cantón.

CANTÓN	FUENTE	
	RIO	CANTERA
LA MANA	2	1
LATACUNGA	5	19
PANGUA	1	2
PUJILI	3	2

CANTÓN	FUENTE	
	RIO	CANTERA
SALCEDO	4	7
SAQUISILI	-	3
SIGCHOS	-	2
TOTAL	15	36

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

En el cantón La Maná existen tres minas distribuidas en 3 parroquias incluida la cabecera cantonal, todas estas minas no son concesionadas, el 66.7% es decir 2 su fuente de explotación es de los ríos.

En la capital provincial, Latacunga hay un total de 24 minas distribuidas en 7 parroquias, 19 de ellas se dedican a la explotación en canteras y las 5 en los ríos. El 29.2% están concesionadas. En lo que respecta a la cabecera cantonal se han registrado un total de 3 minas todas estas no están concesionadas, y solo una de ellas se dedican a la explotación en canteras.

En la parroquia de Pinllopata existe una mina no concesionada dedicada a la extracción de material de los ríos y en la parroquia Ramón Campaña existe la extracción de canteras no concesionadas, estas dos parroquias pertenecen al cantón Pangua.

En el cantón Pujilí las 5 minas existentes están distribuidas en las parroquias de Angamarca (1), Pívalo (1), Pujilí (1), Tingo (2), todas estas no son concesionadas y la mayor cantidad de estas la extracción se realizan de los ríos con el 60%.

En el cantón Salcedo existen 11 minas siendo fu principal fuente de explotación las canteras con el 63.6%, de la misma manera el 72.7 % de las minas o están concesionadas que representa 8 minas. Las parroquias con presencia de minas en este cantón son Mulalillo, Pansaleo, y San Miguel. Las tres minas existentes en el cantón Saquisilí y dos en Sigchos no son concesionadas y están dedicadas a la explotación en las canteras.

Tabla 29. Minas por material de explotación según cantón

CANTÓN	CONCESIONADA			NO CONCESIONADA		
	AREN A	MATERIAL GRANULAR	RIPI O	AREN A	MATERIAL GRANULAR	RIPI O
LA MANA	-	-	-	-	2	1
LATACUN GA	-	7	-	11	5	1

CANTÓN	CONCESIONADA			NO CONCESIONADA		
	AREN A	MATERIAL GRANULAR	RIPI O	AREN A	MATERIAL GRANULAR	RIPI O
PANGUA	-	-	-	1	2	-
PUJILI	-	-	-	3	2	-
SALCEDO	1	2	-	7	-	1
SAQUISILI	-	-	-	1	-	2
SIGCHOS	-	-	-	-	1	1
TOTAL	1	9	-	23	12	6

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

La provincia de Cotopaxi presenta un total de 79 puntos críticos, de los cuales 25 son por diseño geométrico, 24 de origen geológico, 28 de origen hidrogeológico y 2 por necesidad de mantenimiento. Los puntos críticos originados por motivo de diseño geométrico se localizan principalmente en vías que interconectan cantones del Cantón Latacunga y la parroquia de Toacaso; los puntos críticos de origen geológico se muestran en mayor proporción en el cantón Pujilí y en la parroquia de Zumbahua, en vías que interconectan asentamientos humanos principalmente. Los puntos críticos de origen hidrogeológico se presentan principalmente en el cantón La Maná y la parroquia Pucayu, en vías que interconectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos. Los puntos críticos originados por necesidad de mantenimiento se localizan en las parroquias de Guasaganda y Toacaso en vías que interconectan parroquias rurales y en vías que interconectan cantones respectivamente.

La provincia muestra que principalmente en tres cantones se exponen puntos críticos, en La Maná (17), Latacunga (20) y Pujilí (17). En el cantón La Maná, la parroquia Pucayu es aquella que mayor puntos críticos muestra, sobretodo puntos críticos de tipo hidrogeológico localizados en vías que interconectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos. Dentro del cantón Latacunga el mayor tipo de puntos críticos que se presentan son los de diseño geométrico localizados, en mayor proporción, en la parroquia de Toacaso, en vías que interconectan cantones.

El cantón Pujilí muestra que en mayor parte presenta puntos críticos de origen geológico (17); dentro de este cantón la parroquia que mayor proporción de puntos críticos muestra es la parroquia de Zumbahua (4), de origen geológico, que se localizan, principalmente, en vías que interconectan asentamientos humanos.

Además de las parroquias ya mencionadas, las parroquias que muestran una cantidad de puntos críticos considerables son Poalo (6), Angamarca (5), Salcedo (5) y Chugchillán (5), donde la mayoría de ellos, de origen geológico e hidrogeológico, se localizan en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí y parroquias rurales entre sí.

Tabla 30. Puntos Críticos por tipo según cantón

CANTÓN	DISEÑO GEOMETRICO	GEOLOGICOS	HIDROGEOLOGICOS	MANTENIMIENTO
LA MANA	2	1	13	1
LATACUNGA	8	6	5	1
PANGUA	2	3	3	-
PUJILI	5	8	4	-
SALCEDO	2	2	1	-
SAQUISILI	3	-	1	-
SIGCHOS	3	4	1	-
TOTAL	25	24	28	2

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.12. CARACTERÍSTICAS DE LAS NECESIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL

La provincia de Cotopaxi muestra que, de los 3079 km de vías levantados, 1338 km de vialidad requieren un mantenimiento periódico, 471 un mantenimiento Rutinario y 1269 km necesitan rehabilitación. La mayor cantidad de kilometraje de la vialidad que requiere mantenimiento periódico se localiza en los cantones de Latacunga (498), Pujilí (249) y Salcedo (212). Los cantones en los que mayor cantidad de kilómetros requieren un mantenimiento rutinario son los de Latacunga (164), Salcedo (105) y Sigchos (78). La vialidad que requiere rehabilitación se encuentra principalmente en los cantones de Latacunga (341), Pangua (170), Pujilí (233) y Sigchos (201).

Las parroquias que poseen mayor kilometraje con necesidad de mantenimiento rutinario son Alaques (80), Mulaló (117) y Sigchos (99), en vías que conectan asentamientos humanos entre sí principalmente.

Las parroquias que muestran un kilometraje mayor con necesidad de mantenimiento rutinario son Mulaló (41), Mulliquindil (39) y Sigchos (53), en vías que conectan asentamientos humanos entre sí y parroquias rurales entre sí principalmente.

Las parroquias que presentan un kilometraje con mayor necesidad de rehabilitación son las parroquias de Latacunga (84) en vías que interconectan asentamientos humanos, Toacaso (81) en vías que interconectan parroquias rurales, Pujilí (112) en vías que conectan asentamientos humanos entre sí y Sigchos (106) en vías que conectan asentamientos humanos entre sí principalmente.

Tabla 31. Necesidades de Conservación Vial (km) según cantón

CANTÓN	MANTENIMIENTO PERIODICO	MANTENIMIENTO RUTINARIO	REHABILITACION	TOTAL
LA MANA	21,52	-	93,94	115,46
LATACUNGA	498,72	164,51	341,22	1004,45
PANGUA	50,07	46,99	170,67	267,74
PUJILI	249,22	47,85	233,64	530,71
SALCEDO	212,98	105,25	114,42	432,64
SAQUISILIL	119,42	28,56	114,37	262,35
SIGCHOS	186,88	78,01	201,21	466,1
TOTAL	1338,81	471,17	1269,47	3079,45

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.13. CARACTERÍSTICAS ECONOMICO - PRODUCTIVAS DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

En la provincia de Cotopaxi, se tiene un uso de suelo agrícola y agropecuario; en el que se destacan los siguientes productos: Banano, Brócoli, Cacao, Caña de azúcar, Cebada, Cebolla blanca de rama, Chocho, Eucalipto, Haba, Leche, Maíz Suave, Orito, Papa, Tomare riñón, eucalipto y pino para producción de madera y Rosas.

En el cantón Latacunga, el sector productivo que destaca es el Agro - Ganadero. Todas las vías tienen como producto principal a maíz suave. Dentro de los segundos productos destaca la leche; mientras que en los terceros productos se observan principalmente pino y eucalipto. Como se observa en el cuadro a continuación, los productos que destacan en el cantón de manera general son maíz suave, leche y eucalipto.

En el cantón La Maná, el sector productivo que destaca es el Agro Ganadero. Dentro del tipo de interconexión asentamiento humano - asentamiento humano el producto principal es carne, seguido de banano y Como un tercer producto el plátano. En el tipo de interconexión cabecera parroquial rural - asentamiento humano el principal producto de igual manera es la carne, seguido de caña de azúcar y como producto terciario el plátano. En el tipo de interconexión cantón - cantón el principal producto es el cacao, seguido de banano y el producto terciario es la carne. En el tipo de interconexión parroquia rural - parroquia rural el principal producto es la carne, seguido del plátano y como producto terciario el orito y en el tipo de interconexión vía estatal - asentamiento humano el principal producto es la carne, seguido de banano y como producto terciario el cacao. Como se observa en el cuadro a continuación, los productos que destacan en el cantón de manera general son la carne, el banano y el cacao.

n el cantón Pangua, el sector productivo que destaca es el de la Agro-Ganadería, debido a la combinación de productos agrícolas y ganaderos. Las vías que interconectan Asentamientos Humanos y Parroquias Rurales tienen leche como producto principal; mientras que las vías Cabecera Parroquial Rural-Asentamiento Humano y Cantón-Cantón tienen como producto principal al cacao. Dentro de los segundos productos destacan la caña de azúcar; mientras que en los terceros productos se observan principalmente leche. Como se aprecia en el cuadro a continuación, los productos que destacan en el cantón de manera general son leche, cacao y caña de azúcar.

En el cantón Pujilí, el sector productivo que se destaca es el Agrícola. Las vías con tipo de Interconexión Cabecera Parroquia Rural - Asentamiento Humano, Cantón-Cantón, Parroquia Rural - Parroquia Rural y Vía Estatal - Cabecera Cantonal, tienen como principal producto el Maíz suave; mientras que las vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento y Vía Estatal - Cabecera Parroquial tienen como producto principal la Cebada. Dentro de los segundos productos se encuentra la papa, haba y eucalipto para producción de madera, finalmente en los terceros productos se tiene principalmente la papa.

En el cantón Salcedo, el sector productivo que destaca es el Agro ganadero. El maíz suave es el producto principal en la mayor parte de tipos de vías, a excepción de las vías con interconexión Cabecera Parroquial Rural -Asentamiento Humano, en las cuales predomina la producción lechera. Como segundo producto se destaca la producción lechera y eucalipto; mientras que los productos terciarios tienen variedad, de este modo se observa la presencia de cebada, tomate riñón, papa y también producción de leche. Como se encuentra descrito en el siguiente cuadro, en general dentro del cantón Salcedo los productos que destacan son el maíz suave y la producción lechera.

En el cantón Saquisilí, el sector productivo que destaca es el Agro Ganadero. Dentro del tipo de interconexión asentamiento humano - asentamiento humano el producto principal es maíz suave, seguido de papa y como producto terciario leche. En el tipo de interconexión cabecera parroquial rural - asentamiento humano el principal producto es la cebolla blanca de rama, seguido de maíz suave y producto terciario leche. En el tipo de interconexión cantón - cantón el principal producto es maíz suave, seguido de papa y el producto terciario es el eucalipto. En el tipo de interconexión

parroquia rural – parroquia rural el principal producto es la papa, seguida de maíz suave y como producto terciario la leche.

En el cantón Sigchos, el sector productivo que destaca es el Agro Ganadero. Dentro del tipo de interconexión asentamiento humano – asentamiento humano el producto principal es leche, seguido de maíz suave y como un tercer producto la cebada. En el tipo de interconexión cabecera parroquial rural – asentamiento humano el principal producto de igual manera es la leche, seguido de maíz suave y como producto terciario la cebada. En el tipo de interconexión cantón – cantón el principal producto es la leche, seguido de maíz suave y el producto terciario es el eucalipto. En el tipo de interconexión parroquia rural – parroquia rural el principal producto es la leche, seguido de la cebada y como producto terciario la papa. Como se observa en el cuadro a continuación, los productos que destacan en el cantón de manera general son la leche, el maíz suave y la cebada.

Tabla 32. Sectores Productivos por tramos de vía de la provincia según Cantón

CANTÓN	AGRICULTURA	AGRO-GANADERIA	GANADERIA	NINGUNA
LA MANA	2	22	2	-
LATACUNGA	144	324	-	-
PANGUA	5	30	13	-
PUJILI	98	56	1	1
SALCEDO	72	84	-	-
SAQUISILI	39	113	-	-
SIGCHOS	4	52	11	37
TOTAL	364	681	27	38

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.14. CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

5.14.1. Tipo de población

En la provincia de Cotopaxi se localizan un total de 368 asentamientos humanos relacionados con la vialidad de competencia provincial de los cuales 192 son poblaciones de tipo concentrado y 176 de tipo disperso.

La mayor cantidad de poblaciones de tipo concentrada se localizan en los cantones de Latacunga (58) en vías que interconectan asentamientos humanos y en vías que interconectan parroquias rurales, Pujilí (38) en vías que interconectan asentamientos

humanos y en vías que conectan estatales con asentamientos humanos, Pangua (28) y Salcedo (29) en vías que interconectan cantones entre sí y en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí respectivamente. Los asentamientos humanos de tipo disperso se localizan en mayor parte en los cantones de Latacunga (63), Pujilí (34) y Salcedo (33) en vías que interconectan asentamientos humanos, parroquias rurales y estatales con asentamientos humanos.

Las parroquias que poseen mayor cantidad de poblaciones de tipo concentrada son Moraspungo (20), en vías que interconectan cantones; la parroquia de Guangaje (12) en vías que conectan estatales con asentamientos humanos y la parroquia de Zumbahua (13) en vías que interconectan asentamientos humanos.

Las parroquias que poseen mayor cantidad de poblaciones de tipo dispersa son Mulaló (13), Zumbahua (12) y Cusubamba (17) en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí principalmente.

Tabla 33. Tipo de población según cantón

CANTÓN	Concentrada	Dispersa	Asentamientos identificados	Población	N° viviendas
LA MANA	7	10	17	2255	587
LATACUNGA	58	63	121	113765	29926
PANGUA	28	14	42	5180	1310
PUJILI	38	34	72	4725	1253
SALCEDO	29	33	62	6266	1752
SAQUISILI	20	11	31	2050	535
SIGCHOS	12	11	23	1820	490
TOTAL	192	176	368	136061	35853

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.14.2. Población total

En la provincia de Cotopaxi existen 368 asentamientos humanos relacionados con la vialidad de competencia provincial donde los cantones que mayor presencia de poblaciones son Latacunga (121), Pujilí (72) y Salcedo (62).

En el cantón Latacunga, 93 poblaciones poseen menos de 120 habitantes, sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de las parroquias de Poaló, San José de Pastocalle, Tanicuchi y Toacaso; 16 poblaciones poseen entre 120 y 240 habitantes en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí de la parroquia de San José de Pastocalle principalmente. También se presentan 11 asentamientos

que poseen entre 240 y 1080 habitantes en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Guaitacama. Además el cantón muestra una población con más de 1080 habitantes en una vía que interconecta parroquias rurales de la parroquia de Latacunga.

Dentro del cantón Pujilí existen 67 poblaciones que poseen menos de 120 habitantes, sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de las parroquias de Angamarca, Guangaje y Zumbahua; y 5 poblaciones que poseen entre 120 y 840 habitantes en vías que conectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos y estatales con cabeceras parroquiales rurales de las parroquias de Guangaje, La Victoria, Pujilí y Zumbahua principalmente.

En el cantón Salcedo, 53 poblaciones poseen menos de 120 habitantes, sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos entre de las parroquias de Cusubamba Mulalillo; además 9 poblaciones poseen entre 120 y 1080 habitantes en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de Pansaleo.

Tabla 34. Poblaciones en función del número de habitantes

CANTÓN	< 120	120 a 240	240 a 840	>840
LA MANA	14	1	2	-
LATACUNGA	93	16	9	3
PANGUA	34	3	4	1
PUJILI	67	3	2	-
SALCEDO	53	6	2	1
SAQUISILI	27	4	-	-
SIGCHOS	19	4	-	-
TOTAL	307	37	19	5

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

5.15. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

La provincia de Cotopaxi muestra 2263 kilómetros de vías que conducen a proyectos de participación ciudadana, proyectos de evaluación de riesgos, riesgos potenciales, reservas naturales y pueblos de indígenas. Existen cerca de 29 km que conducen a proyectos de evaluación de riesgos, 74 km de vías que conducen a riesgos potenciales, 371 km de vías que conducen a reservas naturales, 570 km de vías que conducen a pueblos indígenas y 1216 km que conducen a proyectos de reforestación.

La mayoría de los kilómetros que conducen a proyectos de evaluación de riesgos se localizan en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Mulaló, cantón Latacunga.

El cantón que posee mayor presencia de kilómetros que conducen a riesgos potenciales es Latacunga (74), sobretodo en vías que conectan parroquias rurales de la parroquia de Mulaló, vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de San Juan de Pastocalle y en vías que conectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos de la parroquia de Tanicuchi.

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a reservas naturales son Latacunga (77) sobretodo en vías que interconectan cantones de la parroquia de Toacaso, y Sigchos (197) sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia Las Pampas.

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a pueblos indígenas son Pujilí (167) sobretodo en vías que conectan estatales con asentamientos humanos de la parroquia de Guangaje; Salcedo (112), sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de Cusubamba, Saquisilí (129) sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia Cochabamba y el cantón Sigchos (72) en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Isinliví principalmente.

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a proyectos de reforestación son Latacunga (420) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de Latacunga, Pujilí (156) sobretodo en vías que conectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos de la parroquia de Cusubamba y San Miguel, y Sigchos (271) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de Sigchos principalmente.

Tabla 35. En km según cantón

CANTÓN	Evaluación de riesgos	Riesgos potenciales	Reservas naturales	Pueblos indígenas	Actividades ambientales	Reforestación
LA MANA	-	-	22,04	-	-	30,99
LATACUNGA	29,7	74,63	77,35	88,74	17,11	420,46
PANGUA	-	-	20,57	-	-	112,9
PUJILI	-	-	30,03	167,36	-	156,49
SALCEDO	-	-	-	112,12	-	160,41

CANTÓN	Evaluación de riesgos	Riesgos potenciales	Reservas naturales	Pueblos indígenas	Actividades ambientales	Reforestación
SAQUISILÍ	-	-	23,94	129,9	-	64,32
SIGCHOS	-	-	197,67	72,46	-	271,23
TOTAL	29,7	74,63	371,6	570,58	17,11	1216,8

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

6. DIAGNÓSTICO VIAL PROVINCIAL

En el presente apartado, se describen los resultados del diagnóstico de la Red Vial Provincial que se ha llevado a cabo. Esta etapa forma parte de la metodología global del proyecto, ya que permite conocer de forma precisa el estado actual de la Red, lo que permite contextualizar y enmarcar las necesidades futuras.

El diagnóstico de la Red Vial Provincial se realiza a partir de la homogeneización y homologación de la BBDD de inventario de la Red Vial Provincial. Para contextualizar esta fase de forma global en el conjunto del proyecto, puede observarse la siguiente figura.

Figura 3. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Diagnóstico de la Red Vial Provincial. Elaboración propia.



6.1. SITUACION ACTUAL DE LA CONECTIVIDAD VIAL CON LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS JERARQUIZADOS

6.1.1. Conexión de centros poblados por tipo de vía

En la provincia de Cotopaxi, 825.21 km de vías se han catalogado como medianamente accesibles a los centros poblados, lo cual corresponde al 61%; 305.70 km de vías se han clasificado como accesibles, representando un 23%; y 215.44 km de vías han sido denominadas como inaccesibles por su capa de rodadura y estado, lo cual corresponde al 16%.

En el cantón La Maná se observa que existen únicamente vías medianamente accesibles, destacando la parroquia Guasaganda con el mayor kilometraje (40.03 km).

En el cantón Latacunga, la mayoría de ellas corresponden a la categoría medianamente accesible (200.23 km), seguidas por las de tipo accesible y finalmente, las inaccesibles. Destaca las parroquias Mulaló y San Juan de Pastocalle con el mayor kilometraje en vías medianamente accesibles; mientras que solamente las parroquias San Juan de Pastocalle, Tanicuchí y Toacaso son las que poseen vías inaccesibles en el cantón.

En el cantón Pangua, se aprecia la existencia de vías medianamente accesibles y accesibles, las cuales sumadas hacen 138.71 km y 42.12 km, respectivamente. Sobresalen las parroquias Moraspungo y Ramón Campaña con la mayor cantidad de vías medianamente accesibles.

En el cantón Pujilí existen 200.89 km de vías medianamente accesibles (73%), 48.29 km de vías inaccesibles (17%) y 27,06 km de vías accesibles (10%). Guangaje en la parroquia que mayor número de km de vías medianamente accesibles tiene en este cantón; mientras que Pilaló, Pujilí y Tingo no poseen vías inaccesibles.

El cantón Salcedo se caracteriza por su accesibilidad media entre poblados, ya que el mayor kilometraje de vías se encuentra en esa categoría (114.23 km - 55%); por otro lado, posee un 23% de vías accesibles (48.86 km) y un 22% de vías inaccesibles (45.47 km). La parroquia Cusubamba es la que mayor cantidad de km de vías medianamente accesibles posee dentro del cantón (76.95 km).

En el cantón Saquisilí se observa que las vías medianamente accesibles y las inaccesibles tienen kilometrajes similares: 39.49 km y 40.94 km, respectivamente; mientras que las vías accesibles corresponden a 8.54 km. La parroquia Canchagua es aquella con el kilometraje más alto en vías inaccesibles.

Y por último, el cantón Sigchos posee un 39% de vías accesibles, un 33% de medianamente accesibles y 28% de inaccesibles. Dentro de las accesibles, destaca la parroquia Palo Quemado con el mayor kilometraje.

6.2. SITUACION ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRODUCTIVAS

La provincia de Cotopaxi cuenta en su mayoría con vías con una alta producción con 1923.25 km, seguido de vías con una media producción con 900.41 km y finalmente con vías con una baja producción con 255.79 km. De las vías con una alta producción, 382.96 km son accesibles, 374.80 km son inaccesibles y 1165.49 km son medianamente accesibles.

Al analizar la producción y conectividad en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón La Maná la mayor cantidad de vías tienen una alta conectividad con 55.30 km, de los cuales todas son medianamente accesibles y se encuentran en mayor cantidad en la parroquia La Maná con 19.99 km. Las vías del cantón Latacunga en su mayoría tienen una alta producción con 793.75 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 451.56 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Mulaló con 121.15 km. Las vías del cantón Pangua en su mayoría tienen una

alta producción con 168.27 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 156.55 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Moraspungo con 65.83 km.

Las vías del cantón Pujilí en su mayoría tienen una alta producción con 303.31 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 171.58 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Pujilí con 72.58 km. Las vías del cantón Salcedo en su mayoría tienen una alta producción con 276.49 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 161.56 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Cusubamba con 77.30 km. Las vías del cantón Saquisilí en su mayoría tienen una producción media con 158.76 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 81.35km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Cochapamba con 58.51 km. Las vías del cantón Sigchos en su mayoría tienen una alta producción con 225.50 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 134.35 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Sigchos con 75.54 km.

6.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD DE LA POBLACIÓN A LOS SERVICIOS SOCIALES DE EDUCACION Y SALUD

En la provincia de Cotopaxi, se puede apreciar que el 61% corresponde a vías de tipo medianamente accesible hacia los servicios analizados, el 22% hace referencia a las vías accesibles y el 17% restante son vías inaccesibles. Por lo tanto, se concluye que en términos generales, esta provincia está calificada con una accesibilidad media a los servicios ofertados. A continuación se realizará un análisis a nivel cantonal.

El cantón La Maná muestra que únicamente existen vías de tipo medianamente accesibles, sumando 86.38 km en 3 de sus 5 parroquias: Guasaganda, La Maná y Pucayacu. De ellas, Pucayacu es la que destaca por su cantidad de km en este análisis.

Latacunga, siendo el cantón más importante de la provincia, posee el 57% de vías medianamente accesibles, 28% son accesibles y 15% son inaccesibles. Las parroquias que destacan son Aláquez, Mulaló y San Juan de Pastocalle por tener los valores más altos de kilometraje en accesibilidad media.

En el cantón Pangua se identificó vías de tipo medianamente accesible (171.21 km - 80%) y accesible (42.12 km - 20%). La parroquia El Corazón es la que mayor kilometraje posee en este cantón.

Pujilí muestra ser un cantón en donde destaca la accesibilidad media a sus servicios con un porcentaje del 63%; mientras que el 29% son vías accesibles y el 8% son inaccesibles. Las parroquias de Pilaló y Tingo son las únicas de este cantón que no poseen inaccesibilidad.

En el cantón Salcedo, se aprecia que existe un 48% de vías medianamente accesibles, 40% de accesibles y el 12% de inaccesibles. Cusubamba es la parroquia con mayor número de km en cuanto a vías medianamente accesibles que se encontró en el cantón.

Saquisilí muestra que los porcentajes de vías medianamente accesibles e inaccesibles son muy cercanos (38% y 37%, respectivamente); mientras que el 25% corresponde a vías accesibles. Dentro de las accesibles, la mayor cantidad de km pertenece a la parroquia Cochapamba.

Con el 56%, las vías medianamente accesibles son las que sobresalen en el cantón Sigchos; le sigue un 28% perteneciente a vías accesibles y un 16% para las inaccesibles. El kilometraje de la parroquia Sigchos, 108.50 km, es el que destaca en este cantón.

Tabla 36. Accesibilidad a servicios sociales por cantón en %

CANTÓN	Accesibles	Medianamente Accesibles	Inaccesibles
LA MANA	-	100	-
LATACUNGA	28	57	15
PANGUA	20	80	-
PUJILI	29	63	8
SALCEDO	40	48	12
SAQUISILI	25	38	37
SIGCHOS	28	56	16

Fuente y Elaboración: Inventarios PROVIAL

7. CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA

7.1. INTRODUCCIÓN

El proceso productivo de una determinada área, provincia o país está sujeto a múltiples variables. Influyen los costes de distribución, comercialización, generales, administración, etc. De esta forma, uno de estos factores más relevantes es el coste de distribución de las materias primas, productos en proceso y productos finales, a través de la red de transporte existente (fluvial, ferroviaria, carretera, etc.). Estos costes de distribución dependen de los vehículos de transporte, de las instalaciones fijas de procesamiento y distribución, así como de la calidad de la red de transporte existente. Por poner un ejemplo de la repercusión de estos costes, en Martínez y Barea (2001), se argumenta que alrededor del 60% del coste total de producción de productos lácteos y derivados, se debe a costes logísticos.

Se debe reflexionar entonces sobre la necesidad de establecer una red de transporte eficiente, donde la infraestructura desempeñe un papel facilitador y no un obstáculo para alcanzar objetivos.

Se presenta en este sentido una oportunidad de “modelar” la red de transporte existente, de forma que se minimicen los costes de distribución, aumentando los beneficios de los agentes privados y particulares y favoreciendo el desarrollo económico.

7.1.1. Objetivo

El objetivo de este análisis es obtener una categorización de la red de carreteras provinciales atendiendo a criterios de productividad logística. Dicha priorización la marcarán los criterios aplicados y desarrollados en este documento.

7.1.2. Alcance

A partir de la información sobre la infraestructura logística de la provincia, se realizará una sistematización para poder evaluar la importancia asociada que deben tomar las vías y poder diseñar así una estrategia provincial que produzca un mejoramiento de la conectividad de la producción, así como un incremento de la competitividad de las provincias.

La elaboración de la Estrategia Provincial irá orientada a la definición de corredores o ejes viales estratégicos, categorizados de la siguiente manera:

- Estratégicos
- Secundarios
- Otros (resto de la red)

7.2. METODOLOGÍA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases y poder contextualizar el presente apartado. De forma resumida, hasta este momento se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; por último, se realizó un diagnóstico de la Red Vial Provincial, para evaluar el estado actual de la misma. Llegados a este punto, para cumplir con los objetivos del proyecto, es necesario abordar la fase de **Caracterización técnica, geopolítica, económica, social y logística de la Red Vial Provincial** (en adelante caracterización logística), con el objetivo de satisfacer los lineamientos de la Estrategia Provincial. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 4. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización logística. Elaboración propia.



Esta fase se realiza principalmente a partir de análisis GIS y viaja a través de varias etapas operativas, las cuales se describen a continuación.

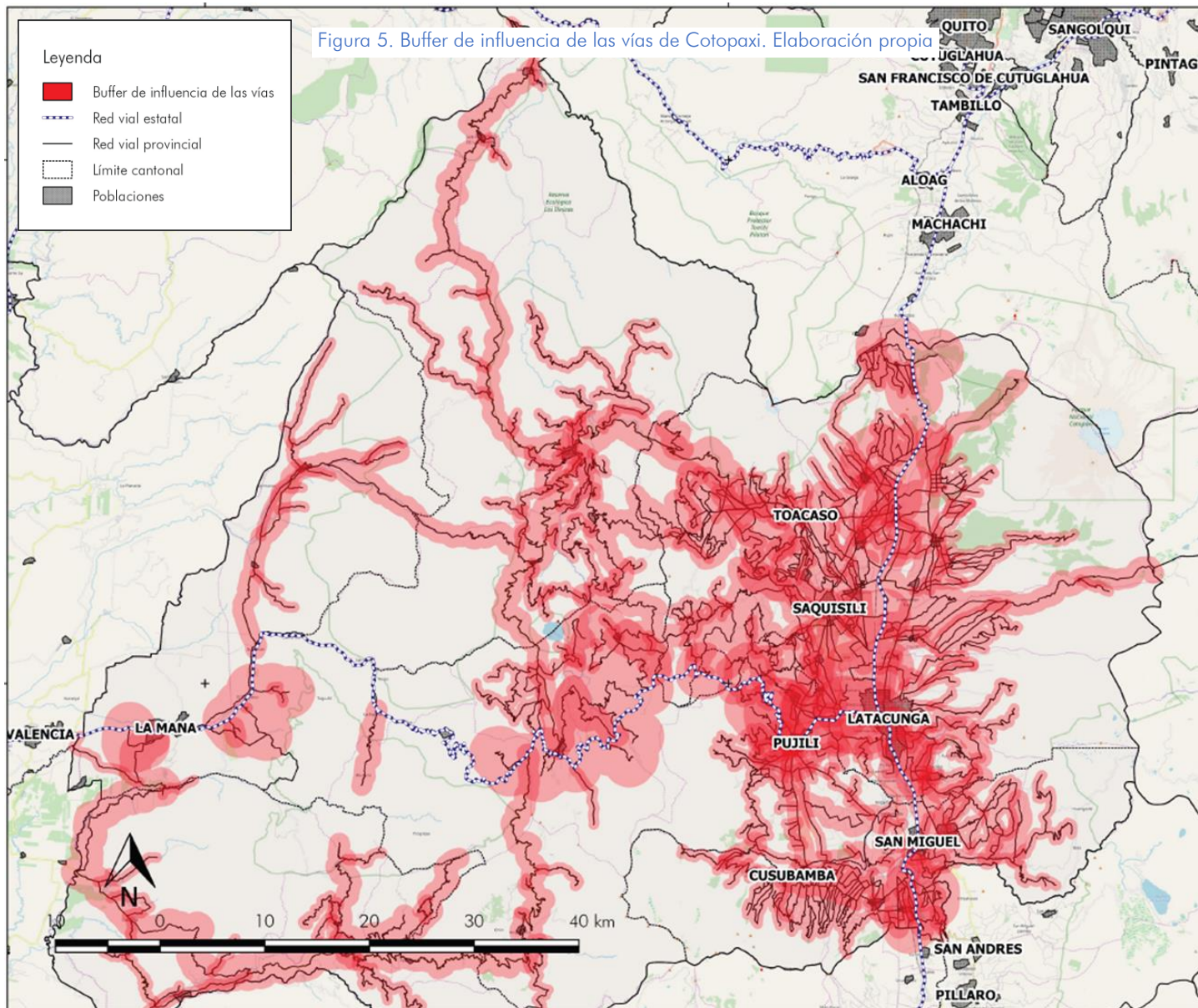
7.2.1. **Análisis de la infraestructura logística de la provincia**

En primer lugar, se realiza un análisis de la información de partida, facilitada por CONGOPE, con información del MAGAP y de otras Instituciones Públicas del Ecuador. Dicha información se encuentra en formato shape, por lo que la metodología debe enfocarse en esta dirección, a través de análisis GIS.

Además, la falta de número de viajes, rutas y orígenes y destinos georreferenciados de la malla productiva llevó a la determinación de que el método óptimo para la caracterización logística de las vías debe de ser mediante una asignación por vinculación geográfica de la cantidad de actividades/infraestructuras logísticas a cada tramo homogéneo, dato de partida producto de la categorización técnica y geopolítica. Con esto se consigue un conteo que, después de ser ponderado, otorga un peso logístico a cada tramo.

Para ello, es necesario previamente realizar una homogeneización de la información atributiva asociada a la información geométrica de las vías. Esto facilita las operaciones vectoriales entre capas.

A continuación, se procede a dividir los archivos de las vías de las provincias en función de su tipología, para poder crear buffers de influencia atendiendo precisamente a esta categorización. Es decir, a mayor importancia de la vía, mayor deberá ser el radio de influencia de esta. Posteriormente, a partir de estas nuevas capas vectoriales se crea otra con la unificación de todos los buffers para cada provincia. Los criterios establecidos se exponen en el apartado sucesivo. El resultado puede observarse en la siguiente figura, para un mayor detalle consultar los mapas recogidos en el anexo 3 "Mapas".



Posteriormente, se crean nuevas capas vectoriales atendiendo a los indicadores productivos de cada actividad/infraestructura. Estos indicadores productivos se encuentran en parte de la información inicial (tanto áreas de explotación como volumen/cantidad de producción/almacenamiento). Los criterios para establecer el peso de cada actividad se encuentran expuestos en el apartado sucesivo.

Las infraestructuras como puertos de carga, puertos fluviales, aeropuertos y estaciones de transporte, se analizan de manera independiente ya que, la influencia de estos depende del volumen de pasajeros/mercancías transportados. En este tipo de instalaciones se producen rupturas de carga de mercancía que llega de muchos orígenes y se distribuye a múltiples destinos. Es por ello por lo que se establecen buffers de influencia a partir de esta información. Para el análisis de la información de poblaciones también se realiza un estudio independiente a nivel nacional, lo que permite establecer influencia de poblaciones de provincias colindantes. Los criterios establecidos se muestran en el apartado sucesivo. El resultado se muestra en la siguiente figura, para mayor detalle consultar los mapas recogidos en el Anexo 3 “Mapas”.

Una vez creadas y homogeneizadas todas las capas vectoriales, se procede a la creación de la matriz logística (como tabla atributiva asociada a la información geométrica de los tramos) mediante operaciones de relaciones espaciales entre las capas.

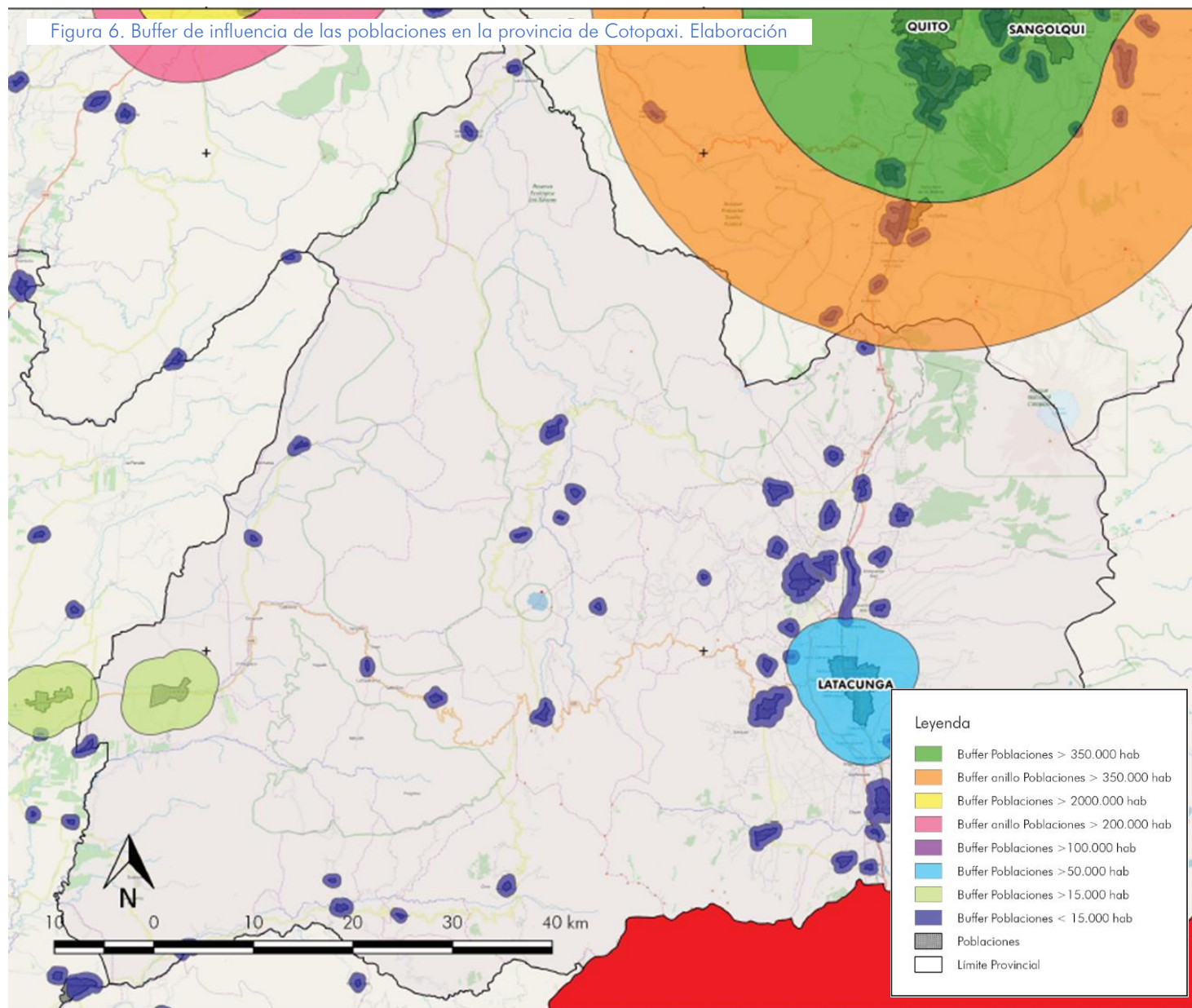
Los resultados se exportan a Excel, donde se asignan los pesos logísticos necesarios para la obtención del vector de categorización logística de cada tramo. Todo ello se denomina Matriz Multicriterio. Con la Matriz Multicriterio es posible analizar los tramos de vías resultantes de la homogeneización de la base de datos, atendiendo a cada criterio. Para ello se emplea la siguiente formulación conceptual:

$$IL_{tr} = C_{tr} \times \sum_{i,j} \left\{ K_i \times M_j \times \frac{e_{tr_i}}{e_{T_i}} \right\}$$

Donde:

- IL_{tr} = Peso logístico del tramo **tr**.
- C_{tr} = Coeficiente por tipo de carretera.
- K_i = Peso logístico de la actividad/infraestructura **i**
- M_j = Indicador de producción **j**
- e_{tr_i} = Conteo de actividades/infraestructuras del tipo **i** asociadas al tramo **tr**.
- e_{T_i} = Conteo total de actividades del tipo **i**.

Figura 6. Buffer de influencia de las poblaciones en la provincia de Cotopaxi. Elaboración



7.2.2. Criterios de ponderación

7.2.2.1. Criterio 1: Tipo de Vía

La tipología de la vía atiende a un criterio de clasificación meramente administrativo y define las vías como red de comunicación entre provincias, cantones, parroquias y/o asentamientos humanos de diversa índole y población. Es por este motivo, que se ha estimado conveniente utilizar esta clasificación para establecer las áreas de influencia de las vías, cuya explicación se llevará a cabo en el capítulo siguiente. En la siguiente tabla se recoge la clasificación de las vías, con un código asignado, así como los buffers de influencia que se han establecido para la asignación geométrica de atributos logísticos. Los buffers de influencia se han establecido atendiendo a criterios cualitativos. También se aprecia el peso (influencia) establecido para cada tipo de vía.

Tabla 37. Buffers y pesos de los tipos de vía. - Fuente: CONGOPE, MAGAP.
Elaboración propia

ID tipo Vía	Tipo de Vía	Buffer influencia (m)	PESO (%)
1	Estatad	10000	
2	Estatad con la Cabecera Provincial	5000	30%
3	Estatad con la Cabecera Cantonal	3500	25%
4	Estatad con la Cabecera Parroquial / Estadad con Asentamiento humano	2500	15%
5	Cantón-Cantón	1500	10%
6	Parroquia rural-Parroquia rural	1000	8%
7	Cabecera Parroquial rural - Asentamiento humano	500	6%
8	Asentamiento humano - Asentamiento humano	500	5%
9	Otro	200	1%

7.2.2.2. Criterio 2: Infraestructura Logística

Se trata de la información logística recopilada, enviada por CONGOPE, que ha sido analizada y homogeneizada para poder efectuar las operaciones oportunas para su correcta inclusión en la matriz logística. Se ha realizado una distinción de cada una de ellas atendiendo a la producción de cada elemento. La agrupación se ha realizado estableciendo los indicadores productivos que incluía la información de partida. Esta información se muestra en la siguiente tabla, donde se pueden observar los campos:

- Actividad: Nombre de la actividad/infraestructura logística numerada por orden de ejecución.
- Indicador Productivo: clasificación de la infraestructura atendiendo al volumen/tamaño de producción.
- Código: Código de identificación asignado para la simplificación de la ejecución de la matriz logística.
- Peso actividad: Peso otorgado a la actividad infraestructura logística, sobre 100.
- Multiplicador indicador productivo: Coeficiente de ponderación por tamaño productivo.

Tabla 38. Pesos y multiplicadores de la infraestructura logística. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
01.CENSO PALMICULTOR	PEQUEÑO	pal_peq	4,00%	0,25
	MEDIANO	pal_med		0,5
	GRANDE	pal_gran		1
02.CATASTRO BANANERO	MUY PEQUEÑO	ban_mpeq	4,00%	0,1
	PEQUEÑO	ban_peq		0,25
	MEDIANO	ban_med		0,5
	GRANDE	ban_gran		0,75
	MUY GRANDE	ban_mgran		1
03.CATASTRO FLORÍCOLA	PEQUEÑO	flo_peq	4,00%	0,25

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
	MEDIANO	flo_med		0,5
	GRANDE	flo_gran		1
04.CENSO PORCÍCOLA	PEQUEÑO	por_peq	4,00%	0,25
	MEDIANO	por_med		0,5
	GRANDE	por_gran		0,75
	MUY GRANDE	por_mgran		1
05.CENSO AVÍCOLA	MUY PEQUEÑO	avi_mpeq	4,00%	0,1
	PEQUEÑO	avi_peq		0,25
	MEDIANO	avi_med		0,5
	GRANDE	avi_gran		0,75
	MUY GRANDE	avi_mgran		1
06.AGROTURISMO	UNIDAD	agt_ud	0,00%	1
07.CANASTA	UNIDAD	can_ud	1,00%	1
08.FERIA	UNIDAD	fer_ud	1,00%	1
09.TIENDA	UNIDAD	tien_ud	0,50%	1

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
10.VENTA EN FINCA	UNIDAD	vfin_ud	0,50%	1
11.ACOPIO GANADO	UNIDAD	agan_ud	1,00%	1
12.ACOPIO LECHE	Información no disponible	alech_ndis	1,00%	0,1
	PEQUEÑO	alech_peq		0,25
	MEDIANO	alech_med		0,5
	GRANDE	alech_gran		0,75
	MUY GRANDE	alech_mgran		1
13.ALIMENTOS BALANCEADOS	MUY PEQUEÑO	albal_mpeq	0,50%	0,1
	PEQUEÑO	albal_peq		0,25
	MEDIANO	albal_med		0,5
	GRANDE	albal_gran		0,75
	MUY GRANDE	albal_mgran		1
14.FAENAMIENTO	UNIDAD	faen_ud	1,00%	1
15.EXTRACTORA ACEITE	PEQUEÑO	exac_peq	2,00%	0,25

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
	MEDIANO	exac_med		0,5
	GRANDE	exac_gran		1
16.INDUSTRIA LACTEA	MUY PEQUEÑO	ilech_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO	ilech_peq		0,25
	MEDIANO	ilech_med		0,5
	GRANDE	ilech_gra		0,75
	MUY GRANDE	ilech_mgran		1
17.INGENIO AZUCARERO	MUY PEQUEÑO	inaz_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO	inaz_peq		0,25
	MEDIANO	inaz_med		0,5
	GRANDE	inaz_gran		0,75
	MUY GRANDE	inaz_mgran		1
18.MOLINO EMPRESARIAL	MUY PEQUEÑO	mole_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO	mole_peq		0,25

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
	MEDIANO	mole_med		0,5
	GRANDE	mole_gran		0,75
	MUY GRANDE	mole_mgran		1
19.INSEMINACION ARTIFICIAL	PEQUEÑO	insar_peq	1,00%	0,25
	MEDIANO	insar_med		0,5
	GRANDE	insar_gran		1
20.PILADORA	MUY PEQUEÑO	pila_mpeq	3,50%	0,1
	PEQUEÑO	pila_peq		0,25
	MEDIANO	pila_med		0,5
	GRANDE	pila_gran		0,75
	MUY GRANDE	pila_mgran		1
21.PASTOS FORRAJES	Y Información no disponible	pyfo_dis	0,50%	0,1
	PEQUEÑO	pyfo_peq		0,25
	MEDIANO	pyfo_med		0,5

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
	GRANDE	pyfo_gran		0,75
	MUY GRANDE	pyfo_mgran		1
22.AEROPUERTOS	UNIDAD	aero_ud	5,00%	1
23.MERCADOS URBANOS	UNIDAD	murb_ud	2,00%	1
24.ESTACION PESAJE	UNIDAD	epes_ud	0,50%	1
25.ESTACION PEAJE	UNIDAD	epea_ud	0,00%	1
27.FERIA GANADERA	UNIDAD	fgan_ud	1,00%	1
28.PASOS FRONTERIZOS	UNIDAD	pfro_ud	1,00%	1
30.PUERTO FLUVIAL	UNIDAD	pflu_ud	3,00%	1
31.ALMACENES SINAGAP	UNIDAD	asin_ud	2,00%	1
33.CONEXION RED ESTATAL	UNIDAD	cest_ud	8,00%	1
34.CENTRO SALUD	UNIDAD	csal_ud	8,00%	1
35.CENTRO EDUCACION	UNIDAD	cedu_ud	8,00%	1
36.SERVICIOS SOCIALES	UNIDAD	ssoc_ud	5,00%	1

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
26.ESTACION TRANSPORTE	UNIDAD	etra_ud	4,00%	1
29.PUERTO CARGA	UNIDAD	pcar_ud	5,00%	1

7.2.2.3. Criterio 3: Población

Otro criterio relevante, por su influencia en la matriz logística, es la concentración de población en núcleos urbanos. Se ha de tener en cuenta, que se trata de centros de generación de viajes, y ocupan una posición predominante como origen y destino de los procesos productivos de las provincias y del país. Las vías cercanas a las concentraciones de población se han de priorizar, debido a la existencia y/o potencialidad de tráfico de mercancías y pasajeros. Es por ello que, se han establecido unos buffers variables de influencia de los núcleos urbanos, proporcionales a la población, distinguiendo las siguientes categorías:

- Categoría 1: Poblaciones > 350.000 habitantes. Buffer interior y buffer exterior.
- Categoría 2: Poblaciones > 200.00 habitantes. Buffer interior y buffer exterior.
- Categoría 3: Poblaciones > 100.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 4: Poblaciones > 50.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 5: Poblaciones > 15.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 6: Poblaciones < 15.000 habitantes. Buffer único.

Tabla 39. Multiplicadores de vías próximas a poblaciones. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia

Código	Vías	Multiplicador del Peso Logístico
pob_1a	vías cercanas* a Poblaciones > 350.000 habitantes	1,00
pob_2a	vías cercanas a Poblaciones > 200.000 habitantes	0,60

Código	Vías	Multiplicador del Peso Logístico
pob_1b	vías en las proximidades de Poblaciones > 350.000 habitantes	0,70
pob_2b	vías en las proximidades de Poblaciones > 200.000 habitantes	0,50
pob_3	vías cercanas a Poblaciones >100.000 habitantes	0,40
pob_4	vías cercanas a Poblaciones >50.000 habitantes	0,30
pob_5	vías cercanas a Poblaciones >15.000 habitantes	0,20
pob_6	vías cercanas a Poblaciones <15.000 habitantes	0,10

*Entendiendo como cercanas aquellas incluidas en un radio interno de influencia, y como próximas aquellas situadas entre este primer radio interno y otro externo.

Paralelamente, se crearon nuevas capas vectoriales atendiendo a los indicadores productivos de cada actividad/infraestructura. Estos indicadores productivos se encontraron en parte de la información inicial (ya fuera como áreas de explotación o como volumen/cantidad de producción/almacenamiento). Para aquellas actividades que no disponían de indicadores productivos, pero sí de volúmenes o áreas, se estableció una categorización lógica (Recogida en la tabla del capítulo anterior).

Las infraestructuras como puertos de carga, puertos fluviales, aeropuertos y estaciones de transporte, se analizaron independientemente ya que, se consideró que la influencia de estos dependía del volumen de pasajeros/mercancías transportados. En este tipo de instalaciones se producen rupturas de carga de mercancía que llega de muchos orígenes y se distribuye a múltiples destinos. Es por ello por lo que se han establecido unos buffers de influencia a partir de esta información (siempre que se dispusiera de ella).

8. PROYECCIÓN ESTRATÉGICA DEL PLAN

8.1. VISIÓN

De contar con los recursos necesarios en 2023 el Gobierno Provincial contará con un sistema vial provincial de calidad, eficiente, sostenible y seguro, que brinde una adecuada integración y articulación territorial, que apoye al desarrollo productivo, económico y social de la provincia, que sea equitativo y ambientalmente sostenible, que sea confiable y asegure una rápida accesibilidad a todos los ciudadanos, y principalmente que sea constituya como el eje fundamental del modelo de desarrollo económico de la provincia.

8.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Elevar la calidad del servicio del sistema vial provincial, garantizando una operación adecuada, elevando, en promedio, la calidad del servicio de las vías y redes viales cantonales / parroquiales.
- Mejorar la competitividad provincial mediante la reducción de costos de transporte y tiempos de viaje, así como brindando una mayor accesibilidad a las zonas de producción. Priorizar corredores y ejes viales productivos, así como su interconexión a mercados.
- Brindar mayor accesibilidad e integración interna, mejorando la cobertura de la red vial provincial, principalmente a zonas de menor desarrollo y a centros de servicios mejorando su inclusión social.
- Conservar el patrimonio vial provincial mediante políticas de conservación vial que otorgue prioridad al mantenimiento preventivo, considerando que éste es una actividad eficaz para la preservación de las inversiones efectuadas y garantizar una transitabilidad adecuada en la red vial provincial.
- Reducir el impacto ambiental del sistema vial provincial y de las intervenciones nuevas en proyectos de inversión en la provincia.
- Mejorar el nivel de seguridad en la red vial provincial, mediante una señalización y demarcación adecuada para prevenir la accidentabilidad.

8.3. POLÍTICAS DE INTERVENCIÓN

- Eficiencia del servicio. - mejorar la calidad del servicio y brindar accesibilidad a centros poblados y centros de producción, así como reducir los costos de transporte, lo que favorece la actividad económica y el desarrollo provincial.
- Racionalizar y jerarquizar los distintos ejes viales estratégicos en que debe estructurarse el sistema vial provincial.
- Apoyo a las actividades económicas y productivas de la provincia. - Mejorar los accesos a las áreas para utilizar sus recursos naturales, facilitar el traslado de insumos y productos de los procesos productivos incluyendo las actividades turísticas. Apoyar el desarrollo de corredores productivos y comerciales de la provincia.
- Desarrollo armónico del territorio. - apoyo a la organización del espacio físico provincial por medio de la malla vial y corregir la descompensación que aun existan. Mejorar y aumentar el número de puntos de unión con la red vial estatal, lo que integra la provincia en el conjunto territorial nacional. Mejorar la accesibilidad de los núcleos de población potenciando la función de centros poblados de suministro de servicios, así como a la capital provincial y centros más importantes.
- Inclusión y equidad social. - aproximando la sociedad rural a la urbana e intentando cambiar la tendencia de la evolución de la población en los últimos tiempos mediante una accesibilidad adecuada. Contribuir a la mejora de la calidad de vida favoreciendo su integración física e integración provincial, regional y nacional. Mejorar la seguridad vial en el conjunto del sistema vial provincial.

- Organización y gestión. - elaborar un instrumento de gestión que permita al Gobierno Provincial, ordenar y planificar actuaciones estratégicas mediante programas de inversiones acorde con la necesidad de la provincia.
- Empleo de tecnologías acordes con las necesidades y requerimientos. - mejoramiento del sistema vial provincial, acorde con los niveles de tráfico existente y su proyección respecto a la dinámica provincial. Adecuar las características geométricas de las calzadas y la superficie de rodadura de las vías al tráfico y las limitaciones que pueda imponer la topografía.
- Medio Ambiente. - integrar los intereses económicos, sociales y ambientales en la gestión vial de la provincia, pilares que deben reforzarse mutuamente para garantizar el desarrollo sostenible. Reducir los impactos negativos que se puedan producir con los nuevos proyectos viales especialmente en espacios naturales protegidos.

9. CATEGORIZACIÓN ESTRATÉGICA DE EJES VIALES

9.1. METODOLOGÍA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases para poder contextualizar el presente apartado. De forma resumida, hasta este momento se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; posteriormente se realizó un diagnóstico de la Red Vial, para evaluar el estado actual de la misma; por último, a partir de análisis GIS, se realizó una caracterización técnica, geopolítica, económica y logística, con el objetivo de evaluar la importancia global (peso) de cada una de las vías y tramos viales que conforman la Red. Llegados a este punto, en la presente fase se llevará a cabo una categorización estratégica de ejes viales, agrupando las vías en tres grupos específicos (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otras vías), para poder llevar a cabo la Estrategia Provincial y satisfacer los lineamientos estratégicos y políticas de inversión. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 7. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.



La matriz multicriterio elaborada (descrita en el apartado anterior), ha asignado a cada tramo homogéneo de la red provincial un peso logístico en función de los criterios previamente indicados. Esto supone la caracterización técnica, geopolítica, económica, social y logística de la red vial (en adelante caracterización logística) y sirve como base para la categorización de la red vial.

Con los resultados obtenidos de la caracterización de la red vial se clasifican las carreteras de acuerdo con su importancia logística en:

- Importancia logística muy alta
- Importancia logística alta
- Importancia logística media
- Importancia logística baja
- Importancia logística muy baja

Esta importancia logística se define por la comparación del valor de peso logístico de cada carretera con el máximo a nivel provincial. Para el cálculo de este máximo se

excluyen los valores extremos de peso logístico, es decir, aquellos que son significativamente mayores que el resto. Estos valores extremos constituyen la clasificación “importancia logística muy alta” y su comparación con el valor máximo representativo de la provincia será mayor al 100%.

Tienen una importancia logística alta aquellas carreteras cuyo peso logístico suponga un 100-75% del valor máximo provincial. Un 75-50% para las de importancia logística media, 50-25% para importancia logística baja y menos del 25% para importancia logística muy baja.

Al realizarse esta comparación a nivel provincial, el rango de peso logístico que incluye cada una de las categorías varía en función de la provincia estudiada, ya que el valor máximo de peso logístico es diferente según la provincia estudiada.

En el caso concreto de la provincia de Cotopaxi la clasificación ha sido establecida de la siguiente forma:

Tabla 40. Clasificación según importancia logística de las carreteras

Importancia logística	Peso logístico	%
Muy alta	300 - 100	+ 100
Alta	100 - 75	100 - 75
Media	75 - 50	75 - 50
Baja	50 - 25	50 - 25
Muy baja	25 - 0	25 - 0

Además de la importancia logística, para la categorización de la red, se sigue el criterio de cohesión territorial. La cohesión territorial puede definirse como un principio para las actuaciones públicas, encaminadas a lograr objetivos como la cohesión social y la justicia espacial (acceso equitativo a servicios y equipamientos). Se busca la coherencia interna del territorio y una mejor conectividad con territorios vecinos.

- En base a todo lo descrito anteriormente la red vial se categoriza en:
- Corredores prioritarios
- Corredores secundarios
- Otros

Los corredores prioritarios atienden sobre todo a una visión estratégica, tanto a nivel provincial como estatal. Se consideran corredores prioritarios aquellos que facilitan la conexión entre diferentes provincias y fomentan la articulación del territorio. Se busca, por tanto, la conexión entre cabeceras cantonales, entre sí y con la capital provincial, fomentando la intercantonalidad y la inclusión de otras poblaciones de menor importancia. Además, se incluirán dentro de los corredores prioritarios las vías

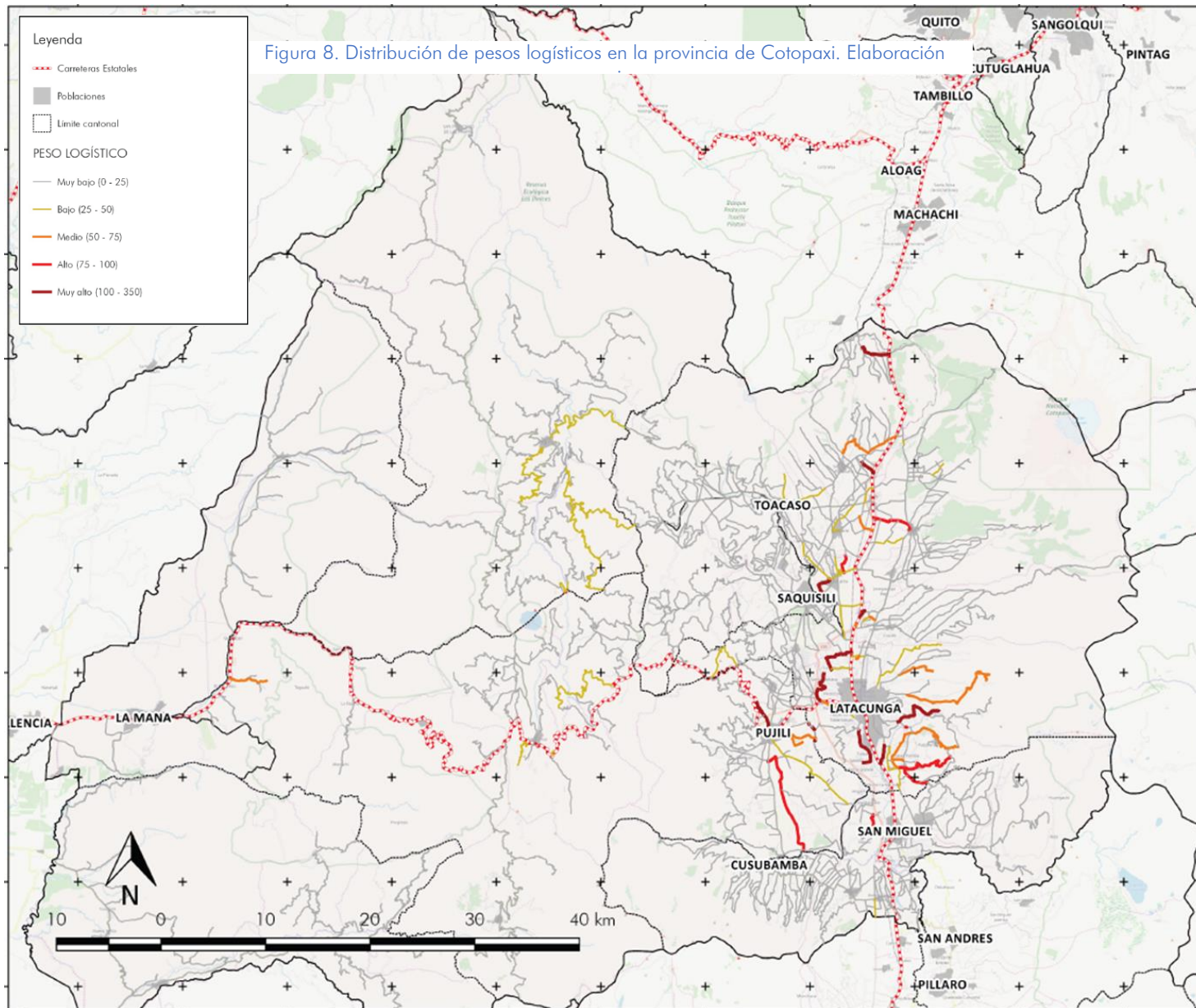
de prioridad logística media – muy alta que supongan un corredor logístico, así como los accesos a puertos y aeropuertos.

Los corredores secundarios satisfacen el criterio de equidad social y procuran que la mayoría de la población tenga acceso a los servicios básicos. Están constituidos por carreteras de prioridad media – muy baja, conectan las poblaciones dispersas con cabeceras parroquiales u otras localidades para mejorar el acceso a servicios básicos.

9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA

En base a lo expuesto en la metodología se procede al análisis de los resultados obtenidos en la caracterización logística. En la siguiente figura se muestra el mapa de calor generado, para un mayor detalle consultar los mapas recogidos en el Anexo 3 “Mapas”.

La red de carreteras de Cotopaxi presenta una distribución homogénea de pesos logísticos. Las vías con prioridad logística media – alta se encuentran en las inmediaciones de Latunga, Pujili y Saquisilí. Esto se debe a que la actividad productiva se concentra en la carretera E-35, que pertenece a la carretera panamericana.



9.3. CATEGORIZACIÓN VIAL

9.3.1. Visión Estratégica Provincial

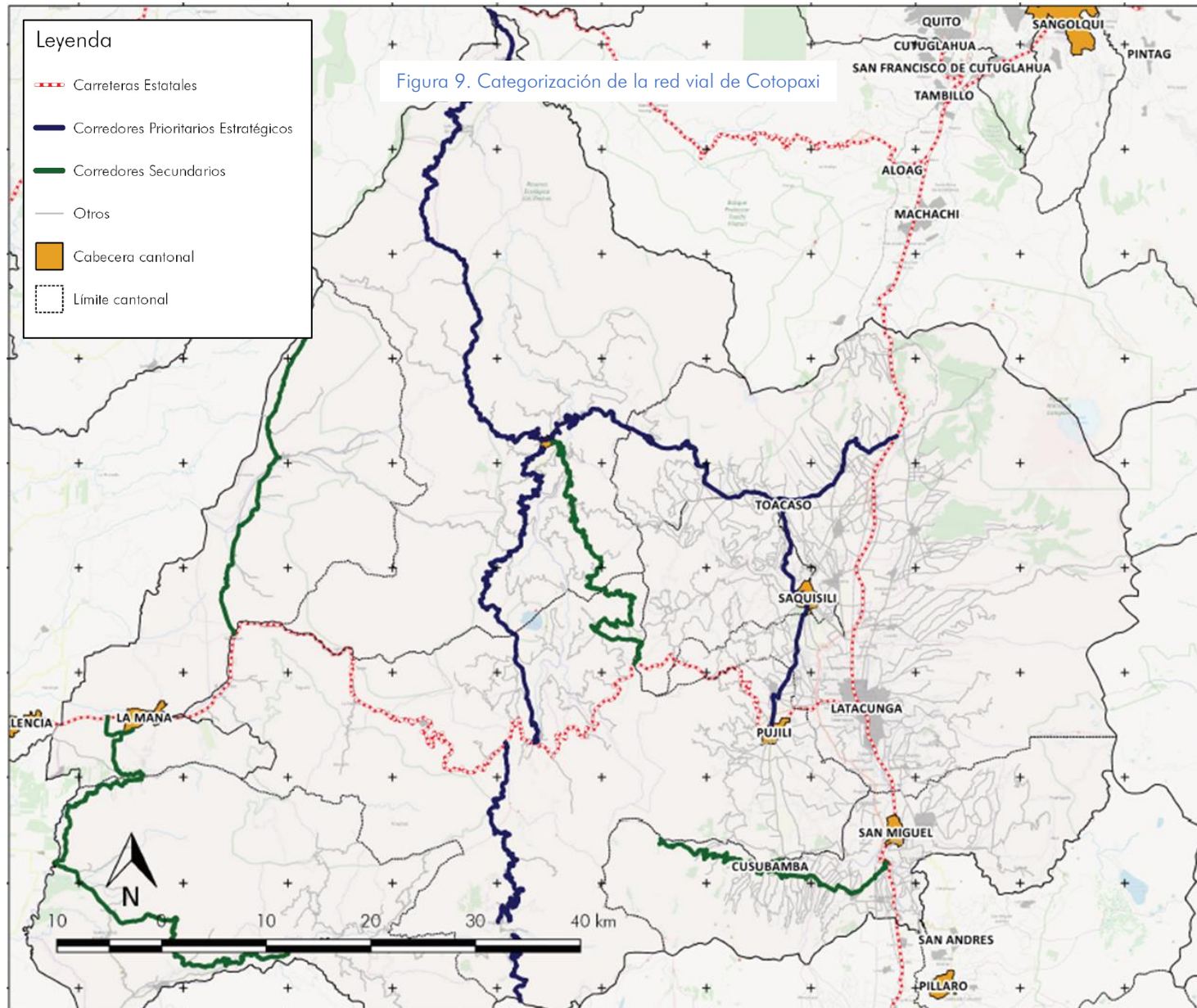
En base a los resultados obtenidos del análisis de la caracterización logística de la red vial de Azuay, se procede a elaborar una estrategia de actuación de cara a categorizar la red vial.

En primer lugar, se han estudiado estrategias a nivel estatal, buscando la mejora de las conexiones entre provincias, ya que como se ha comentado con anterioridad, una correcta articulación del territorio fomenta el desarrollo y cohesión social. Las conclusiones extraídas son las siguientes:

La vía estatal E - 35, también denominada Troncal de la Sierra, forma parte de la Carretera Panamericana y atraviesa la provincia de Norte a Sur. Además, la vía estatal E - 30, la Transversal Central atraviesa la provincia de Oeste a Este. En Latunga se conectan, a través de la E-35 los ramales occidental y oriental de dicha carretera. Se considera que esta distribución de vías es insuficiente, por lo que se busca una mayor interconexión entre vías estatales que atraviesen los diferentes cantones de Cotopaxi para lograr la correcta articulación del territorio.

En cuanto a estrategias a nivel provincial uno de los objetivos principales para lograr una correcta cohesión territorial es el de lograr la mayor conexión posible entre cabeceras cantonales y la capital provincial. De los 7 cantones, Pangua y Sigchios no tienen sus cabeceras cantonales accesibles desde una red colectora por lo que se busca el acceso a estas desde la red estatal de carreteras.

En base a estas estrategias se han definido 3 corredores prioritarios estratégicos y 4 corredores secundarios, véase Figura 9. El resto de la red se ha categorizado como "Otros". A continuación, se detallan las carreteras que conforman cada corredor y la motivación individual de cada uno de ellos. Para un mayor detalle de las figuras expuestas a continuación consultar el Anexo 3 "Mapas".



9.3.2. **Corredores Prioritarios Estratégicos**

9.3.2.1. **Corredor Prioritario Estratégico (1). Intercantonal Sigchos - Pujili**

Este corredor aumenta las conexiones interprovinciales de la provincia de Cotopaxi con Santo Domingo de los Tsáchilas al norte y Bolívar al sur de la provincia. Además, este corredor mejora la comunicación entre los cantones Sigchos y Pujili, cantones de gran extensión y que no son atravesados por ninguna vía de nivel estatal. Por lo tanto este corredor mejora la articulación del territorio al unir la cabecera cantonal Sigchos, las poblaciones Zumbahua y Amgamarca y los habitantes de los asentamientos humanos presentes sobre el corredor y sus alrededores con la E-30 y por tanto con la capital provincial. Además, los servicios educativos y sociales presentes en el corredor ven aumentado su radio de cobertura al disminuirse los tiempos de viaje de sus usuarios.

Este corredor aumenta las conexiones interprovinciales de la provincia de Cotopaxi con Santo Domingo de los Tsáchilas al norte y Bolívar al sur de la provincia. Además, este corredor mejora la comunicación entre los cantones Sigchos y Pujili, cantones de gran extensión y que no son atravesados por ninguna vía de nivel estatal. Por lo tanto este corredor mejora la articulación del territorio al unir la cabecera cantonal Sigchos, las poblaciones Zumbahua y Amgamarca y los habitantes de los asentamientos humanos presentes sobre el corredor y sus alrededores con la E-30 y por tanto con la capital provincial. Además, los servicios educativos y sociales presentes en el corredor ven aumentado su radio de cobertura al disminuirse los tiempos de viaje de sus usuarios.

Figura 10. Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración propia

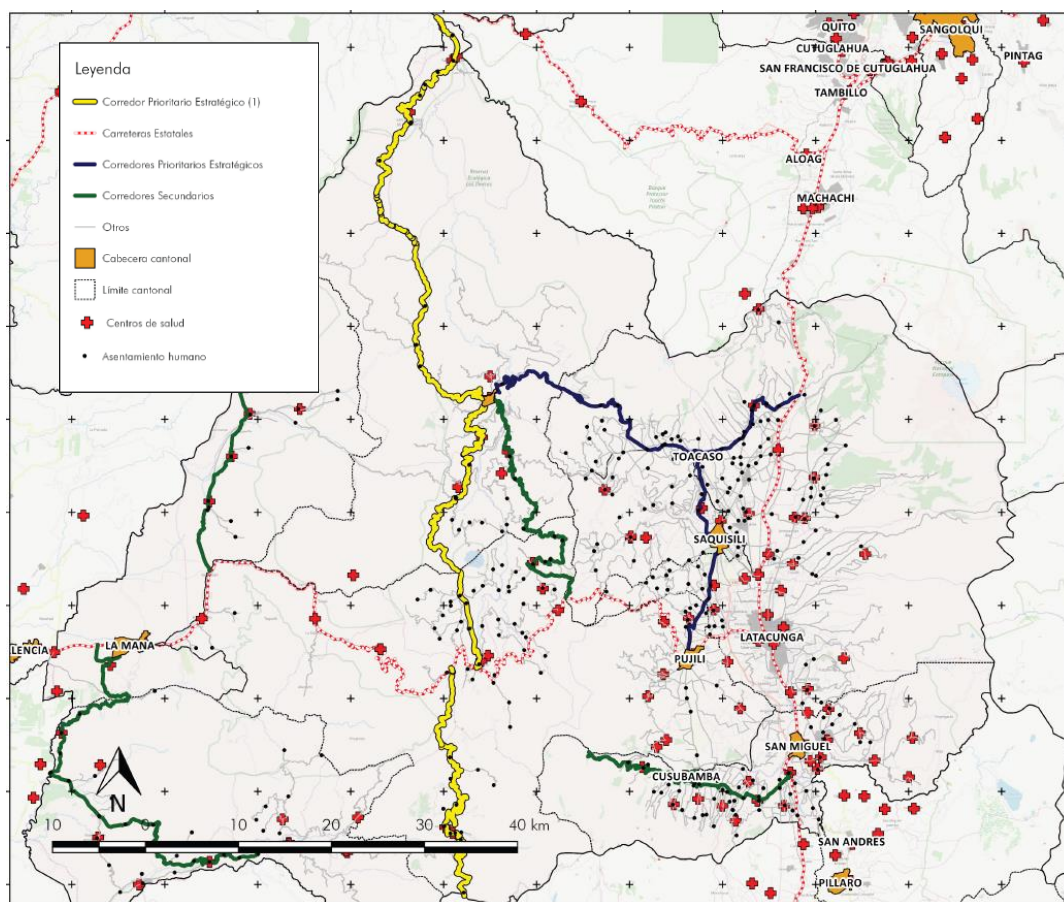


Tabla 41. Características Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-CO-1-01	P55-695-1	COTOPAXI	PUJILI	ANGAMARCA	LASTRE	REGULAR	12,96
07-CO-1-02	P53-412-1	COTOPAXI	PUJILI	ANGAMARCA	LASTRE	REGULAR	24,18
07-CO-1-03	P53-412-3	COTOPAXI	PUJILI	PILALO	LASTRE	REGULAR	10,59
07-CO	P53-412-2	COTOPAXI	PUJILI	ZUMBAHUA	LASTRE	REGULAR	0,15

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
1-04							
07-CO-1-05	P53-412-4	COTOPAXI	PUJILI	PILALO	LASTRE	REGULAR	0,50
07-CO-1-06	P57-389-1	COTOPAXI	PUJILI	ZUMBAHUA	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	0,88
07-CO-1-07	P53-16-1	COTOPAXI	PUJILI	ZUMBAHUA	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	12,04
07-CO-1-08	P53-16-2	COTOPAXI	SIGCHOS	CHUGCHILLAN	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	16,25
07-CO-1-09	P53-611-2	COTOPAXI	SIGCHOS	CHUGCHILLAN	D-T BITUMINOSO	REGULAR	8,16
07-CO-1-10	P53-611-1	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	D-T BITUMINOSO	REGULAR	16,48
07-CO-1-11	P53-15-1	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	BUENO	31,43
07-CO-1-12	P53-15-14	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	0,22
07-CO-1-13	P53-15-15	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	0,67
07-CO-1-14	P53-15-3	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	BUENO	0,33

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-CO-1-15	P53-15-4	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	BUENO	0,67
07-CO-1-16	P53-15-17	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	0,19
07-CO-1-17	P53-15-6	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	BUENO	1,46
07-CO-1-18	P53-15-19	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	0,14
07-CO-1-19	P53-15-8	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	BUENO	0,70
07-CO-1-20	P53-15-21	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	1,44
07-CO-1-21	P53-15-22	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	BUENO	0,13
07-CO-1-22	P53-15-23	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	REGULAR	0,92
07-CO-1-23	P53-15-11	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	REGULAR	0,60
07-CO-1-24	P53-15-24	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	REGULAR	0,35
07-CO-1-25	P53-15-12	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	REGULAR	0,22

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-CO-1-26	P53-15-13	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	REGULAR	0,29
07-CO-1-27	P53-15-26	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	REGULAR	14,29
07-CO-1-28	P53-14-1	COTOPAXI	SIGCHOS	LAS PAMPAS	LASTRE	REGULAR	9,45
07-CO-1-29	P53-14-2	COTOPAXI	SIGCHOS	PALO QUEMADO	LASTRE	REGULAR	7,32
07-CO-1-30	P54-462-1	COTOPAXI	SIGCHOS	PALO QUEMADO	LASTRE	REGULAR	6,92

9.3.2.2. Corredor Prioritario Estratégico (2). Pujili - Latunga - Saquisilí - Sigchios

Corredor intercantonal que mejora las comunicaciones entre los cantones Pujili, Latunga, Saquisilí y Sigchios. De esta forma se produce la correcta articulación del territorio al unir las cabeceras cantonales Pujili, Saquisilí y Sigchios. Todo el territorio se verá favorecido por esta acción, además de los habitantes de los asentamientos humanos presentes a lo largo del corredor. Por último, centros educativos y de salud ubicados en el corredor verán aumentado su radio de influencia al disminuir los tiempos de viaje.

Figura 11. Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración propia

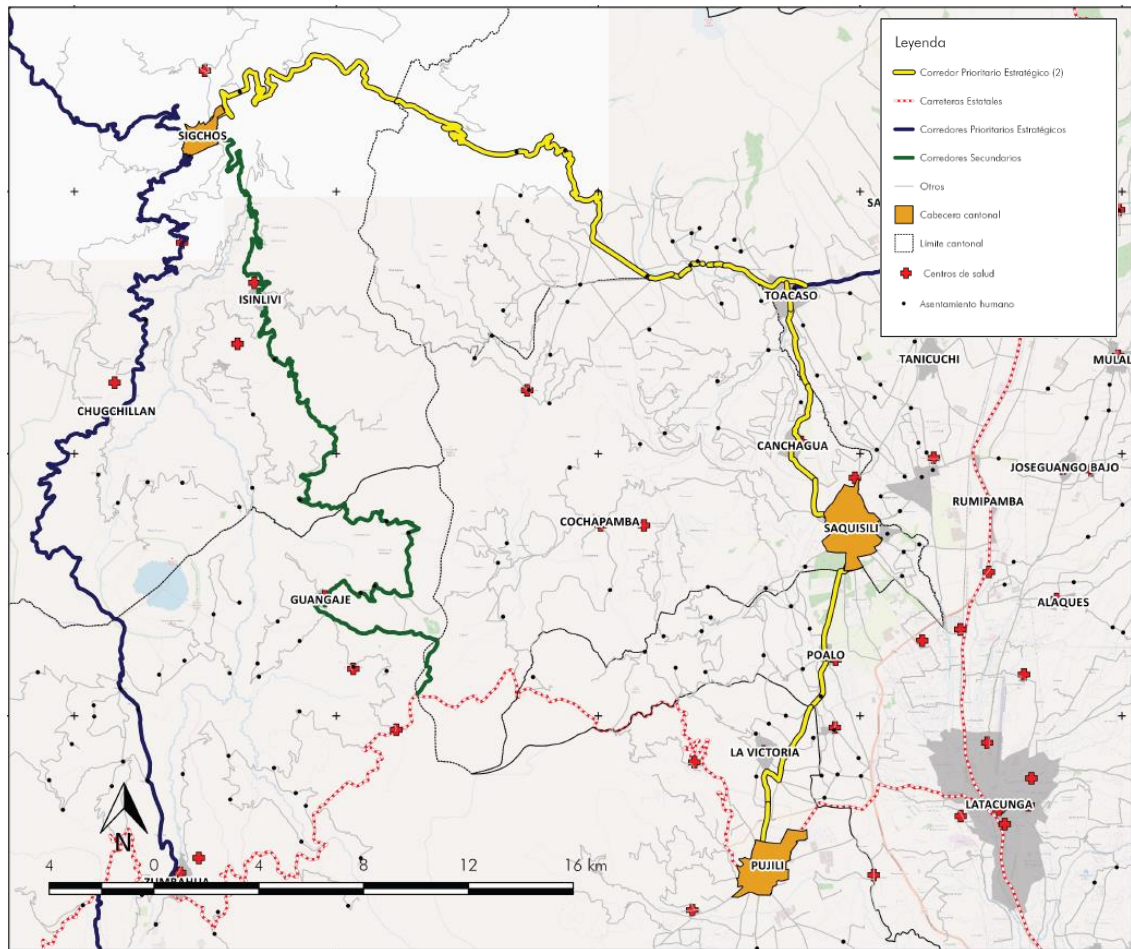


Tabla 42. Características Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Estado Superficial	Estado	Longitud (km)
07-C02-01	P52-607-5	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	P. FLEXIBLE	REGULAR	15,91
07-C02-02	P52-607-1	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	P. FLEXIBLE	REGULAR	19,75
07-C02-03	P53-19-9	COTOPAXI	SAQUISILÍ	CANCHAGUA	P. FLEXIBLE	BUENO	0,43
07-C02-04	P53-19-3	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	P. FLEXIBLE	BUENO	0,39

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Estado Superficial	Estado	Longitud (km)
07-C02-05	P53-19-14	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	P. FLEXIBLE	BUENO	0,21
07-C02-06	P53-19-13	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	P. FLEXIBLE	BUENO	0,03
07-C02-07	P53-19-5	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	P. FLEXIBLE	BUENO	0,26
07-C02-08	P53-19-11	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	P. FLEXIBLE	BUENO	0,36
07-C02-09	P53-19-1	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	P. FLEXIBLE	BUENO	3,44
07-C02-10	P53-13-1	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	SUELO NAT.	MALO	3,10
07-C02-11	P53-13-2	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	ADOQUIN	REGULAR	2,88
07-C02-12	P53-23-2	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	P. FLEXIBLE	REGULAR	1,67
07-C02-13	P53-23-1	COTOPAXI	SAQUISILI	SAQUISILI	P. FLEXIBLE	REGULAR	2,34
07-C02-14	P52-610-2	COTOPAXI	SAQUISILI	SAQUISILI	P. FLEXIBLE	MALO	1,58
07-C02-15	P52-610-4	COTOPAXI	LATACUNGA	POALO	P. FLEXIBLE	MALO	5,56
07-C02-16	P52-610-5	COTOPAXI	PUJILI	LA VICTORIA	LASTRE	BUENO	5,01

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Estado Superficial	Estado	Longitud (km)
07-C02-17	P52-610-1	COTOPAXI	PUJILI	PUJILI	P. FLEXIBLE	BUENO	2,22

9.3.2.3. Corredor Prioritario Estratégico (3).

Continuación del Corredor Prioritario Estratégico (2). Pujili – Latunga – Saquisilí – Sigchios que une Tocaso y San Juan de Pastocalle con la vía estatal E-35. Este corredor complementa al corredor anteriormente nombrado, dotando a este de una conexión con la carretera Panamericana.

Figura 12. Corredor Prioritario Estratégico (3). Elaboración propia

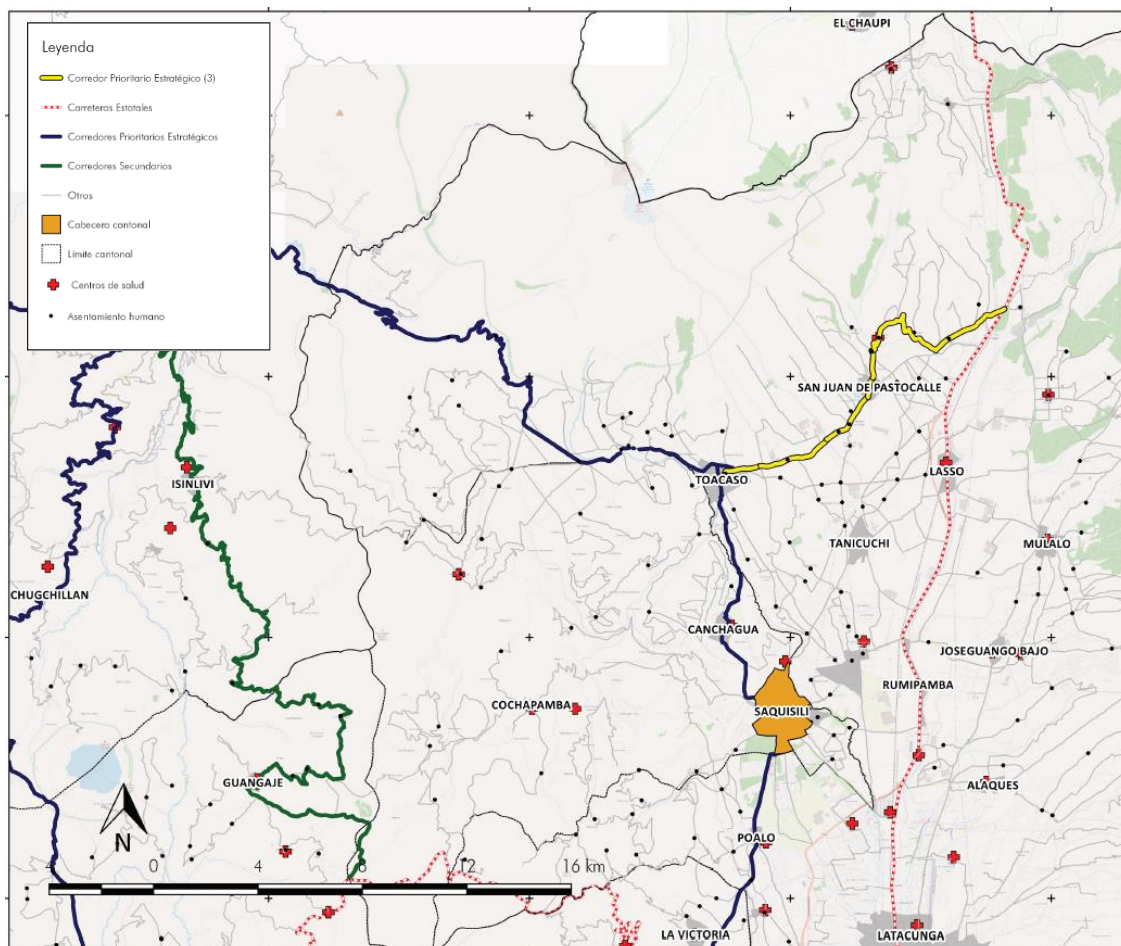


Tabla 43. Características Corredor Prioritario Estratégico (3). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
----	--------	-----------	--------	-----------	-----------------	--------	---------------

07-CO-3-01	P53-100-3	COTOPAXI	LATACUNGA	TOACASO	SUELO NATURAL	REGULAR	1,37
07-CO-3-02	P53-100-2	COTOPAXI	LATACUNGA	TANICUCHI	SUELO NATURAL	REGULAR	2,90
07-CO-3-03	P53-100-1	COTOPAXI	LATACUNGA	SAN JUAN DE PASTOCALLE	SUELO NATURAL	REGULAR	2,36
07-CO-3-04	P54-684-1	COTOPAXI	LATACUNGA	SAN JUAN DE PASTOCALLE	SUELO NATURAL	REGULAR	0,55
07-CO-3-05	P54-685-1	COTOPAXI	LATACUNGA	SAN JUAN DE PASTOCALLE	SUELO NATURAL	REGULAR	0,24
07-CO-3-06	P54-31-1	COTOPAXI	LATACUNGA	SAN JUAN DE PASTOCALLE	SUELO NATURAL	REGULAR	1,05
07-CO-3-07	P58-630-1	COTOPAXI	LATACUNGA	SAN JUAN DE PASTOCALLE	EMPEDRADO	REGULAR	7,89

9.3.3. Corredores Prioritarios Estratégicos

9.3.3.1. Corredor Secundario (1). El Corazón - La Mana

Corredor intercantonal que mejora las comunicaciones entre los cantones Pangua y la Mana. Además, favorece la articulación del territorio al conectar la cabecera cantonal El Corazón con la vía estatal E-30. Mejorando el acceso de la población de la localidad y de los asentamientos humanos presentes en el corredor a la capital provincial y por tanto a los servicios económicos, sociales, administrativos, ect que esta ofrece. Los centros educativos y de salud presentes sobre el corredor vana ver aumentado su radio de acción al verse acortados los tiempos de viaje.

Figura 13. Corredor Secundario (1). Elaboración propia

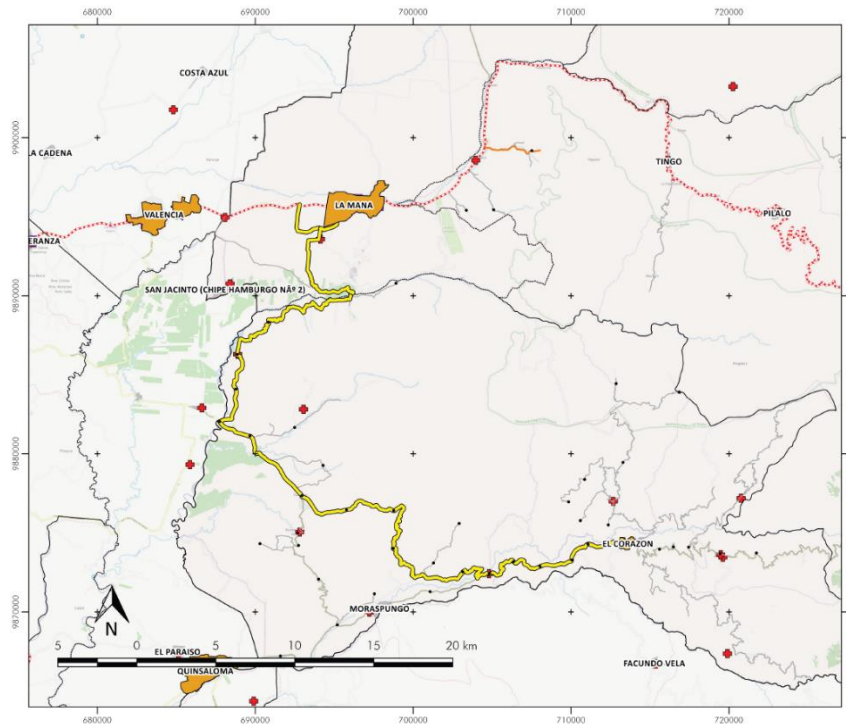


Tabla 44. Características Corredor Secundario (1). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-S01-01	P58-485-1	COTOPAXI	LA MANA	LA MANA	MIXTO	REGULAR	3,209435
07-S01-02	P52-609-1	COTOPAXI	LA MANA	LA MANA	LASTRE	REGULAR	9,134405
07-S01-03	P52-609-3	COTOPAXI	PANGUA	MORASPUNGO	LASTRE	MALO	47,22437
07-S01-04	P52-609-2	COTOPAXI	PANGUA	EL CORAZON	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	11,71464

9.3.3.2. Corredor Secundario (2). Sigchos - Pujili

Corredor intercantonal, mejora las comunicaciones entre los cantones Sigchos y Pujili. Además, crea un enlace desde la cabecera cantonal Sigchos con la vía estatal

E-30. Esto mejora la articulación del territorio del cantón Sigchos. Las poblaciones incluidas en el corredor, como Isinlivi y Guangaje, así como los habitantes de los asentamientos humanos ubicados en el corredor van a ver aumentada su accesibilidad a servicios sociales básicos.

Figura 14. Corredor Secundario (2). Elaboración propia

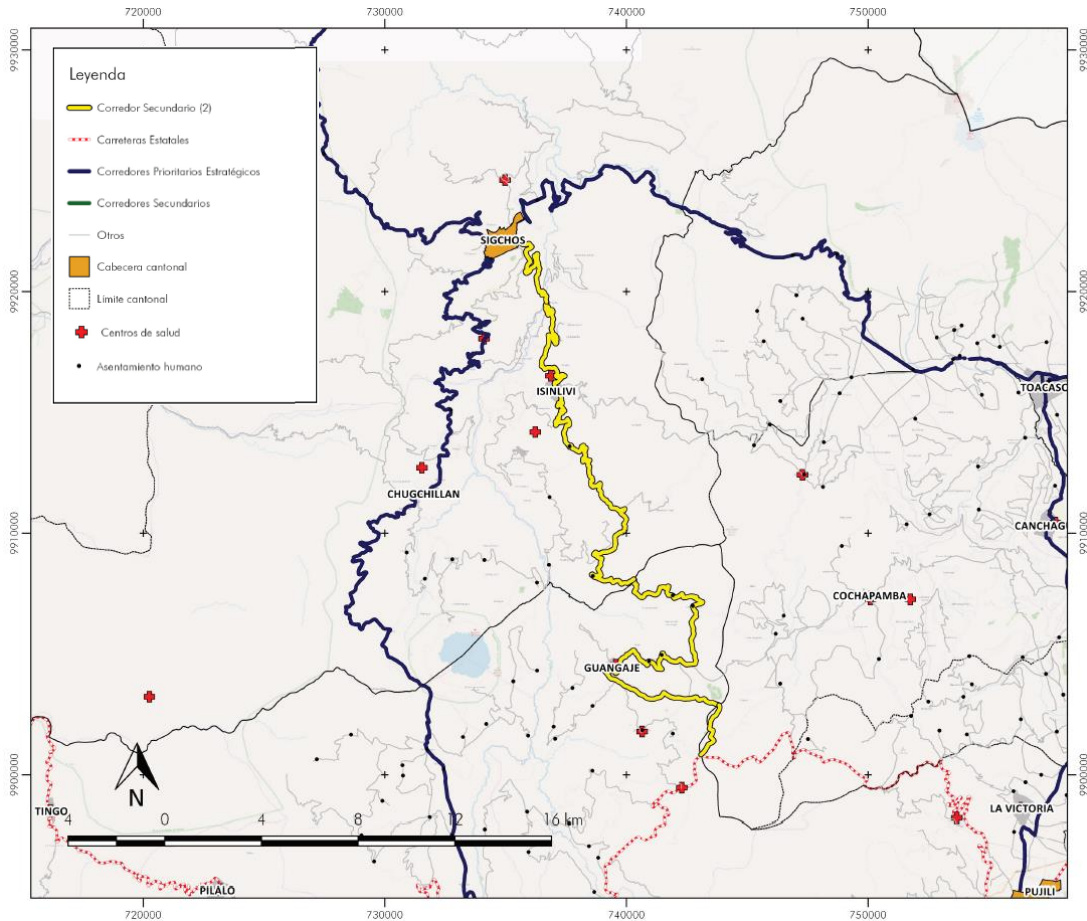


Tabla 45. Características Corredor Secundario (2). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-SO-2-01	P53-28-1	COTACACHI	SAQUISILÍ	COCHAPAMBA	LASTRE	REGULAR	2,61
07-SO-2-02	P53-28-3	COTACACHI	PUJILÍ	GUANGAJE	LASTRE	BUENO	6,64
07-SO-619-1	P53-619-1	COTACACHI	PUJILÍ	GUANGAJE	LASTRE	REGULAR	13,23

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
2-03							
07-SO-2-04	P53-619-3	COTOPAXI	SIGCHOS	ISINLIVI	SUELO NATURAL	MALO	24,86
07-SO-2-05	P53-619-2	COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	LASTRE	REGULAR	6,52

9.3.3.3. Corredor Secundario (3). San Miguel - Mulalillo

Este corredor mejora la articulación del cantón San Miguel al mejorar las conexiones con las poblaciones Cusubamba, Mulalillo y los asentamientos humanos presentes en la zona. De esta forma los habitantes del territorio ven aumentada su accesibilidad a los servicios ofrecidos por la cabecera cantonal San Miguel.

Figura 15. Corredor Secundario (3). Elaboración propia

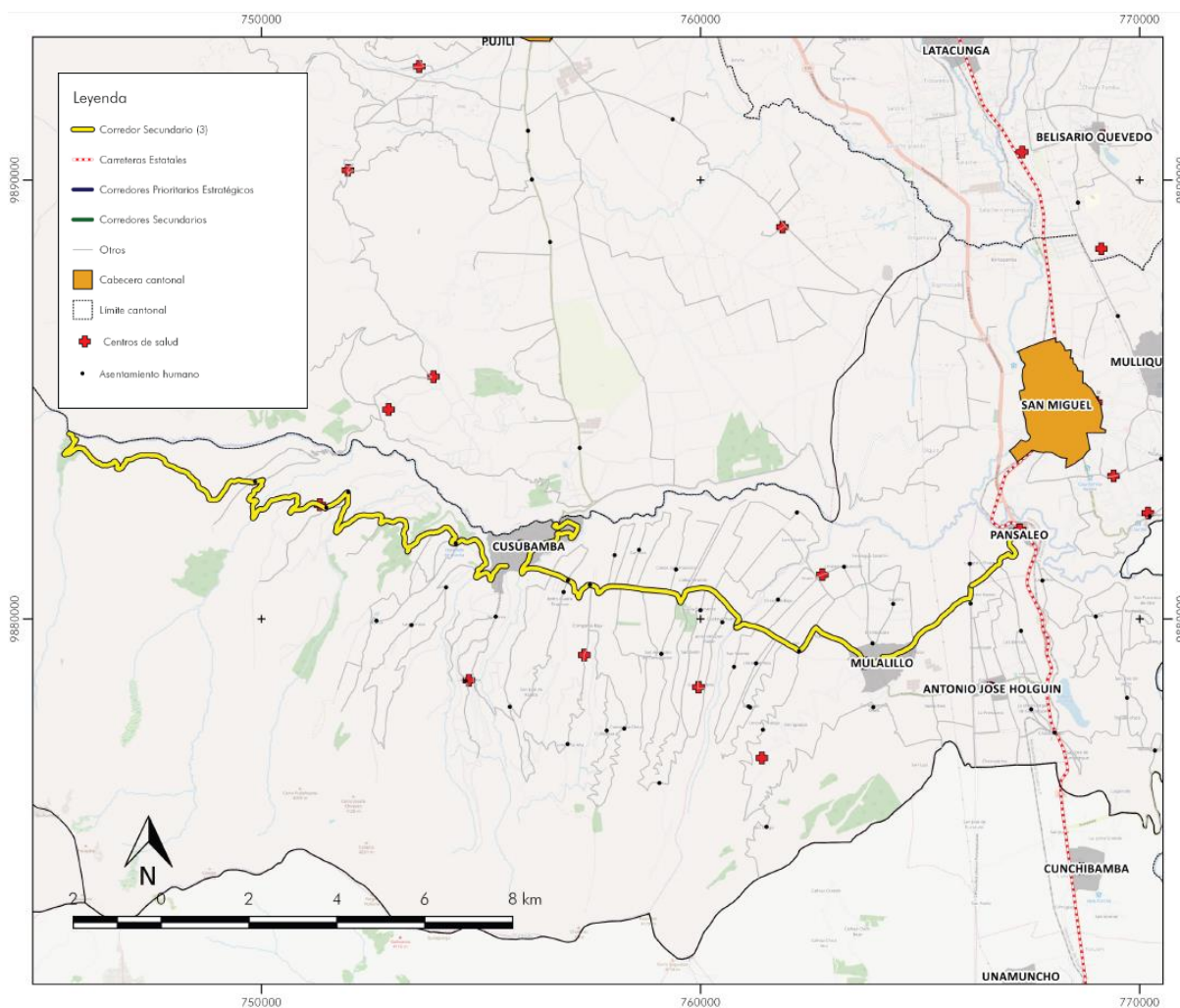


Tabla 46. Características Corredor Secundario (3). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-S03-01	P54-652-1	COTOPAXI	SALCEDO	CUSUBAMBA	EMPEDRADO	REGULAR	18,87
07-S03-02	P53-615-2	COTOPAXI	SALCEDO	CUSUBAMBA	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	9,30
07-S03-03	P53-615-3	COTOPAXI	SALCEDO	MULALILLO	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	3,97

07-S03-04	P53-479-2	COTOPAXI	SALCEDO	MULALILLO	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	3,00
07-S03-05	P53-479-3	COTOPAXI	SALCEDO	PANSALEO	PAVIMENTO FLEXIBLE	BUENO	2,22

9.3.3.4. **Corredor Secundario (3). La Mana - Pucayacu**

Corredor que mejora la articulación del cantón La Mana, dota de una mayor accesibilidad a los servicios ofrecidos por la cabecera cantonal a las localidades Suasaganda, Pucayacu a los asentamientos humanos presentes en la zona. Además, los centros educativos y de salud ubicados sobre el corredor verán aumentado su radio de influencia al verse reducidos los tiempos de viaje.

Figura 16. Corredor Secundario (3). Elaboración propia

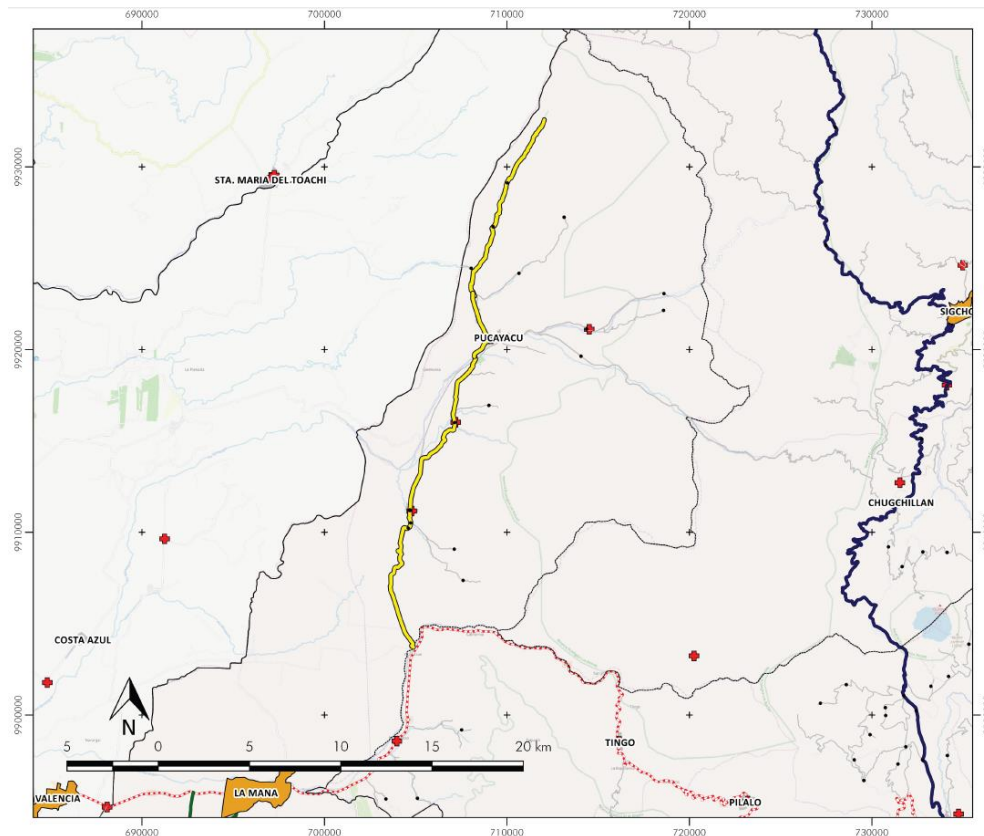


Tabla 47. Características Corredor Secundario (4). Elaboración Propia

ID	Código	Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo Superficie	Estado	Longitud (km)
07-S04-01	P53-29-1	COTOPAXI	LA MANA	GUASAGANDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	8,95
07-S04-02	P53-18-1	COTOPAXI	LA MANA	GUASAGANDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	10,08
07-S04-03	P53-18-2	COTOPAXI	LA MANA	PUCAYACU	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	1,46
07-S04-04	P55-645-1	COTOPAXI	LA MANA	PUCAYACU	LASTRE	MALO	11,16

10. BASES CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN DE CARRETERAS

El administrador de una Red Vial Provincial se ve obligado a responder una serie de cuestiones sobre las intervenciones que se deben realizar en la red vial a su

cargo y poder sustentar sus planteamientos sobre lo que se debe llevar a cabo, tener certeza que las inversiones planteadas son las mejores inversiones, que los proyectos tienen razón de ser. Por otra parte, la limitación en la disponibilidad presupuestal obliga a tener criterios de priorización y a conocer cuál es el impacto de las restricciones presupuestales en el futuro de la red.

La historia de las intervenciones en las redes viales presenta tres modalidades o grados de evolución en relación con el modo en cómo se deciden las inversiones.

En primer término, la realización de intervenciones en función de ir cubriendo las emergencias que se van presentando, esta modalidad usualmente implica grandes trabajos de restauración y reconstrucción y es denominada “Respuesta a la crisis”.

En segundo lugar, y con un grado superior en el modo de decisión, están aquellos proyectos que son determinados como respuesta a la condición de un sector de la red, y tiene además un estudio económico que lo justifica. El procedimiento llevado a cabo brinda certeza de que la decisión de invertir es adecuada para el tramo, pero deja dudas sobre si esa es la mejor inversión que se puede hacer en la Red Vial Provincial. Esta modalidad se denomina “Respuesta a la condición con estudio económico” y opera en función de las necesidades técnicas observadas, los niveles de servicio aceptables y los recursos disponibles.

Por último, se encuentra la modalidad denominada de “Eficiencia técnica y económica”, en esta modalidad se tienen en cuenta todos los tramos de la red vial y se determinan las intervenciones que se deben hacer con el objetivo de minimizar los costos totales del transporte para la sociedad. Este modelo permite pues no sólo saber que los niveles de intervención planteados para un tramo son adecuados, sino también tener certeza de que es la mejor intervención que se puede hacer en dicho tramo teniendo en cuenta las necesidades de toda la Red Vial Provincial.

10.1. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES

Los costos totales de transporte para la sociedad los componen los costos de la Agencia Vial (Provincia) y los costos de los usuarios de la carretera. Los costos de la Agencia por su parte los componen los costos de construcción, los costos de operación y mantenimiento y costos de funcionamiento, en tanto los costos de los usuarios están conformados por los costos de operación de los vehículos que circulan, el tiempo de los pasajeros y la carga, y los accidentes.

Los denominados “modelos de deterioro” permiten conocer cómo evolucionará en el transcurso del tiempo la condición de un pavimento. Esto es posible conocerlo para una multiplicidad de tipos de pavimentos, tipos de intervenciones, condiciones climáticas, condiciones de tránsitos etc.

El conocimiento de la evolución de la condición del pavimento hace posible determinar con buena aproximación en qué momento el pavimento llega al final de su vida útil, lo cual indica la necesidad de rehabilitarlo o hacer un mejoramiento, es decir, el modelo permite estimar las necesidades de inversión y mantenimiento.

Existen por otra parte modelos que permiten correlacionar los costos de los usuarios con la condición del pavimento, es decir para diferentes tipos de vehículos es posible conocer cuál es el consumo de combustible, lubricantes, neumáticos etc. Ello permite en cada año estimar cuales son los costos de operación de los usuarios del camino. Sabiendo la cantidad y tipo de vehículos que circulan por el camino y cuáles son los costos de estos para cada condición, es posible anualmente conocer los costos de los usuarios.

La conveniencia de un proyecto individual es determinada mediante su comparación con otras alternativas, todas las cuales deber ser comparadas con una alternativa de referencia denominada “alternativa base” o “situación sin proyecto”. El procedimiento para comparar dos alternativas de intervención es determinar cuál de ellas tiene menores costos totales para la sociedad. No obstante, debido a la limitación presupuestal, siempre se produce que la mejor condición de servicio de las vías ocasione los menores costos para los usuarios.

Posteriormente, resta solo evaluar qué opción representa menores costos para la sociedad en su conjunto, esto se hace determinando si los menores costos que tienen los usuarios por tener un pavimento de mejores condiciones de servicio superan a los mayores costos que tiene la agencia por hacer intervenciones más importantes, es decir, determinar si los beneficios superan a los costos.

Por lo tanto, para la planificación de intervenciones en una red vial, deben seleccionarse las alternativas para cada tramo de la red que combinada con las intervenciones en el resto de los tramos de la red maximizan los beneficios para la sociedad, en términos de ahorro de costes de operación (beneficios) versus costos de inversión para la agencia.

10.1.1. Planificación

El producto generado por la Planificación es un programa de intervenciones, esto es un listado de obras y actividades de mantenimiento en la red vial para los siguientes 15 años, dicho listado lo componen las intervenciones, su costo estimado e indicadores de desempeño esperado.

El Plan elaborado es una referencia que establece una visión de largo plazo, y con frecuencia es el instrumento para mostrar, con bases sólidas, las necesidades presupuestales ante quienes asignan presupuesto.

Los logros que se hagan en la gestión presupuestal determinarán ajustes en el Plan Vial y establecerán, por otra parte, un Programa de intervenciones para los siguientes 4 a 5 años.

En la fase de Programación es tenida en cuenta la disponibilidad presupuestal (recursos propios, aportes del gobierno central, financiamiento externo etc.) lo que permite tener certeza que las intervenciones planteadas cuentan (al menos en primera instancia) con los recursos para su ejecución.

El conocer el programa de intervenciones con una anticipación de hasta cuatro o cinco años determina que muchos de los procesos que usualmente dilatan el inicio de actividades o dificultan la ejecución de las mismas, puedan ser resueltos sin problema por tener identificadas las necesidades con suficiente antelación, los casos más frecuentes que se presentan son referidos al presupuesto, la preinversión, el diseño y la ejecución.

En relación con el presupuesto, la programación permite contar un presupuesto no sólo para el año inmediato posterior sino para los tres o cuatro años siguientes ya que se conocen las intervenciones, los montos estimados de las mismas y sus prioridades, lo cual habilita a gestionar las partidas presupuestales necesarias con tiempo suficiente.

Cabe aclarar que el proceso de planificación es continuo y debe (periódicamente) ser ajustado en función de los resultados en las intervenciones realizadas. Una variación en los precios de referencia o una modificación en los tiempos previstos que se realizarían las obras determinarán la necesidad de ajustar la planificación,

en tal sentido es importante destacar la trascendencia que tiene el hacer un adecuado seguimiento de los resultados obtenidos con las intervenciones en relación con los resultados que fueron previstos en la fase de planificación.

La preinversión es frecuentemente percibida como un proceso administrativo que atenta contra la ejecutividad en lugar de comprenderse que es un mecanismo que brinda certeza sobre la conveniencia de la inversión considerada, esa percepción está asociada a que usualmente el camino crítico para ejecutar una intervención pasa por la fase de preinversión. La planificación permite conocer con antelación los proyectos, lo cual habilita iniciar la fase de preinversión con la suficiente antelación como para que el camino crítico para el inicio de una intervención no pase por esta fase, permitiendo una adecuada verificación de pertinencia del proyecto sin afectar los tiempos.

Los tiempos demandados por las gestiones administrativas requeridas por el diseño de un proyecto vial en ocasiones, y en forma indirecta, atentan contra la calidad del diseño por acortarse (muchas veces en forma excesiva) los tiempos para el desarrollo del mismo. En este caso, como para la preinversión, el conocimiento con suficiente antelación de proyectos que son necesarios diseñar permite evitar extremos como los mencionados anteriormente.

En la fase de ejecución uno de los mecanismos que se encuentra con cierta frecuencia es la reducción al mínimo de los tiempos para la presentación de ofertas, el acortamiento de los tiempos determina incertidumbres en los oferentes, quienes en ocasiones no disponen del tiempo necesario para evaluar fehacientemente todos los requerimientos establecidos en los pliegos de condiciones, esto se traducen en mayores precios en las ofertas presentadas. Como en los procesos anteriores el conocer con anticipación los proyectos a licitar permite proveer a los contratistas e interventores el tiempo suficiente y adecuado para estudiar las ofertas a presentar.

10.1.2. Ciclo de proyecto

En términos generales el ciclo de proyecto para cada tramo de la red vial estará conformado por las fases de Planificación, Programación, Preinversión, Diseño, Ejecución (construcción, mantenimiento y operación y rehabilitación), Seguimiento y Evaluación.

El proyecto de un camino inicia cuando en la fase de planificación (anteriormente descrita) se identifican las intervenciones a realizar en el camino en un período de tiempo, sean estas de construcción, rehabilitación o mantenimiento. Las intervenciones en el camino forman parte de una lista de intervenciones en la red vial.

En función del momento para el cual se haya previsto la intervención y del tipo de intervención que se trate, se inicia el proceso de preinversión, mejorando las estimaciones que caracterizaron la intervención prevista en la fase de planificación y demostrando la conveniencia del proyecto.

Una vez otorgada la viabilidad al proyecto se realiza el diseño, el cual puede estar referido a construcción, mantenimiento o rehabilitación para finalmente licitar, adjudicar y por ejecutar el proyecto.

11. CRITERIO PARA PRIORIZACIÓN - MULTICRITERIO

Como se indicó en el capítulo 9 del presente documento, para la consecución de la proyección estratégica del Plan Vial se identificaron los ejes viales en función de

los nodos de desarrollo provincial, que permitan la movilidad/conectividad entre cabeceras cantonales y los principales nodos de desarrollo, las áreas de especialización productiva tomando en cuenta los principales productos y los principales mercados de destino y las áreas diferenciadas por sus accesos a servicios de educación y salud. La labor realizada permitió definir los **Corredores Estratégicos** de la provincia. Ello se realizó a través de la matriz multicriterio elaborada, la cual asignó a cada tramo homogéneo de la red provincial un peso logístico en función de los criterios explicados en dicho apartado. Ello supuso la caracterización de la red provincial.

Otros tramos identificados como muy relevantes en temas de logística y productividad, y que no formaban parte de un Corredor Estratégico, fueron categorizados como **Corredores Secundarios**.

Aquellos caminos que no son parte de Corredores Estratégicos ni de Corredores Secundarios fueron denominados **Otras Vías**.

La Red Vial Provincial será clasificada en las siguientes 3 categorías:

- Corredores estratégicos
- Corredores secundarios
- Otras vías

12. ESTRATEGIA PROVINCIAL

En función de los diferentes tipos de intervención necesarias se confeccionaron estrategias de intervención, es decir, combinaciones de diferentes tipos de intervenciones (de obra y mantenimiento) a realizar en tramos de ruta con características similares. (grupos estrategia).

Las estrategias varían desde aquellas con intervenciones mínimas hasta estrategias con grandes intervenciones.

Se plantearon distintas alternativas de intervención para cada “grupo estrategia”, se trata en todos los casos de tipos de intervenciones factibles de ejecutarse a nivel local.

Las alternativas de intervención en función del grupo de categorización determinado que se han planteado y analizado se presentan en los siguientes apartados.

12.1. CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS

Tabla 48. Estrategia planteada para Corredores Prioritarios Estratégicos.

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS	CA	CONSEVACIÓN CA	CPE_CA_E1	Mantenimiento rutinario
				Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
	Bacheo			
TB			CPE_TB_E1	Mantenimiento rutinario

		CONSERVACIÓN TB		Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
		Micropavimento		
		Bacheo		
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	MEJORA A TB + CONSERVACIÓN TB	CPE_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
Doble Trat. Bit. Sup. base estabilizada				
Bacheo				

Tabla 49. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Prioritarios Estratégicos (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZA	BACHE	RODER	FIS.	AREA	ROTUR	ESP	PERÍO
		m/	%	n°	m	%	%	n°	m	añ
CA	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 3.1 6								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0,4	ó	> 5					
	Slurry Seal					> 5				
	Bacheo			> 2						
TB	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 5					
	Micropavimento	> 3.1 6	ó	< 0,4		ó	> 5			6
	Bacheo			> 2						
GR (M)	Mantenimiento rutinario									1

Superficie	Actuación	IRI	ROZA	BACHE	RODER	FIS.	AREA	ROTUR	ESP	PERIÓ
		m/	%	nº/	m	%	%	nº/	m	añ
eje ra a TB)	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 5					
	Doble Trat. Bit. Sup. base estabilizada	> 3.16	ó	< 0,4		ó	> 5			
	Bacheo				> 2					

12.2. CORREDORES SECUNDARIOS

Tabla 50. Estrategia planteada para Corredores Secundarios.

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
CORREDORES SECUNDARIOS	CA	CONSERVACIÓN CA	CS_CA_E1	Mantenimiento rutinario
				Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
				Bacheo
	TB	CONSERVACIÓN TB	CS_TB_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminos Superficial
				Micropavimento
				Bacheo
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	CONSERVACIÓN GR	CS_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Recargo 10 cm
Perfilado (regularización)				
Bacheo				

Tabla 51. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Secundarios (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZAMI	BACHES	RODER	FIS.	AREA	ROTUR	ESP	PERÍODI
		m/ km	%	n°/	m	%	%	n°/	m	añ
C A	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 4. 75								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0, 4	ó	> 1 5					
	Slurry Seal					> 5				
	Bacheo			> 5						
T B	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminos Superficial				> 1 0					
	Micropavimento	> 4. 75	ó	< 0, 4		ó	> 5			
	Bacheo			> 5						
G R	Mantenimiento rutinario									1
	Recargo 10 cm								< 5 0	
	Perfilado (regularización)	> 7, 5								
	Bacheo									4

12.3. OTROS: RESTO DE LA RED

Tabla 52. Estrategia planteada para el Resto de la Red (Otros).

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
OTRO	CA		CS_CA_E1	Mantenimiento rutinario

		CONSERVACIÓN CA		Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
				Bacheo
	TB	CONSERVACIÓN TB	CS_TB_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminos Superficial
				Micropavimento
				Bacheo
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	CONSERVACIÓN GR	CS_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Recargo 10 cm
				Perfilado (regularización)
				Bacheo

Tabla 53. Niveles de calidad exigidos para el Resto de la Red - Otros (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZAMIENTO	BACHEO	RODER	FIS.	AREA	ROTUR	ESP	PERÍO
		m/km	%	nº	m	%	%	nº	m	año
CA	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 6.71								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0,35	ó	> 20					
	Slurry Seal					> 20				
	Bacheo				> 10					
TB	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminos Superficial				> 15					

Superficie	Actuación	IRI		ROZA		BACHE		RODER		FIS.		AREA		ROTUR		ESP		PERIÓ
		m	%	%	%	nº	m	%	%	nº	m	añ						
	Micropavimento	> 6. 71	ó	< 0, 35					ó	> 2 0								
	Bacheo					> 1 0												
G R	Mantenimiento rutinario																	1
	Recargo 10 cm															< 3 0		
	Perfilado (regularización)	> 8																
	Bacheo																	4

13. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA CON HDM-4

La creación de un Plan Plurianual de Conservación de pavimentos pasa por la elección equilibrada entre las actividades de Mantenimiento rutinario, Conservación Periódica y Mejoramiento o inversión:

- **Mantenimiento rutinario:** se realiza con carácter preventivo, de modo permanente, cuya finalidad es preservar los elementos de las vías, conservando las condiciones que tenía después de su construcción o rehabilitación. Entre las actividades habituales se encuentran labores de limpieza de la superficie, cunetas, encauzamientos, alcantarillas, roza de la vegetación, sellado de fisuras y grietas en calzada, parcheado de baches puntuales, etc.
- **Conservación periódica:** se realiza con carácter correctivo, es decir, como respuesta a un problema que ya se ha producido. No obstante, con el estudio profundo del pavimento, la aplicación de modelos matemáticos y personal técnico especializado es posible prever los problemas que se producirán, adelantarse a ellos y minimizar el riesgo del deterioro severo de las vías. El objetivo de la conservación periódica es recuperar las condiciones físicas de las vías deterioradas por el uso y evitar que se agraven los defectos, preservar las características superficiales y corregir defectos mayores puntuales de la carpeta asfáltica. Entre las actividades habituales se encuentran fresado y refuerzo de la carpeta asfáltica, micro-fresados, sellos asfálticos, etc.
- **Mejoramiento o inversión:** en ciertas ocasiones, debido a la importancia de la vía o a la estrategia elegida, vías existentes que presentan calidades bajas, como vías de tierra, lastre y ripio, es preferible realizar sobre las mismas un mejoramiento, realizando un salto de calidad significativo, consistente en el encarpado de la superficie con tratamiento bituminoso superficial o mezcla bituminosa, así como cambios en la anchura de la calzada, trazado o

reencauzamientos del drenaje longitudinal. Estas actividades ocasionan elevados costes a corto plazo, pero ayudan a reducir muy significativamente los costes futuros de la sociedad, aumentando la calidad de la red, confort de los usuarios, seguridad y competitividad.

El pavimento es el encargado de soportar toda la superestructura, tráfico y agentes exógenos de la carretera, por lo que una de las características más importantes del mismo es su Capacidad Estructural. No obstante, otros factores como el confort o la seguridad vial dependen en gran medida de las condiciones superficiales del firme. Para establecer una estrategia óptima de gestión de la conservación del pavimento a través de actuaciones de mejoramiento, conservación periódica y mantenimiento rutinario, es necesario conocer cómo se comporta el pavimento. De esta forma, será posible prever con más exactitud qué pasará a largo de la vida útil de explotación del mismo, lo que permitirá poder adelantarse a los problemas y definir una estrategia de conservación exitosa.

Como se ha mencionado ya anteriormente, para conocer y simular el comportamiento del firme de las vías se suele hacer uso de herramientas técnicas que disponen de los denominados Modelos de Deterioro del Pavimento (Pavement Deterioration Models). Los Modelos de Deterioro del Pavimento son modelos matemáticos que permiten estimar el comportamiento del mismo en base a unos determinados datos de entrada (input del sistema), que representan las características, estructura, estado y nivel de servicio de las vías reales.

Una de las herramientas más conocidas para la modelización del deterioro del pavimento es HDM-4 (Highway Development and Management System), del Banco Mundial – PIARC. Sus modelos están ampliamente reconocidos por la comunidad científica internacional en el ámbito de las carreteras y su utilización en más de 100 países lo avalan como sistema de referencia a nivel global.

13.1. FUNDAMENTOS DE HDM-4

HDM-4 (Highway Development and Management) es un software con una documentación asociada, que servirá como la principal herramienta para el análisis, la planificación, gestión y evaluación del mantenimiento, mejora y la toma de decisiones relacionadas con la inversión de carreteras. [Fuente PIARC].



Más en profundidad, HDM-4 es un modelo de simulación del comportamiento del ciclo de vida de las carreteras que considera las relaciones entre éstas, el ambiente y el tráfico dentro de una economía nacional o regional que determina la

composición y la estructura de costos de las variables. El modelo realiza un análisis detallado con base en los datos suministrados por el usuario.

13.2. METODOLOGÍA HDM-4

Según lo descrito anteriormente, a través de HDM-4 es preciso realizar análisis técnico-económicos de una red de carreteras y poder simular los resultados de una Estrategia de Mantenimiento, lo que se traduce en la definición de un Plan Plurianual de Inversiones. En el caso de este proyecto de la Red Provincial Vial del Ecuador, se disponía de todos los requisitos necesarios para ejecutar este tipo de análisis, por lo que se procedió a preparar los datos para poder llevarlo a cabo. A continuación, a lo largo del presente apartado se describe la metodología aplicada.

En primer lugar, hay que recordar el contexto general del proyecto y sus fases. De forma resumida, se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; posteriormente se realizó un diagnóstico de la Red Vial, para evaluar el estado actual de la misma; seguidamente, a partir de análisis GIS, se realizó una caracterización técnica, geopolítica, económica y logística, con el objetivo de evaluar la importancia global (peso) de cada una de las vías y tramos viales que conforman la Red; posteriormente, se llevó a cabo una categorización estratégica de ejes viales, agrupando las vías en tres grupos específicos (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otras vías), para poder llevar a cabo la Estrategia Provincial y satisfacer los lineamientos estratégicos y políticas de inversión. Llegados a este punto, es posible realizar un preparamiento de los datos necesarios para llevar a cabo la evaluación técnico-económica con HDM-4. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 17. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.



Para realizar análisis técnico-económicos con HDM-4, es necesario preparar los datos técnico-económicos necesarios para poder configurar el software. Para ello, se confecciona las BBDD requerida por HDM-4 con los datos reales de la Red Vial Provincial (red de carreteras); posteriormente, se deben configurar directamente en el software algunos parámetros que influyen en el estudio, como la caracterización de la flota vehicular parámetros del tránsito y clima; posteriormente, será necesario importar las BBDD elaboradas al interior del programa; además, será necesario configurar la Estrategia de Mantenimiento a aplicar, es decir, configurar las actividades de mantenimiento y mejora planteadas para la consecución de objetivos; subsiguientemente se realiza la configuración del estudio propiamente dicho; y, por último, se obtienen los resultados para su

presentación y posterior análisis. De forma esquemática, las etapas de esta fase de la metodología global del proyecto se resumen de la siguiente manera:

- Elaboración BBDD formato HDM-4: red de carreteras.
- Configuración parámetros influyentes en el análisis: flota vehicular, datos de tránsito y clima.
- Importación BBDD en HDM-4: red de carreteras.
- Configuración parámetros de estudio: años del análisis, método de optimización, unidades monetarias, selección del crecimiento de tránsito a aplicar, especificación de alternativas, etc.
- Obtención de resultados.

13.3. PARÁMETROS DE ENTRADA DE HDM-4

En este apartado se realiza una exposición de los parámetros y datos configurados en HDM-4 para la realización del análisis técnico-económico.

13.3.1. Red de carreteras

La BBDD de red de carreteras se genera a partir de la BBDD homologada realizada a partir del inventario de la Red Vial Provincial. Por tanto, los datos requeridos para correr HDM-4 deben obtenerse a partir de dichos datos reales. A continuación, se realiza una descripción de los parámetros más relevantes y de cómo se han obtenido.

13.3.1.1. Códigos y nomenclatura

A lo largo de la metodología general del proyecto, se ha utilizado como código único de cada tramo de vía, el denominado código auxiliar "COD_AUX". Por tanto, es coherente seguir utilizando este código también para el análisis técnico-económico de HDM-4.

Además, en la fase previa "Categorización estratégica de ejes viales", se agruparon las vías y tramos viales en función de su importancia económico-productiva y social, para lo que se generaron tres grupos diferenciados (corredores estratégicos prioritarios, corredores secundarios, resto de la red). Es por ello, que en el código de definición del tramo en HDM-4, se ha incluido también esta distinción. Además, en HDM-4 es de especial importancia identificar la naturaleza a nivel de pavimento de cada tramo, por lo que se ha incluido también este atributo en el nombre de cada tramo vial. De esta forma, el código de cada tramo vial en HDM-4 queda formado de la siguiente manera:

0001_01-C01-01_PO13-0230-2_GR

Donde:

- **0001**: id de la base de datos de carreras de HDM-4. Va de 0001 hasta el último valor de tramo vial en orden natural.
- **01-C01-01**: código del corredor. Se define como:
 - 01-: provincia
 - C01-: número del corredor de dicha provincia, donde:
 - C: corredor estratégico prioritario
 - S: corredor secundario
 - O: otros (resto de la red)
 - 01: número del tramo del corredor.

- **P013-0230-2**: código auxiliar del tramo vial.
- **GR**: tipo de pavimento. Se define como:
 - CA: concreto asfáltico.
 - TB: tratamiento bituminoso superficial.
 - GR: grava, tierra, ripio, etc., es decir, sin pavimentar.
 - HO: hormigón.

13.3.1.2. Características y condición del pavimento

En el inventario de la Red Vial Provincial se determinó el dato de **tipo de superficie** (TSUPERF), definido como Lastre, Tierra, Empedrado, D-T Bituminoso, Pavimento Flexible y Pavimento Rígido. Además, también se recogió el dato de **estado superficial** (campo ESUPERF), catalogado como Bueno, Regular o Malo. Además, se registraron los valores de **velocidad promedio** del tráfico (campo VELPROM), aspecto que puede relacionarse con la condición del pavimento. Y, por último, señalar que también se recogió el dato de **tipo de interconexión** (campo TIPOINTER), lo que ayuda a catalogar las vías en los siguientes grupos: asentamiento humano a asentamiento humano; cabecera parroquial rural a asentamiento humano; cantón a cantón; estatal con asentamiento humano; estatal con cabecera cantonal; estatal con cabecera parroquial; estatal con cabecera provincial; estatales; otros; parroquia rural a parroquia rural; provincia a provincia.

Con todo ello, es posible establecer una relación de criterios para establecer todos los parámetros requeridos por HDM-4.

Para el caso particular del IRI (International Roughness Index), parámetro de especial importancia que describe un estado de calidad general de la vía, pues en él se repercuten otros deterioros de manera indirecta, se aplican expresiones de tipo empírico que arrojan valores de regularidad en función de otro parámetro que sea medible con mayor facilidad.

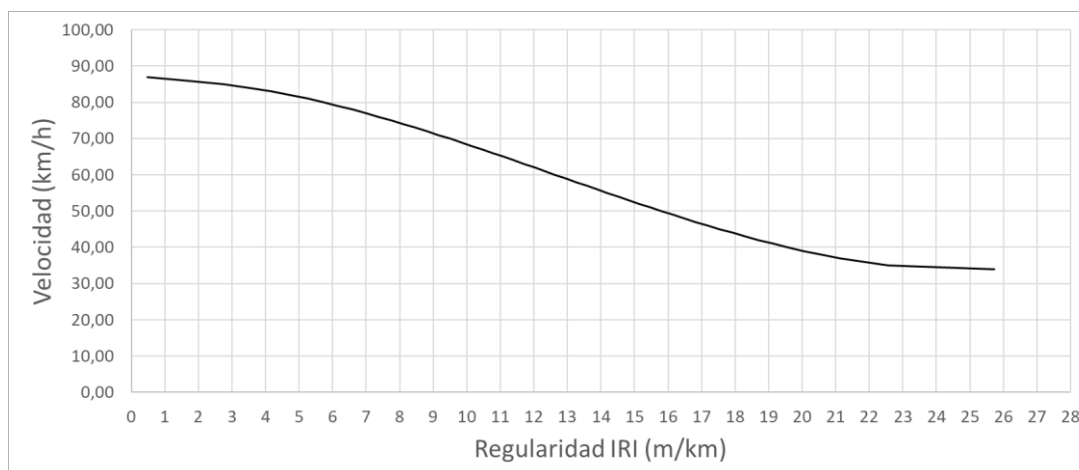
En el caso de caminos lastrados o que no tienen capa de rodadura asfaltada o de hormigón, existe el problema de medir adecuadamente el IRI, ya que este parámetro fue ideado para vías asfaltadas en principio.

De otro lado, el Banco Mundial junto a otros organismos, desarrollaron HDM y RED, este último como una solución para análisis de vías no pavimentadas y de bajo tráfico. En el modelo RED se trabaja con la siguiente expresión (Roads Economic Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial) que relaciona la velocidad de operación vehicular (km/h) con el IRI (m/km) de una vía:

$$v = 0.0073 (IRI)^3 - 0.2767(IRI)^2 + 0.2562(IRI) + 86.24$$

Figura 18. Relación de la regularidad IRI con la velocidad del vehículo en carreteras sin pavimentar. Elaboración propia a partir de Roads Economic

Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial.

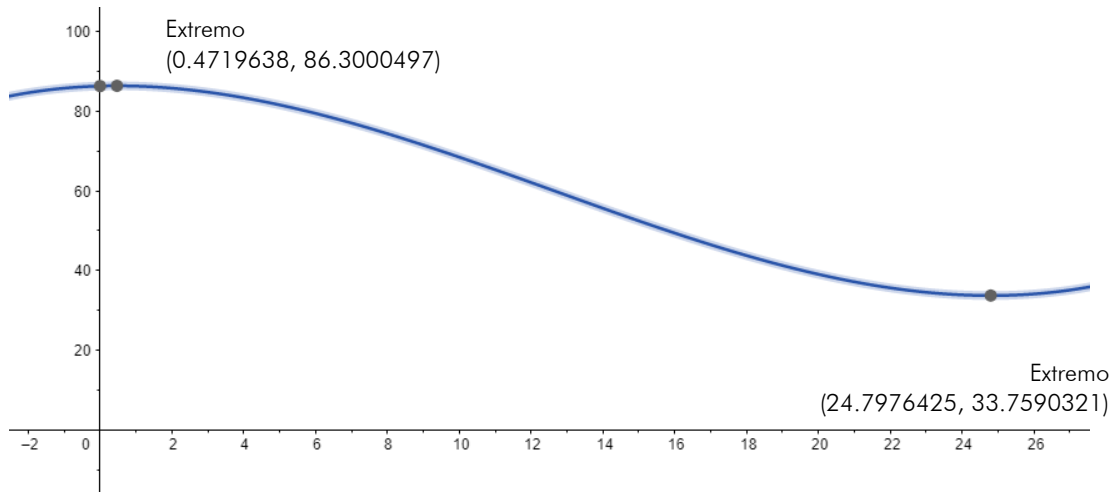


Hay que mencionar que la expresión anterior tiene ciertas limitaciones matemáticas, relacionadas con los extremos de la función. Realizando la derivada de la función e igualando a cero, se obtienen los máximos y mínimos, donde:

- Para una velocidad de $v=86.30$ km/h la función presenta un máximo. Este valor de velocidad equivale a un $IRI=0.47$ m/km. Además, el término independiente de la función 86.24 marca la intersección de la función con el eje de ordenadas, es decir un valor de $IRI=0$. Por tanto, matemáticamente, no va a ser posible obtener valores de IRI para velocidad superiores a estos valores. No obstante, y por razones técnicas, es recomendable evaluar la asignación de IRI bajo esta fórmula para valores de velocidad alta (del entorno de 85 km/h), ya que la función arroja valores de regularidad difícilmente alcanzables en la realidad en vías sin pavimentar.
- Por otro lado, para una velocidad de $v=33.76$ km/h, se alcanza el mínimo de la función, con un $IRI=24.80$ m/km. Es decir, matemáticamente no es posible obtener valores de IRI para velocidades inferiores a 33.76 km/h a través de esta fórmula.

Las limitaciones matemáticas anteriores se pueden observar con mayor claridad a través de la representación cartesiana de la función, la cual se muestra en las siguientes figuras.

Figura 19. Representación algebraica de la función $v=f(IRI)$, con la identificación de los extremos, máximo y mínimo local. Elaboración propia.



En el caso de las vías pavimentadas de concreto asfáltico y de tratamiento bituminoso, es posible obtener los valores de IRI a partir de la velocidad promedio (VELPROM) y el estado superficial (ESUPERF). Para ello se aplican las siguientes expresiones:

- Se considera el rango de PSI (Present Serviceability Index) de acuerdo al estado de la vía, según los siguientes valores:

Tabla 54. Relación entre el PSI y Condición

PSI	CONDITION
0-1	Very poor
1-2	Poor
2-3	Fair
3-4	Good
4-5	Very good

Se considera el estado de la superficie (ESUPERF) en función de sus cuatro valores (Bueno, Regular, Malo y no especificado), según la siguiente tabla:

Tabla 55. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF

PSI	CONDITION	ESUPERF
0-1	Very poor	Malo
1-2	Poor	Regular
2-3	Fair	Bueno
3-4	Good	
4-5	Very good	

Se considera la velocidad promedio (VELPROM) de acuerdo a los intervalos que se muestra:

Tabla 56. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM

PSI	CONDITION	ESUPERF	VELPROM
0-1	Very por	Malo	V<30
1-2	Poor	Regular	30<v<50
2-3	Fair	Bueno	50<V<90
3-4	Good		90<V<100
4-5	Very good		100<V

Cuando la ESUPERF no se haya especificado en la BBDD del Inventario Vial, se tomará en cuenta únicamente la velocidad VELPROM.

- Se calcula el valor de IRI para cada valor del PSI de los intervalos de velocidad mostrados y considerando el estado de la capa superficial de la vía, de acuerdo a las expresiones:

- Cuando $0 < IRI < 4700$ mm/km

$$PSI = 5 - \frac{14 \cdot IRI}{22100}$$

- Cuando $IRI > 4700$ mm/km

$$PSI = 5 \cdot e^{(0.198 - 0.000261 \cdot IRI)}$$

Para valores intermedios de velocidad en un intervalo dado, se calcula el valor intermedio de PSI de manera lineal en el intervalo donde aplique. Con el valor obtenido para PSI, se calcula el valor de IRI.

Los intervalos de IRI calculados para los intervalos de PSI considerando ESUPERF y VELPROM quedan de la siguiente manera:

Tabla 57. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM

PSI	CONDITION	ESUPERF	VELPROM	IRI (mm/km)	IRI (m/km)
0-1	Very por	Malo	V<30	$PSI = 5 - \frac{14 \cdot IRI}{22100}$	6.71<IRI
1-2	Poor	Regular	30<v<50		$\cdot e^{(0.198 - 0.000261 \cdot IRI)}$
2-3	Fair	Bueno	50<V<90	$PSI = 5 - \frac{14 \cdot IRI}{22100}$	3.16<IRI<4.74
3-4	Good		90<V<100		1.58<IRI<3.16
4-5	Very good		100<V		IRI<1.58

En el caso de las vías pavimentadas con hormigón, también es posible obtener los valores de IRI a partir de la velocidad promedio (VPROM) y del estado superficial (ESUPERF). Para ello se aplican las siguientes expresiones:

Se considera el rango de PSR (Present Serviceability Rating), de acuerdo al estado de la vía (Manual HDM, V6: Modelling Road Deterioration and Work Effects, sección C5. Roughness).

Tabla 58. Relación entre el PSR y la Condición

PSR	CONDITION
0-1	Very poor
1-2	Poor
2-3	Fair
3-4	Good
4-5	Very good

- Se considera el estado de la superficie (ESUPERF), esta variable puede tener cuatro valores: Bueno, Regular, Malo y no especificado.

Tabla 59. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF

PSR	CONDITION	ESUPERF
0-1	Very poor	Malo
1-2	Poor	Regular
2-3	Fair	Bueno
3-4	Good	
4-5	Very good	

- Se considera la velocidad (VELPROM) de acuerdo a los intervalos que se muestran:

Tabla 60. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM

PSR	CONDITION	ESUPERF	VELPROM
0-1	Very poor	Malo	$V < 30$
1-2	Poor	Regular	$30 < v < 50$
2-3	Fair	Bueno	$50 < V < 90$
3-4	Good		$90 < V < 100$
4-5	Very good		$100 < V$

- Se calcula el valor de IRI para cada valor de PSR de los intervalos de velocidad mostrados y considerando el estado de la capa superficial de la vía, de acuerdo a la expresión (Manual HDM, V6: Modelling Road Deterioration and Work Effects, sección C5. Roughness):

$$IRI = -3.67 \cdot \ln(0.2 \cdot PSR)$$

Para valores intermedios de velocidad en un intervalo dado, se calcula el valor intermedio de PSR de manera lineal en el intervalo que aplique. Con el valor obtenido para PSR, se calcula el valor de IRI.

Los intervalos de IRI calculados para los intervalos de PSR considerando ESUPERF y VELPROM quedan de la siguiente manera:

Tabla 61. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM

PSR	CONDITION	ESUPERF	VELPROM	IRI (mm/km)	IRI (m/km)
0-1	Very poor	Malo	V<30	$IRI = -3.67 \cdot \ln(0.2 \cdot PSR)$	5.90<IRI
1-2	Poor	Regular	30<v<50		3.36<IRI<5.90
2-3	Fair	Bueno	50<V<90		1.87<IRI<3.36
3-4	Good		90<V<100		0.81<IRI<1.87
4-5	Very good		100<V		IRI<0.81

Por otra parte, además de valores de la regularidad, HDM-4 requiere otros parámetros para la descripción del estado del pavimento, los cuales se describen en las siguientes tablas.

Tabla 62. Asignación de otros parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla I).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETRO	UNIDADES	Estatad-Cab. Provincial			Estatad-Cab. Cantonal		
			BUE NO	REG.	MAL O	BUE NO	REG.	MAL O
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	SFC	%/1	0.65	0.55	0.4	0.65	0.55	0.4
	TEXTURA	mm	0.85	0.75	0.65	0.85	0.75	0.65
	SN	cm	3.5	2.75	2	3,5	2.75	2
	ESPEJOR	mm	120	120	120	120	120	120
	BACHES	No/km	0	2	5	0	2	5
	FISURACIÓN TOTAL	%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
	FISURACIÓN ANCHA	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	FISURACIÓN TÉRMICA	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	PELADURAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	RODERAS	mm	0	5	10	0	5	10
	ROTURA DE BORDE	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
HORMIGÓN	ESPEJOR DE LOSA	mm	30	30	30	30	30	30
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	0	2,5	5	0	2,5	5
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETRO	UNIDADES	Estatad-Cab. Provincial			Estatad-Cab. Cantonal		
			BUE NO	REG.	MAL O	BUE NO	REG.	MAL O
	LOSAS AGRIETADAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	0	5	10	0	5	10
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRA DO)	ESPEJOR CAPA LASTRE	mm	NO APLICACA	NO APLICACA	NO APLICACA	NO APLICACA	NO APLICACA	NO APLICACA

Tabla 63. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla II).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Estatad-cab. Parroquial/Estatad-Asentad humano			Cantón-Cantón			Parroquia rural-Parroquia rural		
			BUE NO	REG.	MAL O	BUE NO	REG.	MAL O	BUE NO	REG.	MAL O
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	SFC (ROZAMIENTO)	º/1	0.65	0.55	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
	TEXTURA	mm	0.85	0.75	0.65	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6
	NUMERO ESTRUCTURAL	cm	3.5	2.75	2	3.5	2.75	2	3	2.5	2
	ESPEJOR	mm	120	120	120	120	120	120	80	80	80
	BACHES	No/km	0	2	5	3	6	10	5	10	15
	FISURACION TOTAL	%	2%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	FISURACION ANCHA	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	FISURACION TERMICA	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	PELADURAS	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	RODERAS	mm	0	5	10	5	10	15	5	15	20
ROTURA DE BORDE	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Estatad-cab. Parroquial/Estatad humano			Cantón-Cantón			Parroquia rural-Parroquia rural		
			BUE NO	REG G.	MAL O	BUE NO	REG G.	MA LO	BUE NO	REG G.	MA LO
HORMIGÓN	ESPEJOR DE LOSA	mm	30	30	30	25	25	25	25	25	25
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	0	2,5	5	1	5	10	5	10	15
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	0%	5%	10%	10%	15%	20%	10%	15%	20%
	LOSAS AGRIETADAS	%	0%	5%	10%	10%	15%	20%	15%	20%	25%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	0	5	10	10	15	20	10	15	20
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRADO)	ESPEJOR CAPA LASTRE	mm	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	150	100	50	150	100	50

Tabla 64. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla III).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Cab. Parr rural-Asent humano			Asent humano-Asent humano			Otro		
			BUE NO	REG G.	MAL O	BUE NO	REG G.	MA LO	BUE NO	REG G.	MA LO
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	SFC (ROZAMIENTO)	º/1	0.55	0.45	0.35	0.55	0.45	0.35	0.55	0.45	0.35
	TEXTURA	mm	0.75	0.65	0.55	0.7	0.55	0.4	0.6	0.45	0.3
	NUMERO ESTRUCTURAL	cm	3	2,5	2	3	2,5	2	2,5	2	1,5
	ESPEJOR	mm	80	80	80	80	80	80	50	50	50
	BACHES	No/km	5	10	15	5	15	20	10	15	20
	FISURACION TOTAL	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Cab. Parr rural-Asent humano			Asent humano-Asent humano			Otro		
			BUE NO	RE G.	MA LO	BUE NO	RE G.	MA LO	BUE NO	RE G.	MA LO
	FISURACION ANCHA	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	FISURACION TERMICA	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	PELADURAS	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	RODERAS	mm	10	15	20	15	20	25	15	20	25
	ROTURA DE BORDE	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
HORMIGÓN	ESPESOR DE LOSA	mm	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	5	10	15	5	10	15	10	17,5	25
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	15%	20%	25%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	LOSAS AGRIETADAS	%	15%	20%	25%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	15	20	25	15	20	25	15	20	25
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRADO)	ESPESOR CAPA LASTRE	mm	150	100	50	150	100	50	100	62,5	25

13.3.1.3. Tráfico (TPDA)

En el inventario de la Red Vial Provincial se determinó el dato para cada tramo vial del conteo de vehículos en base al tráfico observado. A partir de este dato, es necesario aplicar los **factores de estacionalidad** pertinentes para la correcta obtención del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) y poder así introducir el volumen de tráfico en HDM-4. Además, el conteo se realizó por tipo de vehículo, por lo que en HDM-4 será posible introducir el TPDA por tipo de vehículo, lo que confiere una mayor precisión al estudio.

La expresión y los factores de estacionalidad a aplicar sobre el tráfico observado (To) que figura en la BBDD homologada del inventario de la Red Vial Provincial, son los siguientes:

$$TPDA = To \cdot FH \cdot FD \cdot FS \cdot FM$$

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual (vh/día)

To: tráfico observado

FH: factor de tráfico horario

FD: factor de tráfico diario

FS: factor de horario semanal

FM: factor de horario mensual

Respecto al FH, se le ha asignado un valor del 5%, tomado como variación de tráfico horario en las redes viales provinciales de acuerdo con su naturaleza; respecto a FD y FS, ambos toman un valor del 0%, valor recomendado por el CONGOPE dada la forma en la que fueron recopilados los datos para la base de datos disponible y utilizada en el presente estudio; respecto al FM, pese a que el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Públicas) dispone de datos por provincia para este factor, no es posible establecer uno debido a que no se dispone de datos de fechas de cuándo fueron realizados los conteos de tráfico observado. Por lo tanto, se establecerá un valor del 0% para el factor mensual.

Con todo lo anterior y aplicando la fórmula, se aumentará el valor de To (tráfico observado) un 5% del valor registrado en la BBDD del Inventario de la Red Vial Provincial.

Respecto a las **proyecciones de tráfico futuro**, según datos proporcionados por el CONGOPE y por el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Públicas), atienden a los siguientes valores, de forma general a nivel nacional:

- Livianos: aumento interanual del 4%
- Buses: aumento interanual del 3.5%
- Caminos: aumento interanual del 5%

Además, en aquellos tramos en los que se realiza una actividad de mejora en el escenario optimista dentro del grupo de corredores estratégicos prioritarios, consistente en pavimentar las carreteras de tierra, ripio o empedradas, se ha considerado que se produce un aumento del tránsito del 50% durante el primer año de puesta en servicio, entendido como **tráfico generado** debido a la mejora. En los años sucesivos de operación, el incremento interanual atiende a los valores anteriormente mencionados de 4%, 3.5% y 5% para los vehículos livianos, buses y camiones, respectivamente.

13.3.2. Flota vehicular

Los principales (cuando no los únicos) beneficios considerados en la metodología de evaluación utilizada por el HDM-4 son aquellos resultantes de los menores costos de operación vehicular y tiempo de viaje. Para redes con tránsito importantes de vehículos estos costos son muy superiores a los montos de la inversión realizada en obras y mantenimiento.

Resulta esencial que toda la información referida a la flota sea lo más precisa posible, tanto la correspondiente a la caracterización de los vehículos, los volúmenes de tránsito y las tasas de crecimiento esperadas.

Con respecto a los parámetros que caracterizan la flota vehicular se han utilizado los aportados en las siguientes tablas.

Tabla 65. Parque vehicular – características básicas y peso promedio. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Espacio equivalente Veh. Pasajeros PCSE	Nº de ruedas (nº/vh)	Nº ejes (nº/veh)	Tipo de neumáticos	Nº de renovaciones (nº)	Costo renovación (%)	Ejes equivalentes 8.16 ton ESALF (nº/vh)	Peso bruto operación (ton)
Automóviles	1.00	4	2	Radial	-	-	0.005	0.50
Camioneta	1.00	4	2	Radial	-	-	0.005	1.00
Buses	2.00	6	2	Diagonal	1.3	43.8	0.584	10.00
Camiones C2	3.00	6	2	Diagonal	1.3	43.8	4.468	18.00
Camiones C3	2.00	10	3	Diagonal	1.3	45.0	4.343	27.00
Camiones C5	2.60	18	5	Diagonal	1.3	45.0	7.421	47.00

Tabla 66. Parque vehicular – costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Método de vida	Kilometraje anual (km/año)	Horas trabajadas por año (h/año)	Vida útil promedio (años)	Uso privado (%)	Nº de tripulantes (nº/vh)	Nº de pasajeros (nº/vh)	Viajes de trabajo (%)
Automóviles	Constante	18000	1300	8.00	75.00	-	2.70	75.00
Camioneta	Constante	30000	1300	10.00	36.00	-	2.60	64.00
Buses	Óptimo	70000	2070	10.00	-	2.00	20.00	75.00
Camiones C2	Óptimo	70000	1750	12.00	-	1.00	-	-
Camiones C3	Óptimo	86000	2050	14.00	-	1.00	-	-

Tipos de vehículos Motorizados	Método de vida	Kilometraje anual (km/año)	Horas trabajadas por año (h/año)	Vida útil promedio (años)	Uso privado (%)	Nº tripulantes (nº/vh)	Nº pasajeros (nº/vh)	Viajes trabajo (%)
Camiones C5	Óptimo	86000	2050	14.00	-	1.00	-	-

Tabla 67. Parque vehicular - costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Vehículo nuevo (USD /vh)	Neumático nuevo (USD /vh)	Combustible gasolina (USD/l)	Combustible diesel (USD/l)	Aceite lubricante (USD /l)	Mano obra mant. (USD /h)	Salario tripulación (USD /h)	Fijo al año (USD /año)	Capital (%)
Automóviles	8472	78.64	0.383	-	5.34	7.74	1.24	281	8.00
Camioneta	12271	119.13	0.383	-	5.34	7.74	1.24	376	8.00
Buses	65089	200.00	-	0.270	5.42	12.92	9.61	845	8.00
Camiones C2	47720	243.00	-	0.270	5.42	12.92	8.80	1569	8.00
Camiones C3	96863	243.48	-	0.270	5.42	12.92	8.85	1931	8.00
Camiones C5	117793	250.00	-	0.270	5.42	12.92	8.85	2776	8.00

Tabla 68. Parque vehicular - costo del tiempo. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Pasajero trabajando (USD/h)	Pasajero no trabajando (USD/h)	Carga (USD/h)
Automóviles	2.10	0.90	-
Camioneta	2.10	0.90	-
Buses	2.10	0.90	-
Camiones C2	-	-	0.05
Camiones C3	-	-	0.05
Camiones C5	-	-	0.05

13.3.3. Costo de las intervenciones consideradas

Los costos de las obras y el mantenimiento determinan el monto de la inversión que se hará, por tal motivo resulta un aspecto crítico. Los costos fueron proporcionados por CONGOPE en base a los costos referenciales del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 69. Costo de las intervenciones consideradas de conservación, mejoramiento y mantenimiento rutinario. Fuente datos suministrados por el CONGOPE.

COSTE DE ACTUACIONES REFERENCIALES MTOP (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS)			PROVINCIA TIPO			
Tipo	Superficie	Detalle	ECONÓMICO	FINANCIERO	UNIDAD	
CONSERVACIÓN	CA	Mantenimiento rutinario	\$ 319.35	\$ 391.84	KM*AÑO	
		Recapeo 4 cm	\$ 4.48	\$ 5.50	m ²	
		Fresado 3 cm + reposición 3 cm	\$ 3.74	\$ 4.60	m ²	
		Slurry	\$ 1.12	\$ 1.37	m ²	
		Bacheo	\$ 117.12	\$ 143.70	m ³	
	TB	Mantenimiento rutinario	\$ 530.16	\$ 650.50	KM*AÑO	
		Doble tratamiento superficial	\$ 2.43	\$ 2.98	m ²	
		Tratamiento superficial	\$ 1.79	\$ 2.20	m ²	
		Bacheo	\$ 117.12	\$ 143.70	m ²	
	GR	Mantenimiento rutinario	\$ 1544.63	\$ 1895.26	KM*AÑO	
		Recargo 10 cm	\$ 6.29	\$ 7.72	m ³	
		Perfilado (regularización)	\$ 0.24	\$ 0.29	m ²	
		Bacheo	\$ 6.29	\$ 7.72	m ³	
	MEJORAMIENTO	GR	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial	\$ 3.24	\$ 3.98	m ²
			Doble Tratamiento Bituminoso Superficial sobre base estabilizada con emulsión	\$ 4.56	\$ 5.59	m ²

14. PLAN PLURIANUAL DE INVERSIONES - RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON HDM-4

Siguiendo la metodología general del proyecto, la siguiente fase es realizar un Plan Plurianual de Inversiones como parte final de los aspectos operativos del mismo.

Figura 20. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Plan Plurianual de Inversiones. Elaboración propia.



Para ello, se han determinado los requerimientos presupuestales de la Red Vial Provincial para un horizonte de 15 años usando HDM-4.

Fueron modelados dos escenarios presupuestales, un Escenario 1 dónde se establecieron intervenciones diferenciales en la red vial según se trataba de “Corredores Estratégicos”, “Corredores Secundarios” u “Otras Vías”. Por otro lado, se modeló un Escenario 2 en el cual se evaluaron alternativas que determinan la realización de las intervenciones de conservación y mejoras económicamente más rentables y en las cuales no se prioriza ni mejora la condición de la red por su importancia ni consideraciones estratégicas o geopolíticas.

Para cada tramo homogéneo se modeló el comportamiento de la carretera frente a diferentes tipos de intervenciones planteadas en las estrategias y se determinó, para un horizonte de 15 años la necesidad de inversión, así como la necesidad de mantenimiento (y sus costos asociados), para cada uno de los tres grupos (corredores estratégicos prioritarios, corredores secundarios y otros).

De forma simultánea el modelo calcula los costos de operación vehicular (costos de los usuarios) en función de la condición del pavimento, lo que permite evaluar las diferencias entre los ahorros de coste de la sociedad que, computándolos contra los gastos de la agencia, es posible determinar la rentabilidad de las alternativas, expresadas a través de los indicadores económicos TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto)³.

A continuación, se indican para cada uno de los escenarios considerados una síntesis de los resultados, los cuales se pueden ver en forma detallada en sus anexos correspondientes.

14.1. ESCENARIO DESEABLE

El Escenario 1 (en adelante E1) busca no solo permitir la transitabilidad de la Red Vial Provincial, sino jerarquizar y priorizar aquellas vías que son corredores estructurantes dentro de dicha red. Por ello, se han planteado estrategias con tipos de intervención y niveles de calidad diferentes para los “Corredores estratégicos”, “Corredores secundarios” y “Otros caminos”.

Los Anexos 4 y 5 muestran el detalle de las intervenciones en cada tramo de la red, obtenido a través de HDM-4. Cabe aclarar que la fecha y tipo de intervención

³ Se ha empleado una tasa de descuento de 12%.

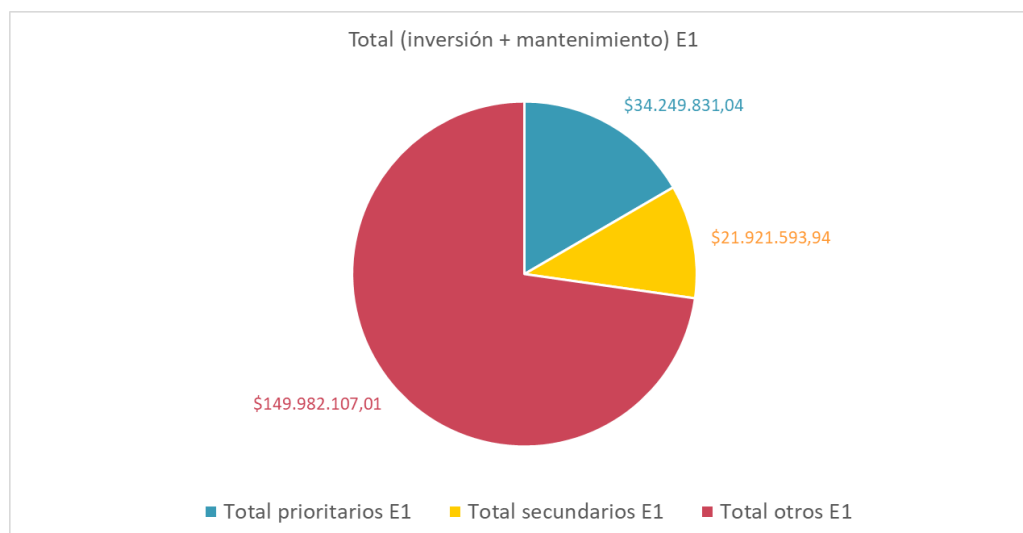
resultante de un estudio de este tipo permiten establecer meramente una fecha referencial y una tipología de inversión, la obra a realizar deberá ser producto de un estudio específico.

En la tabla y en la figura que se presentan a continuación, se muestran los requerimientos presupuestales anuales y quinquenales para cada uno de los grupos de estrategia (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otros (resto de la red)) que satisfacen los umbrales de calidad y planteamiento estratégico del E1.

Tabla 70. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total prioritarios E1		Total secundarios E1		Total otros E1	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 6.576.160,32		\$ 3.019.981,03		\$ 26.543.421,98	
2020	\$ 1.453.794,51		\$ 430.564,24		\$ 5.796.978,19	
2021	\$ 1.453.794,51	\$ 12.391.338,36	\$ 1.710.460,52	\$ 7.551.428,71	\$ 6.069.117,17	\$ 59.777.990,71
2022	\$ 1.453.794,51		\$ 852.648,49		\$ 12.249.194,10	
2023	\$ 1.453.794,51		\$ 1.537.774,43		\$ 9.119.279,27	
2024	\$ 1.453.794,51		\$ 799.642,02		\$ 5.873.179,43	
2025	\$ 3.668.950,08		\$ 821.565,91		\$ 7.173.356,94	
2026	\$ 1.453.794,51	\$ 9.807.852,18	\$ 1.896.000,38	\$ 6.559.444,70	\$ 10.178.628,98	\$ 40.949.145,91
2027	\$ 1.453.794,51		\$ 416.068,70		\$ 10.213.011,64	
2028	\$ 1.777.518,57		\$ 2.626.167,69		\$ 7.510.968,92	
2029	\$ 1.516.643,65		\$ 516.350,32		\$ 7.401.277,99	
2030	\$ 3.868.070,69		\$ 2.197.277,96		\$ 12.020.100,89	
2031	\$ 3.718.822,42	\$ 12.050.640,50	\$ 1.824.808,26	\$ 7.810.720,53	\$ 7.957.472,59	\$ 49.254.970,39
2032	\$ 1.493.309,23		\$ 2.752.623,80		\$ 13.607.054,25	
2033	\$ 1.453.794,51		\$ 519.660,19		\$ 8.269.064,67	
Total	\$ 34.249.831,04	\$ 34.249.831,04	\$ 21.921.593,94	\$ 21.921.593,94	\$ 149.982.107,01	\$ 149.982.107,01

Figura 21. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



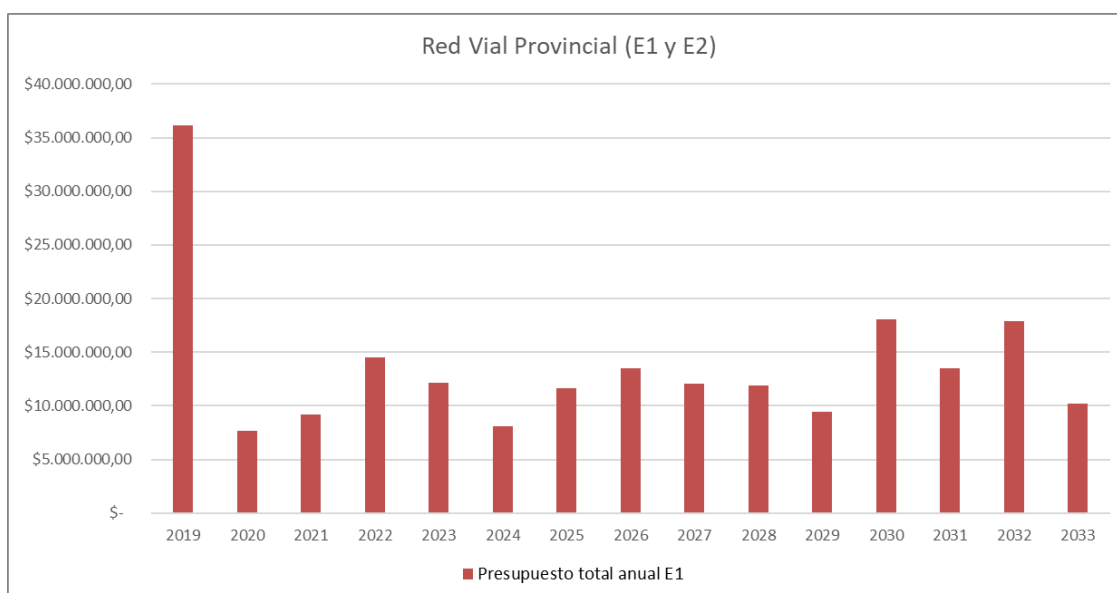
Puede apreciarse, que el mayor requerimiento presupuestal es en “otros caminos”, lo que denota que la política de promoción de corredores estratégicos y secundarios no afecta de modo sensible a los recursos totales del sector.

En cuanto al desglose entre mantenimiento e inversión se han obtenido los resultados de la siguiente tabla, donde puede observarse que en ocasiones, dependiendo del año, el requerimiento en mantenimiento es superior al de inversión-conservación, pero analizado desde el punto de vista quinquenal, es notable el esfuerzo en inversión a realizar en el primer período.

Tabla 71.Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red – E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 30.079.302,97		\$ 6.060.260,36		\$ 36.139.563,33	
2020	\$ 1.621.076,58		\$ 6.060.260,36		\$ 7.681.336,94	
2021	\$ 3.173.111,84	\$ 49.419.455,98	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 9.233.372,20	\$ 79.720.757,78
2022	\$ 8.495.376,74		\$ 6.060.260,36		\$ 14.555.637,10	
2023	\$ 6.050.587,85		\$ 6.060.260,36		\$ 12.110.848,21	
2024	\$ 2.066.355,60		\$ 6.060.260,36		\$ 8.126.615,96	
2025	\$ 5.603.612,57		\$ 6.060.260,36		\$ 11.663.872,93	
2026	\$ 7.468.163,51	\$ 27.015.140,99	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 13.528.423,87	\$ 57.316.442,79
2027	\$ 6.022.614,49		\$ 6.060.260,36		\$ 12.082.874,85	
2028	\$ 5.854.394,82		\$ 6.060.260,36		\$ 11.914.655,18	
2029	\$ 3.374.011,60		\$ 6.060.260,36		\$ 9.434.271,96	
2030	\$ 12.025.189,18		\$ 6.060.260,36		\$ 18.085.449,54	
2031	\$ 7.440.842,91	\$ 38.815.029,62	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 13.501.103,27	\$ 69.116.331,42
2032	\$ 11.792.726,92		\$ 6.060.260,36		\$ 17.852.987,28	
2033	\$ 4.182.259,01		\$ 6.060.260,36		\$ 10.242.519,37	
Total	\$ 115.249.626,59	\$ 115.249.626,59	\$ 90.903.905,40	\$ 90.903.905,40	\$ 206.153.531,99	\$ 206.153.531,99

Figura 22. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red – E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



Como puede apreciarse en el gráfico anterior, donde se muestra el presupuesto total requerido (mantenimiento + inversión) en el E1, el primer año coincidente con la “puesta a punto” de la red, resulta ser el año más exigente desde el punto de vista económico tanto a corto, como a medio, como a largo plazo. Ello se debe a las actividades de mejora de las vías pertenecientes a la categoría “corredores principales estratégicos”, planteadas este escenario, consistentes en pavimentar aquellas vías que actualmente no lo están y pertenecen a dicha categoría; pero también se debe al mal estado actual en que se presentan las vías de toda la red de forma generalizada. Esto ocasiona que sea necesario actuar de inmediato el primer año en prácticamente toda la red, lo que conlleva unos requerimientos presupuestales a corto plazo muy altos, para así poder reducirlos casi a la mitad en el medio y corto plazo, si lo que se desea es mantener unos umbrales de calidad altos (es decir, una condición excelente).

En cuanto a la calidad media que se consigue obtener aplicando las políticas planteadas en este primer escenario, son, de forma descriptiva y analizando los resultados obtenidos con HDM-4 (ver detalles en Anexo 5), las siguientes:

- Corredores prioritarios estratégicos: 100% de las vías pavimentadas en concreto asfáltico y tratamiento bituminoso superficial, con una regularidad media aproximada de 3 m/km, la cual presenta gran uniformidad durante los 15 años evaluados, debido a la efectividad del mantenimiento preventivo efectuado sobre este tipo de vías asfaltadas.
- Corredores secundarios: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 6.5 m/km, la cual presenta una variación de 3 1 m/km en función del año.
- Otros, resto de la red: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 7 m/km, la cual presenta una variación de 3 1 m/km en función del año.

14.2. ESCENARIO MÍNIMO

El Escenario 2 (en adelante E2) pretende reducir el coste en inversiones, pero sin reducir excesivamente la calidad de la Red Provincial. Para ello se suprimen las intervenciones “Mejora: de camino sin pavimentar a vía con Tratamiento Bituminoso Superficial” del E1, aplicando en este caso para los caminos sin pavimentar las alternativas y niveles de calidad correspondientes a los Corredores Secundarios para este tipo de vías. Esto permite reducir los erguimientos presupuestales del primer grupo categorizado (corredores principales estratégicos), casi a la mitad del monto.

Para los corredores secundarios se reduce el nivel de calidad o nivel de exigencia, lo que se traduce en un peor nivel de calidad de las vías que en el E1 y, consecuentemente, una reducción de los requerimientos en inversión.

En cuanto al grupo otros caminos (resto de la red), como ya descrito, se le han exigido también umbrales de calidad menores que en el E1, por lo que la calidad de las vías disminuye y, por consiguiente, sus requerimientos presupuestales.

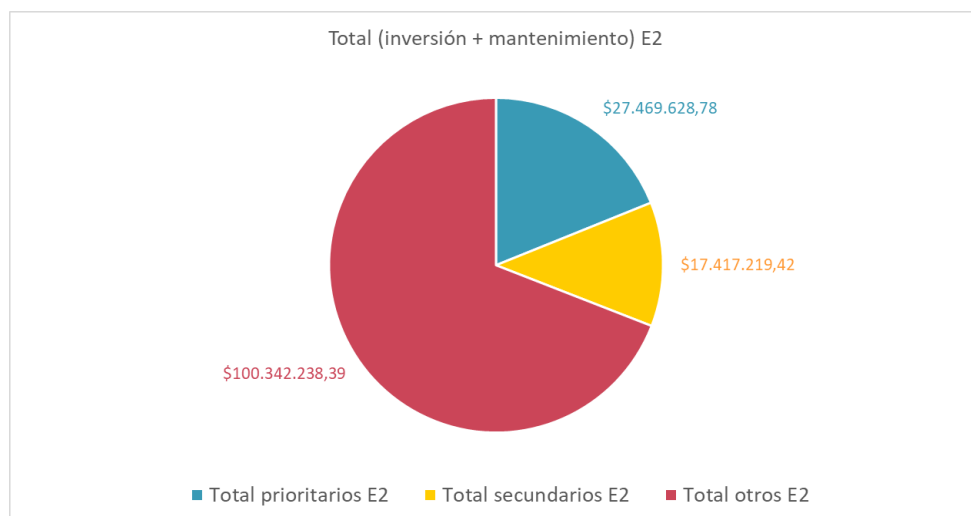
En la tabla y en la figura que se presentan a continuación, se muestran los requerimientos presupuestales anuales y quinquenales para cada uno de los grupos de estrategia (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otros (resto de la red)) que satisfacen los umbrales de calidad y planteamiento estratégico del E2.

Tabla 72. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total prioritarios E2		Total secundarios E2		Total otros E2	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 4.611.900,40	\$ 9.300.574,13	\$ 1.953.669,34	\$ 5.244.568,98	\$ 6.599.570,32	\$ 33.232.713,18
2020	\$ 888.508,99		\$ 713.453,62		\$ 10.216.987,80	

	Total prioritarios E2		Total secundarios E2		Total otros E2	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2021	\$ 1.177.997,35		\$ 512.224,01		\$ 5.900.940,04	
2022	\$ 1.412.757,01		\$ 1.487.001,31		\$ 5.027.320,88	
2023	\$ 1.209.410,38		\$ 578.220,70		\$ 5.487.894,14	
2024	\$ 1.943.931,48		\$ 1.069.544,16		\$ 7.346.263,38	
2025	\$ 852.338,14		\$ 638.960,37		\$ 6.248.039,28	
2026	\$ 2.536.632,44	\$ 9.482.776,92	\$ 1.701.402,96	\$ 6.192.000,34	\$ 8.177.298,92	\$ 33.627.110,26
2027	\$ 713.752,96		\$ 1.445.629,04		\$ 5.200.890,14	
2028	\$ 3.436.121,90		\$ 1.336.463,81		\$ 6.654.618,54	
2029	\$ 790.998,26		\$ 699.439,23		\$ 6.694.267,51	
2030	\$ 3.017.749,01		\$ 1.623.895,69		\$ 6.047.362,66	
2031	\$ 713.752,96	\$ 8.686.277,73	\$ 1.262.409,64	\$ 5.980.650,10	\$ 4.976.725,05	\$ 33.482.414,95
2032	\$ 3.361.776,35		\$ 1.579.882,03		\$ 9.366.420,27	
2033	\$ 802.001,15		\$ 815.023,51		\$ 6.397.639,46	
Total	\$ 27.469.628,78	\$ 27.469.628,78	\$ 17.417.219,42	\$ 17.417.219,42	\$ 100.342.238,39	\$ 100.342.238,39

Figura 23. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



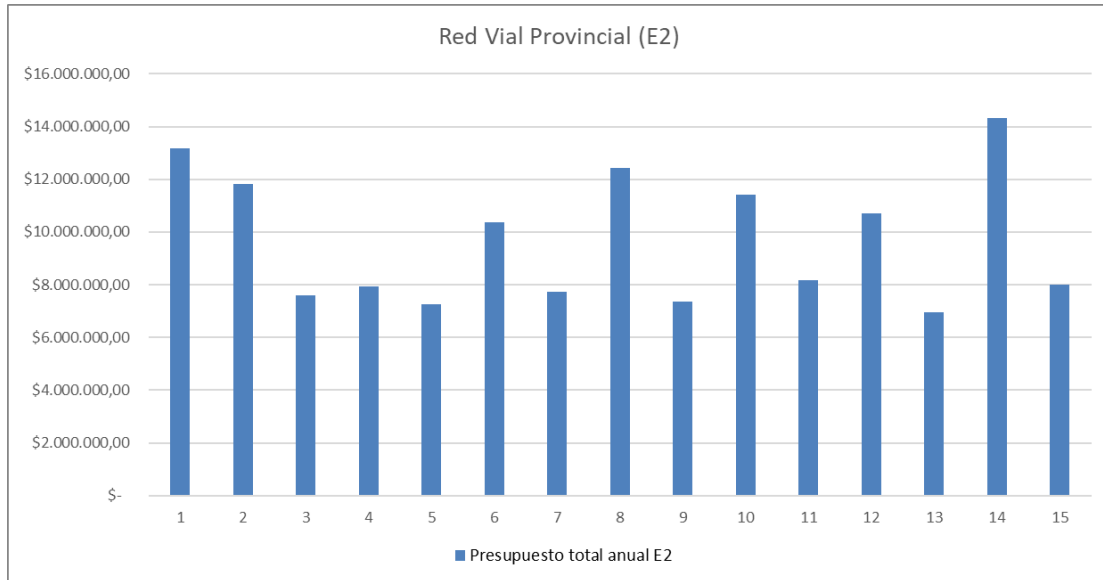
Al igual que en el E1, puede apreciarse, que el mayor requerimiento presupuestal es en “otros caminos”, lo que denota que la política de promoción de corredores estratégicos y secundarios no afecta de modo sensible a los recursos totales del sector.

En cuanto al desglose entre mantenimiento e inversión se han obtenido los resultados de la siguiente tabla, donde puede observarse el requerimiento en mantenimiento es siempre superior al de inversión-conservación, siendo este menos de un 50% respecto al mantenimiento rutinario.

Tabla 73. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 7.104.879,70		\$ 6.060.260,36		\$ 13.165.140,06	
2020	\$ 5.758.690,05		\$ 6.060.260,36		\$ 11.818.950,41	
2021	\$ 1.530.901,04	\$ 17.476.554,49	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 7.591.161,40	\$ 47.777.856,29
2022	\$ 1.866.818,84		\$ 6.060.260,36		\$ 7.927.079,20	
2023	\$ 1.215.264,86		\$ 6.060.260,36		\$ 7.275.525,22	
2024	\$ 4.299.478,66		\$ 6.060.260,36		\$ 10.359.739,02	
2025	\$ 1.679.077,43		\$ 6.060.260,36		\$ 7.739.337,79	
2026	\$ 6.355.073,96	\$ 19.000.585,72	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 12.415.334,32	\$ 49.301.887,52
2027	\$ 1.300.011,78		\$ 6.060.260,36		\$ 7.360.272,14	
2028	\$ 5.366.943,89		\$ 6.060.260,36		\$ 11.427.204,25	
2029	\$ 2.124.444,64		\$ 6.060.260,36		\$ 8.184.705,00	
2030	\$ 4.628.747,00		\$ 6.060.260,36		\$ 10.689.007,36	
2031	\$ 892.627,29	\$ 17.848.040,98	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 6.952.887,65	\$ 48.149.342,78
2032	\$ 8.247.818,29		\$ 6.060.260,36		\$ 14.308.078,65	
2033	\$ 1.954.403,76		\$ 6.060.260,36		\$ 8.014.664,12	
Total	\$ 54.325.181,19	\$ 54.325.181,19	\$ 90.903.905,40	\$ 90.903.905,40	\$ 145.229.086,59	\$ 145.229.086,59

Figura 24. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



Como puede apreciarse en el gráfico anterior, donde se muestra el presupuesto total requerido (mantenimiento + inversión) en el E2, la reducción en los umbrales de calidad en todos los grupos de categorías, hace que se requiera una inversión inicial mucho menor (corto plazo), lo que permite equilibrar los requerimientos presupuestales de manera casi lineal, eso sí, con un empeoramiento de calidad de las vías.

Precisamente, en cuanto a la calidad media que se consigue obtener aplicando las políticas planteadas en este segundo escenario, son, de forma descriptiva y analizando los resultados obtenidos con HDM-4 (ver detalles en Anexo 5), las siguientes:

- Corredores prioritarios estratégicos: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 5 m/km, la cual presenta variaciones de 3 1 m/km en función del año.
- Corredores secundarios: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 7.5 m/km, la cual presenta una variación de 3 1.5 m/km en función del año.
- Otros, resto de la red: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 10 m/km, la cual presenta una variación de 3 3 m/km en función del año.

14.3. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

En el siguiente apartado se pretende ofrecer una visión gráfica comparativa y desglosada de los resultados sobre los requerimientos presupuestarios obtenidos para los planteamientos anteriormente descritos: Escenario 1 (E1) y el Escenario 2 (E2).

14.3.1. **Corredores prioritarios estratégicos.**

Tabla 74. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios – E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - prioritarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 5.862.407,36		\$ 713.752,96		\$ 6.576.160,32	
2020	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
2021	\$ 740.041,55	\$ 8.822.573,56	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 1.453.794,51	\$ 12.391.338,36
2022	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
2023	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
2024	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
2025	\$ 2.955.197,12		\$ 713.752,96		\$ 3.668.950,08	
2026	\$ 740.041,55	\$ 6.239.087,38	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 1.453.794,51	\$ 9.807.852,18
2027	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
2028	\$ 1.063.765,61		\$ 713.752,96		\$ 1.777.518,57	
2029	\$ 802.890,69		\$ 713.752,96		\$ 1.516.643,65	
2030	\$ 3.154.317,73		\$ 713.752,96		\$ 3.868.070,69	
2031	\$ 3.005.069,46	\$ 8.481.875,70	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 3.718.822,42	\$ 12.050.640,50
2032	\$ 779.556,27		\$ 713.752,96		\$ 1.493.309,23	
2033	\$ 740.041,55		\$ 713.752,96		\$ 1.453.794,51	
Total	\$ 23.543.536,64	\$ 23.543.536,64	\$ 10.706.294,40	\$ 10.706.294,40	\$ 34.249.831,04	\$ 34.249.831,04

Tabla 75. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - prioritarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 3.898.147,44		\$ 713.752,96		\$ 4.611.900,40	
2020	\$ 174.756,03		\$ 713.752,96		\$ 888.508,99	
2021	\$ 464.244,39	\$ 5.731.809,33	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 1.177.997,35	\$ 9.300.574,13
2022	\$ 699.004,05		\$ 713.752,96		\$ 1.412.757,01	
2023	\$ 495.657,42		\$ 713.752,96		\$ 1.209.410,38	
2024	\$ 1.230.178,52		\$ 713.752,96		\$ 1.943.931,48	
2025	\$ 138.585,18		\$ 713.752,96		\$ 852.338,14	
2026	\$ 1.822.879,48	\$ 5.914.012,12	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 2.536.632,44	\$ 9.482.776,92
2027	\$ -		\$ 713.752,96		\$ 713.752,96	
2028	\$ 2.722.368,94		\$ 713.752,96		\$ 3.436.121,90	
2029	\$ 77.245,30		\$ 713.752,96		\$ 790.998,26	
2030	\$ 2.303.996,05		\$ 713.752,96		\$ 3.017.749,01	
2031	\$ -	\$ 5.117.512,93	\$ 713.752,96	\$ 3.568.764,80	\$ 713.752,96	\$ 8.686.277,73
2032	\$ 2.648.023,39		\$ 713.752,96		\$ 3.361.776,35	
2033	\$ 88.248,19		\$ 713.752,96		\$ 802.001,15	
Total	\$ 16.763.334,38	\$ 16.763.334,38	\$ 10.706.294,40	\$ 10.706.294,40	\$ 27.469.628,78	\$ 27.469.628,78

Figura 25. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

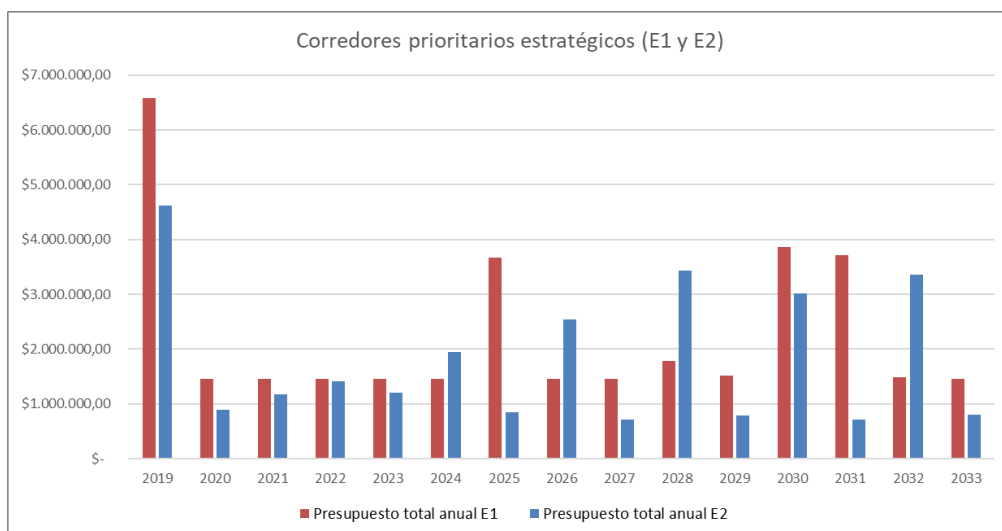


Tabla 76. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 6.576.160,32	\$ 4.611.900,40
2020	\$ 8.029.954,83	\$ 5.500.409,39
2021	\$ 9.483.749,34	\$ 6.678.406,74
2022	\$ 10.937.543,85	\$ 8.091.163,75
2023	\$ 12.391.338,36	\$ 9.300.574,13
2024	\$ 13.845.132,87	\$ 11.244.505,61
2025	\$ 17.514.082,95	\$ 12.096.843,75
2026	\$ 18.967.877,46	\$ 14.633.476,19
2027	\$ 20.421.671,97	\$ 15.347.229,15
2028	\$ 22.199.190,54	\$ 18.783.351,05
2029	\$ 23.715.834,19	\$ 19.574.349,31
2030	\$ 27.583.904,88	\$ 22.592.098,32
2031	\$ 31.302.727,30	\$ 23.305.851,28
2032	\$ 32.796.036,53	\$ 26.667.627,63
2033	\$ 34.249.831,04	\$ 27.469.628,78

Figura 26. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

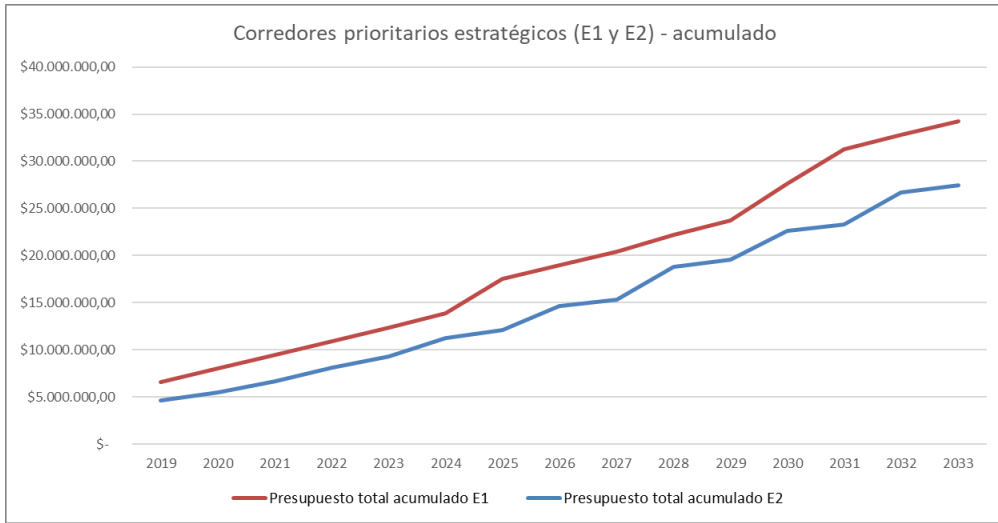


Tabla 77. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - prioritarios			
Ahorro inversión por quinquenio			
	ahorro E1-E2		%
2019-2023	\$ 3.090.764,23	\$	35%
2024-2028	\$ 325.075,26	\$	5%
2029-2033	\$ 3.364.362,77	\$	40%
total	\$ 6.780.202,26	\$	29%

Figura 27. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

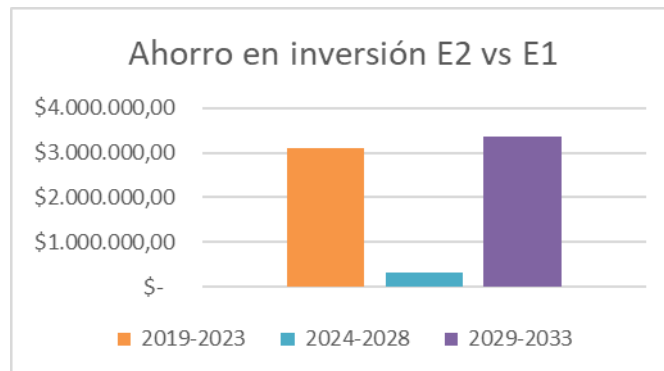
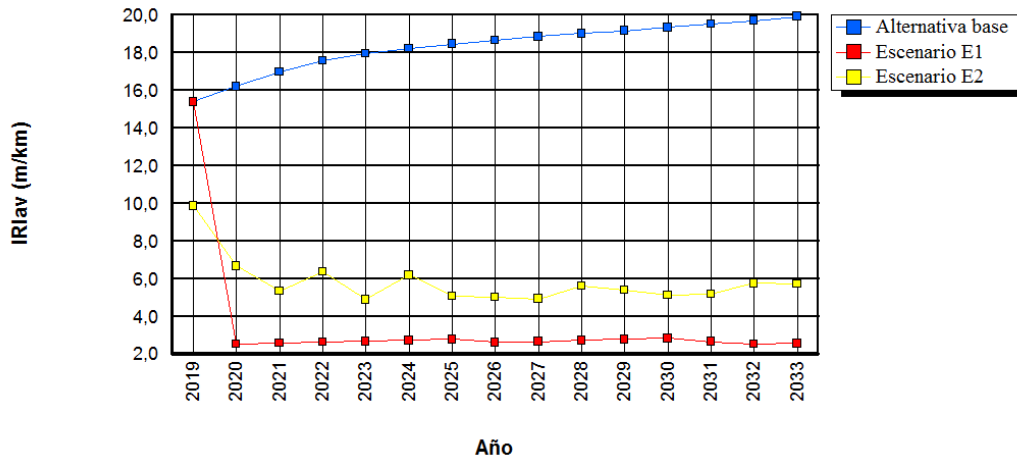


Figura 28. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad

Irregularidad promedio por proyecto (IRlav)
(ponderado por longitud de tramo)



14.3.2. **Corredores secundarios**

Tabla 78. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - secundarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 2.603.912,33		\$ 416.068,70		\$ 3.019.981,03	
2020	\$ 14.495,54		\$ 416.068,70		\$ 430.564,24	
2021	\$ 1.294.391,82	\$ 5.471.085,21	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 1.710.460,52	\$ 7.551.428,71
2022	\$ 436.579,79		\$ 416.068,70		\$ 852.648,49	
2023	\$ 1.121.705,73		\$ 416.068,70		\$ 1.537.774,43	
2024	\$ 383.573,32		\$ 416.068,70		\$ 799.642,02	
2025	\$ 405.497,21		\$ 416.068,70		\$ 821.565,91	
2026	\$ 1.479.931,68	\$ 4.479.101,20	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 1.896.000,38	\$ 6.559.444,70
2027	\$ -		\$ 416.068,70		\$ 416.068,70	
2028	\$ 2.210.098,99		\$ 416.068,70		\$ 2.626.167,69	
2029	\$ 100.281,62		\$ 416.068,70		\$ 516.350,32	
2030	\$ 1.781.209,26		\$ 416.068,70		\$ 2.197.277,96	
2031	\$ 1.408.739,56	\$ 5.730.377,03	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 1.824.808,26	\$ 7.810.720,53
2032	\$ 2.336.555,10		\$ 416.068,70		\$ 2.752.623,80	
2033	\$ 103.591,49		\$ 416.068,70		\$ 519.660,19	
Total	\$ 15.680.563,44	\$ 15.680.563,44	\$ 6.241.030,50	\$ 6.241.030,50	\$ 21.921.593,94	\$ 21.921.593,94

Tabla 79. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - secundarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 1.537.600,64		\$ 416.068,70		\$ 1.953.669,34	
2020	\$ 297.384,92		\$ 416.068,70		\$ 713.453,62	
2021	\$ 96.155,31	\$ 3.164.225,48	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 512.224,01	\$ 5.244.568,98
2022	\$ 1.070.932,61		\$ 416.068,70		\$ 1.487.001,31	
2023	\$ 162.152,00		\$ 416.068,70		\$ 578.220,70	
2024	\$ 653.475,46		\$ 416.068,70		\$ 1.069.544,16	
2025	\$ 222.891,67		\$ 416.068,70		\$ 638.960,37	
2026	\$ 1.285.334,26	\$ 4.111.656,84	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 1.701.402,96	\$ 6.192.000,34
2027	\$ 1.029.560,34		\$ 416.068,70		\$ 1.445.629,04	
2028	\$ 920.395,11		\$ 416.068,70		\$ 1.336.463,81	
2029	\$ 283.370,53		\$ 416.068,70		\$ 699.439,23	
2030	\$ 1.207.826,99		\$ 416.068,70		\$ 1.623.895,69	
2031	\$ 846.340,94	\$ 3.900.306,60	\$ 416.068,70	\$ 2.080.343,50	\$ 1.262.409,64	\$ 5.980.650,10
2032	\$ 1.163.813,33		\$ 416.068,70		\$ 1.579.882,03	
2033	\$ 398.954,81		\$ 416.068,70		\$ 815.023,51	
Total	\$ 11.176.188,92	\$ 11.176.188,92	\$ 6.241.030,50	\$ 6.241.030,50	\$ 17.417.219,42	\$ 17.417.219,42

Figura 29. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

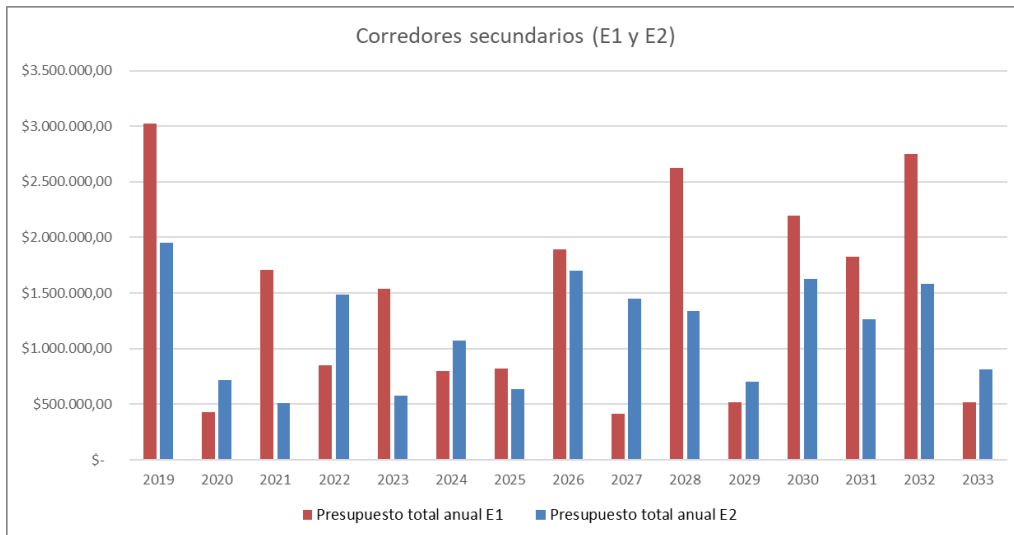


Tabla 80. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios – E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 3.019.981,03	\$ 1.953.669,34
2020	\$ 3.450.545,27	\$ 2.667.122,96
2021	\$ 5.161.005,79	\$ 3.179.346,97
2022	\$ 6.013.654,28	\$ 4.666.348,28
2023	\$ 7.551.428,71	\$ 5.244.568,98
2024	\$ 8.351.070,73	\$ 6.314.113,14
2025	\$ 9.172.636,64	\$ 6.953.073,51

2026	\$	11.068.637,02	\$	8.654.476,47
2027	\$	11.484.705,72	\$	10.100.105,51
2028	\$	14.110.873,41	\$	11.436.569,32
2029	\$	14.627.223,73	\$	12.136.008,55
2030	\$	16.824.501,69	\$	13.759.904,24
2031	\$	18.649.309,95	\$	15.022.313,88
2032	\$	21.401.933,75	\$	16.602.195,91
2033	\$	21.921.593,94	\$	17.417.219,42

Figura 30. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

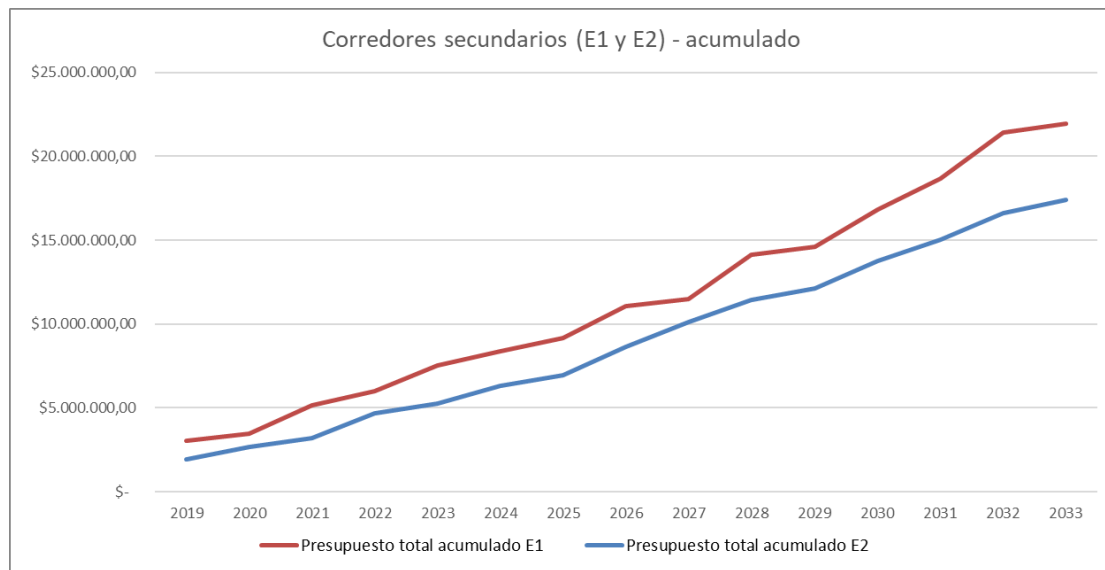


Tabla 81. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - secundarios		
Ahorro inversión por quinquenio		
	ahorro E1-E2	%
2019-2023	\$ 2.306.859,73	42%
2024-2028	\$ 367.444,36	8%
2029-2033	\$ 1.830.070,43	32%
total	\$ 4.504.374,52	29%

Figura 31. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

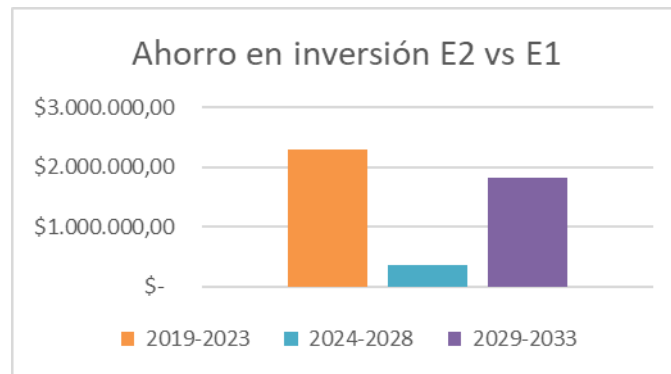
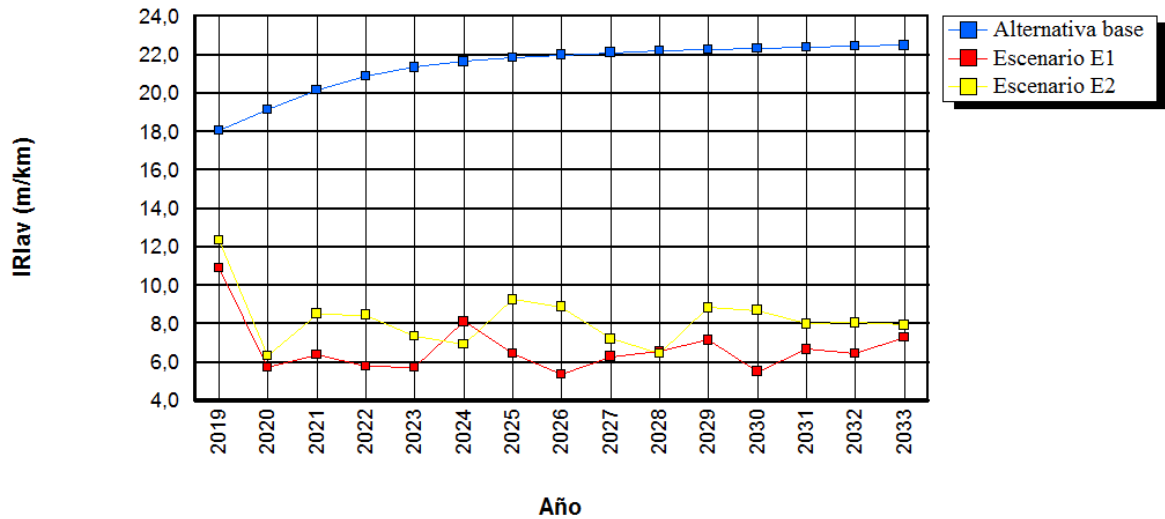


Figura 32. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad

Irregularidad promedio por proyecto (IRlav)
(ponderado por longitud de tramo)



14.3.3. **Otros, resto de la red**

Tabla 82. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red)- E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - otros					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 21.612.983,28		\$ 4.930.438,70		\$ 26.543.421,98	
2020	\$ 866.539,49		\$ 4.930.438,70		\$ 5.796.978,19	
2021	\$ 1.138.678,47	\$ 35.125.797,21	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 6.069.117,17	\$ 59.777.990,71
2022	\$ 7.318.755,40		\$ 4.930.438,70		\$ 12.249.194,10	
2023	\$ 4.188.840,57		\$ 4.930.438,70		\$ 9.119.279,27	
2024	\$ 942.740,73		\$ 4.930.438,70		\$ 5.873.179,43	
2025	\$ 2.242.918,24		\$ 4.930.438,70		\$ 7.173.356,94	
2026	\$ 5.248.190,28	\$ 16.296.952,41	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 10.178.628,98	\$ 40.949.145,91
2027	\$ 5.282.572,94		\$ 4.930.438,70		\$ 10.213.011,64	
2028	\$ 2.580.530,22		\$ 4.930.438,70		\$ 7.510.968,92	
2029	\$ 2.470.839,29		\$ 4.930.438,70		\$ 7.401.277,99	
2030	\$ 7.089.662,19		\$ 4.930.438,70		\$ 12.020.100,89	
2031	\$ 3.027.033,89	\$ 24.602.776,89	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 7.957.472,59	\$ 49.254.970,39
2032	\$ 8.676.615,55		\$ 4.930.438,70		\$ 13.607.054,25	
2033	\$ 3.338.625,97		\$ 4.930.438,70		\$ 8.269.064,67	
Total	\$ 76.025.526,51	\$ 76.025.526,51	\$ 73.956.580,50	\$ 73.956.580,50	\$ 149.982.107,01	\$ 149.982.107,01

Tabla 83. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red) - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - otros					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 1.669.131,62		\$ 4.930.438,70		\$ 6.599.570,32	
2020	\$ 5.286.549,10		\$ 4.930.438,70		\$ 10.216.987,80	
2021	\$ 970.501,34	\$ 8.580.519,68	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 5.900.940,04	\$ 33.232.713,18
2022	\$ 96.882,18		\$ 4.930.438,70		\$ 5.027.320,88	
2023	\$ 557.455,44		\$ 4.930.438,70		\$ 5.487.894,14	
2024	\$ 2.415.824,68		\$ 4.930.438,70		\$ 7.346.263,38	
2025	\$ 1.317.600,58		\$ 4.930.438,70		\$ 6.248.039,28	
2026	\$ 3.246.860,22	\$ 8.974.916,76	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 8.177.298,92	\$ 33.627.110,26
2027	\$ 270.451,44		\$ 4.930.438,70		\$ 5.200.890,14	
2028	\$ 1.724.179,84		\$ 4.930.438,70		\$ 6.654.618,54	
2029	\$ 1.763.828,81		\$ 4.930.438,70		\$ 6.694.267,51	
2030	\$ 1.116.923,96		\$ 4.930.438,70		\$ 6.047.362,66	
2031	\$ 46.286,35	\$ 8.830.221,45	\$ 4.930.438,70	\$ 24.652.193,50	\$ 4.976.725,05	\$ 33.482.414,95
2032	\$ 4.435.981,57		\$ 4.930.438,70		\$ 9.366.420,27	
2033	\$ 1.467.200,76		\$ 4.930.438,70		\$ 6.397.639,46	
Total	\$ 26.385.657,89	\$ 26.385.657,89	\$ 73.956.580,50	\$ 73.956.580,50	\$ 100.342.238,39	\$ 100.342.238,39

Figura 33. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

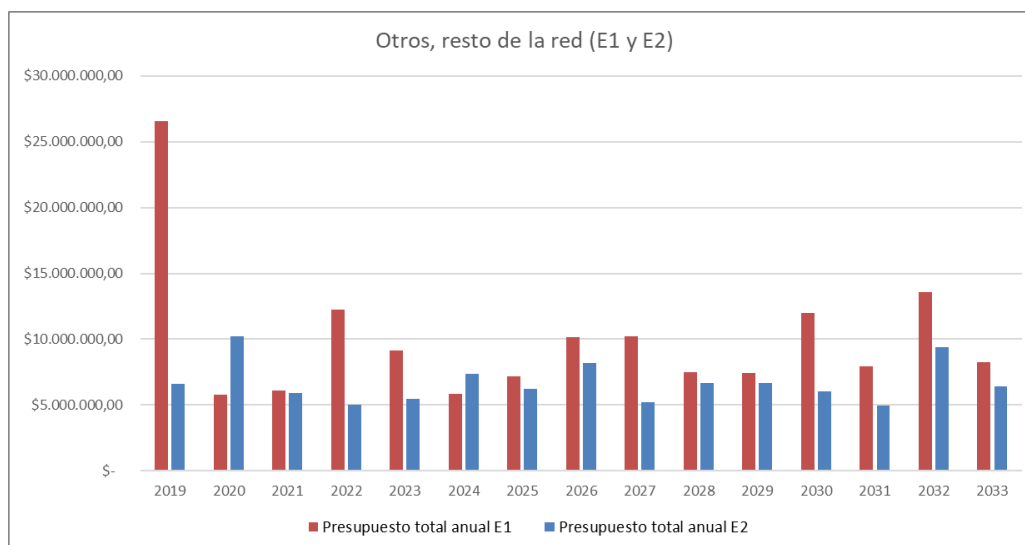


Tabla 84. Requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red) - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 26.543.421,98	\$ 6.599.570,32
2020	\$ 32.340.400,17	\$ 16.816.558,12
2021	\$ 38.409.517,34	\$ 22.717.498,16
2022	\$ 50.658.711,44	\$ 27.744.819,04
2023	\$ 59.777.990,71	\$ 33.232.713,18
2024	\$ 65.651.170,14	\$ 40.578.976,56
2025	\$ 72.824.527,08	\$ 46.827.015,84
2026	\$ 83.003.156,06	\$ 55.004.314,76
2027	\$ 93.216.167,70	\$ 60.205.204,90
2028	\$ 100.727.136,62	\$ 66.859.823,44
2029	\$ 108.128.414,61	\$ 73.554.090,95
2030	\$ 120.148.515,50	\$ 79.601.453,61
2031	\$ 128.105.988,09	\$ 84.578.178,66
2032	\$ 141.713.042,34	\$ 93.944.598,93
2033	\$ 149.982.107,01	\$ 100.342.238,39

Figura 34. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

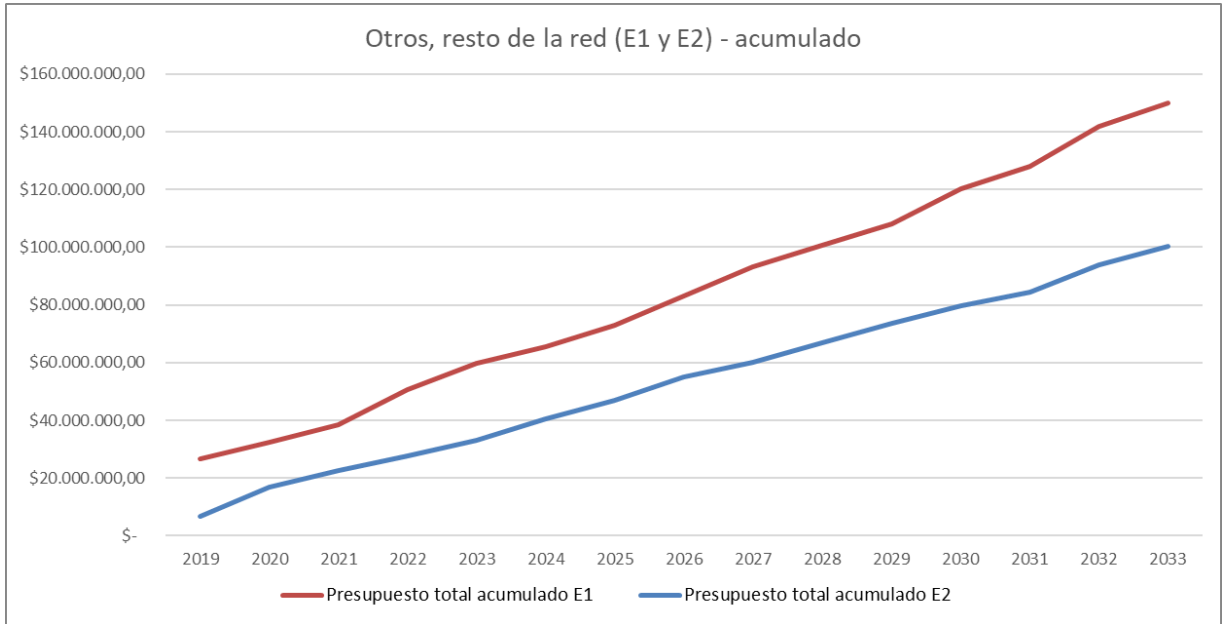


Tabla 85. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - otros			
Ahorro inversión por quinquenio			
	ahorro E1-E2		%
2019-2023	\$ 26.545.277,53	\$	76%
2024-2028	\$ 7.322.035,65	\$	45%
2029-2033	\$ 15.772.555,44	\$	64%
total	\$ 49.639.868,62	\$	65%

Figura 35. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

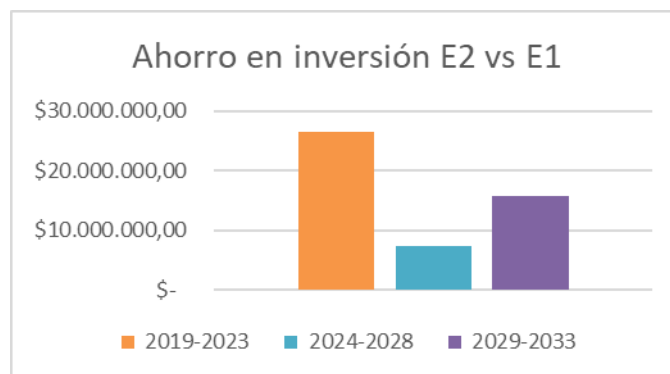
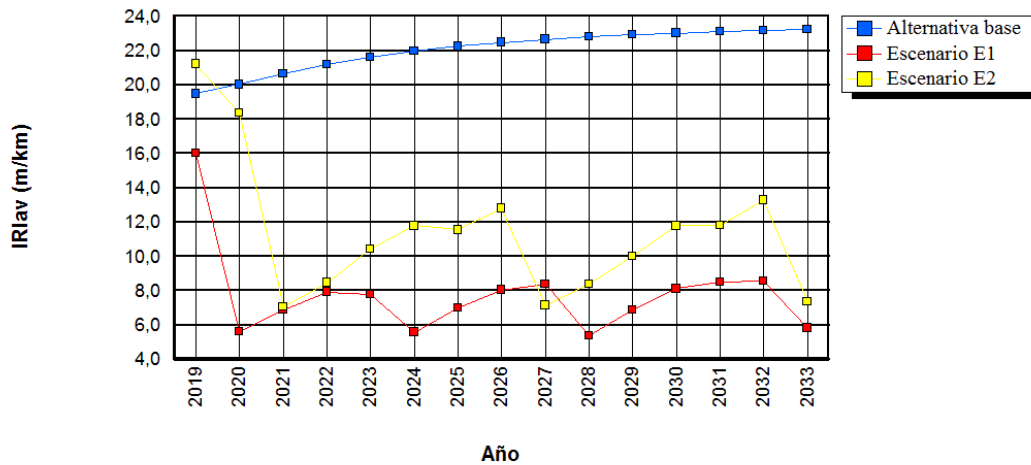


Figura 36. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad

Irregularidad promedio por proyecto (IRlav)
(ponderado por longitud de tramo)



14.3.4. Red Provincial total

Tabla 86. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial – E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 30.079.302,97		\$ 6.060.260,36		\$ 36.139.563,33	
2020	\$ 1.621.076,58		\$ 6.060.260,36		\$ 7.681.336,94	
2021	\$ 3.173.111,84	\$ 49.419.455,98	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 9.233.372,20	\$ 79.720.757,78
2022	\$ 8.495.376,74		\$ 6.060.260,36		\$ 14.555.637,10	
2023	\$ 6.050.587,85		\$ 6.060.260,36		\$ 12.110.848,21	
2024	\$ 2.066.355,60		\$ 6.060.260,36		\$ 8.126.615,96	
2025	\$ 5.603.612,57		\$ 6.060.260,36		\$ 11.663.872,93	
2026	\$ 7.468.163,51	\$ 27.015.140,99	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 13.528.423,87	\$ 57.316.442,79
2027	\$ 6.022.614,49		\$ 6.060.260,36		\$ 12.082.874,85	
2028	\$ 5.854.394,82		\$ 6.060.260,36		\$ 11.914.655,18	
2029	\$ 3.374.011,60		\$ 6.060.260,36		\$ 9.434.271,96	
2030	\$ 12.025.189,18		\$ 6.060.260,36		\$ 18.085.449,54	
2031	\$ 7.440.842,91	\$ 38.815.029,62	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 13.501.103,27	\$ 69.116.331,42
2032	\$ 11.792.726,92		\$ 6.060.260,36		\$ 17.852.987,28	
2033	\$ 4.182.259,01		\$ 6.060.260,36		\$ 10.242.519,37	
Total	\$ 115.249.626,59	\$ 115.249.626,59	\$ 90.903.905,40	\$ 90.903.905,40	\$ 206.153.531,99	\$ 206.153.531,99

Tabla 87. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 7.104.879,70	\$ 17.476.554,49	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 13.165.140,06	\$ 47.777.856,29
2020	\$ 5.758.690,05		\$ 6.060.260,36		\$ 11.818.950,41	
2021	\$ 1.530.901,04		\$ 6.060.260,36		\$ 7.591.161,40	
2022	\$ 1.866.818,84		\$ 6.060.260,36		\$ 7.927.079,20	
2023	\$ 1.215.264,86		\$ 6.060.260,36		\$ 7.275.525,22	
2024	\$ 4.299.478,66	\$ 19.000.585,72	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 10.359.739,02	\$ 49.301.887,52
2025	\$ 1.679.077,43		\$ 6.060.260,36		\$ 7.739.337,79	
2026	\$ 6.355.073,96		\$ 6.060.260,36		\$ 12.415.334,32	
2027	\$ 1.300.011,78		\$ 6.060.260,36		\$ 7.360.272,14	
2028	\$ 5.366.943,89		\$ 6.060.260,36		\$ 11.427.204,25	
2029	\$ 2.124.444,64	\$ 17.848.040,98	\$ 6.060.260,36	\$ 30.301.301,80	\$ 8.184.705,00	\$ 48.149.342,78
2030	\$ 4.628.747,00		\$ 6.060.260,36		\$ 10.689.007,36	
2031	\$ 892.627,29		\$ 6.060.260,36		\$ 6.952.887,65	
2032	\$ 8.247.818,29		\$ 6.060.260,36		\$ 14.308.078,65	
2033	\$ 1.954.403,76		\$ 6.060.260,36		\$ 8.014.664,12	
Total	\$ 54.325.181,19	\$ 54.325.181,19	\$ 90.903.905,40	\$ 90.903.905,40	\$ 145.229.086,59	\$ 145.229.086,59

Figura 37. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

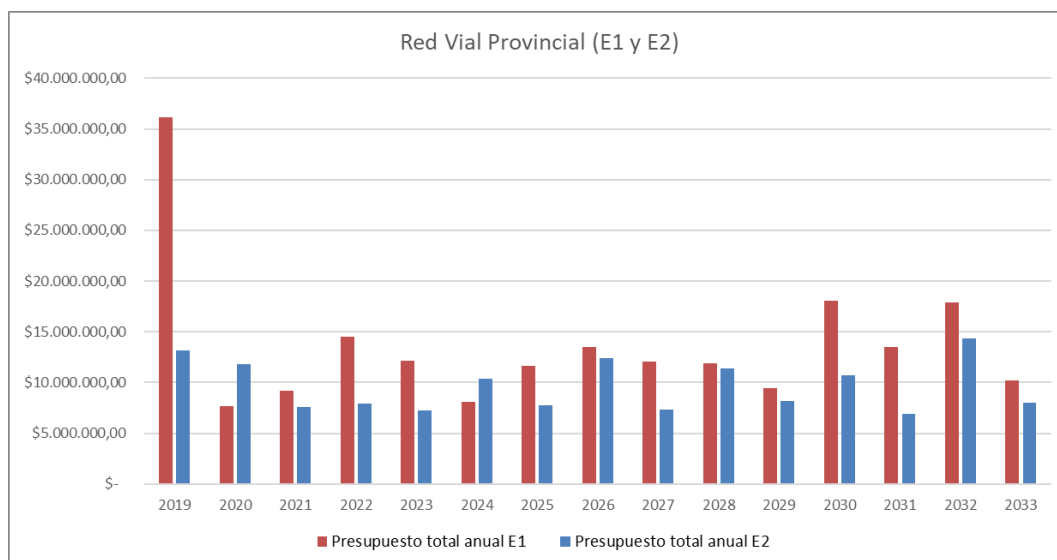
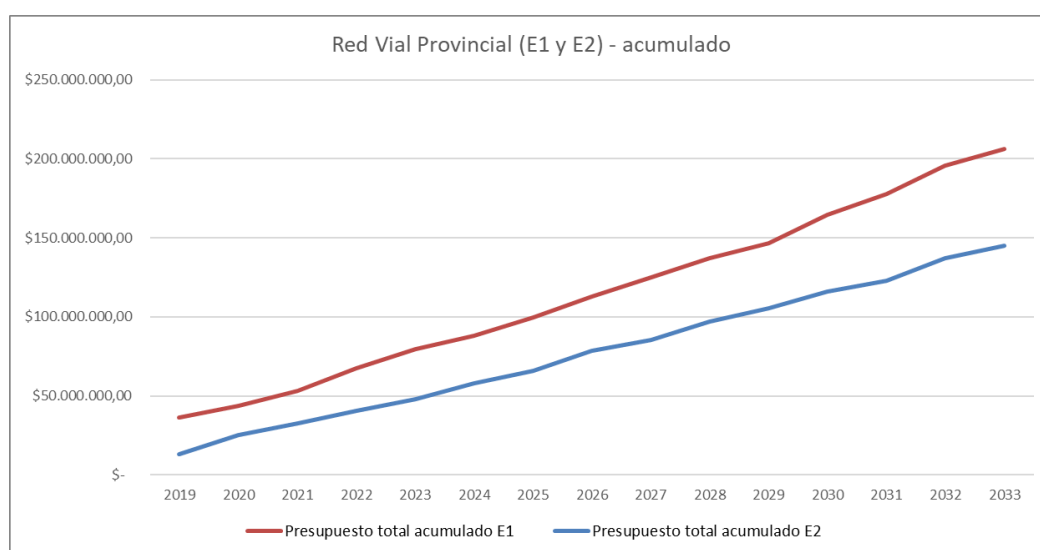


Tabla 88. Requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial – E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 36.139.563,33	\$ 13.165.140,06
2020	\$ 43.820.900,27	\$ 24.984.090,47
2021	\$ 53.054.272,47	\$ 32.575.251,87
2022	\$ 67.609.909,57	\$ 40.502.331,07
2023	\$ 79.720.757,78	\$ 47.777.856,29
2024	\$ 87.847.373,74	\$ 58.137.595,31
2025	\$ 99.511.246,67	\$ 65.876.933,10
2026	\$ 113.039.670,54	\$ 78.292.267,42

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2027	\$ 125.122.545,39	\$ 85.652.539,56
2028	\$ 137.037.200,57	\$ 97.079.743,81
2029	\$ 146.471.472,53	\$ 105.264.448,81
2030	\$ 164.556.922,07	\$ 115.953.456,17
2031	\$ 178.058.025,34	\$ 122.906.343,82
2032	\$ 195.911.012,62	\$ 137.214.422,47
2033	\$ 206.153.531,99	\$ 145.229.086,59

Figura 38. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



15. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PUENTES

Para determinar las intervenciones en puentes se contó con la información del Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador, destacándose:

- Identificador del puente
- Tramo en que se encuentra el puente
- Río / Quebrada
- Tipo de rodadura
- Gálibo (m)
- Ancho de rodadura (m)
- Ancho total (m)
- Longitud (m)
- Estado de las protecciones
- Estado de infraestructura
- Estado de la superestructura

Con esta información es posible establecer un orden magnitud de recursos necesarios. Para ello se han aplicado los siguientes criterios:

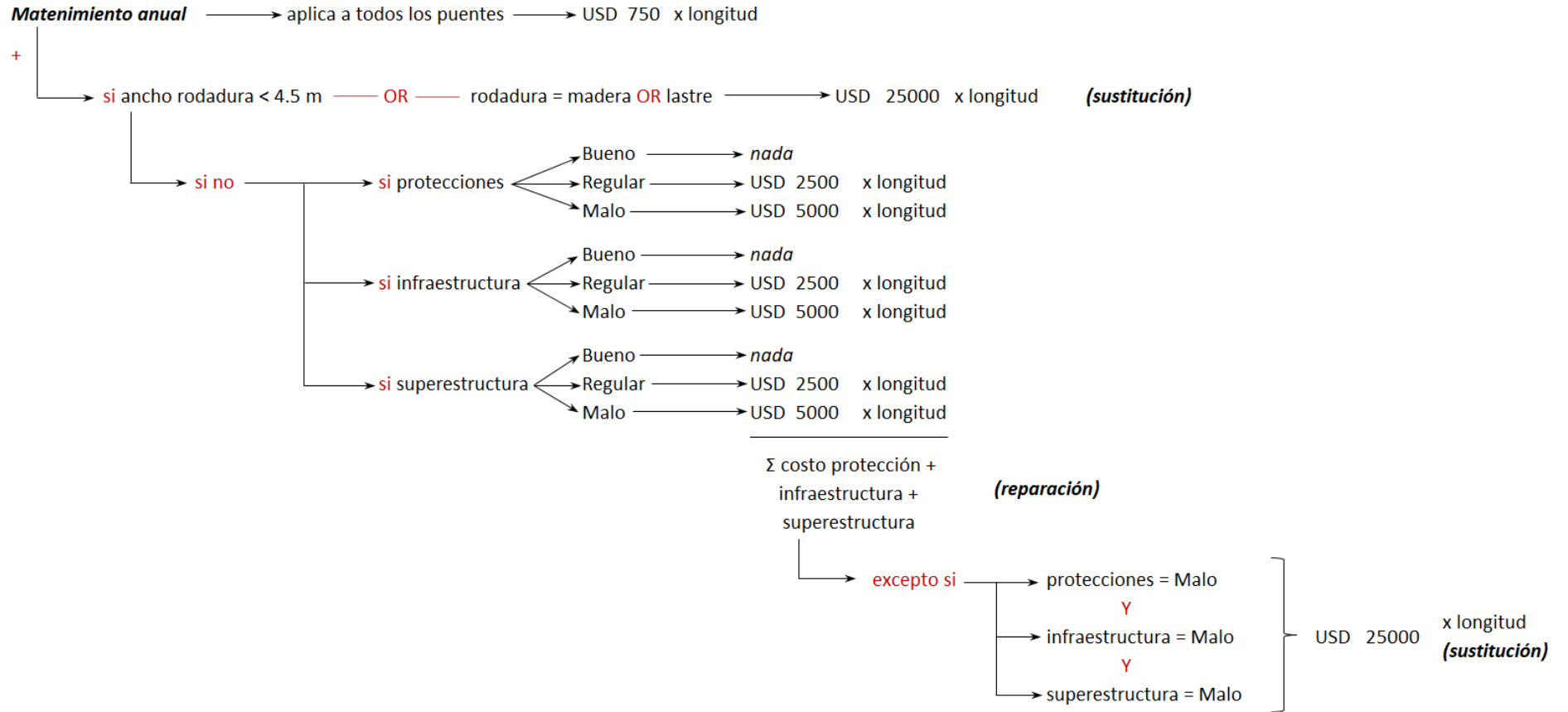
- Sustituir paulatinamente todos los puentes cuya rodadura es de madera o lastre.
- Sustituir paulatinamente todos los puentes cuyo ancho de rodadura es inferior a 4.5m.
- Reparar (o sustituir) los puentes cuyas protecciones, infraestructura o superestructura está en estado malo o regular
- Llevar a cabo un mantenimiento anual en todos los puentes.

Se estimaron valores promedios de las intervenciones de acuerdo con el siguiente criterio:

- Costo de reposición promedio: US\$ 25000 por metro lineal de puente.
- Costo de reparación promedio: US\$ 5000 por metro lineal de puente, pudiendo aumentar o disminuir este monto en función del estado de las protecciones, infraestructura y super estructura.
- Costo de mantenimiento rutinario: US\$ 750 por metro lineal de puente al año.

De esta forma, se ha aplicado la siguiente lógica de asignación presupuestaria:

Figura 39. Lógica de asignación presupuestaria para inversiones en puentes. Elaboración propia.



Si bien como resultado de estos criterios se determina la necesidad de intervención y recursos de cada puente esto es meramente un valor que permite dimensionar los recursos necesarios para conservar y mejorar la infraestructura existente. La determinación de la intervención real debe hacerse con un estudio caso a caso.

El resultado detallado del análisis antes mencionado se presenta en el Anexo 6.

Como síntesis de las estimaciones resulta lo siguiente:

Los 2490 metros de puentes que tiene la Red Vial Provincial demandan en los próximos 5 años para:

- Para reposición de puentes (angostos, en mal estado o de materiales de baja calidad) US\$ 32,022,500 (US\$ 6,404,500 por año)
- Para reparación de puentes (protecciones, infraestructura o superestructura): US 5,403,875
- Para mantenimiento rutinario: US\$ 9,339,563 (US\$ 1,867,913 por año)

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

16.1. CONCLUSIONES

La conclusión del presente trabajo es que los recursos presupuestales con que cuenta el Gobierno Provincial son insuficientes para dar cobertura a las necesidades de la Infraestructura Vial Provincial. En un país que tiene una de las mejores redes viales nacionales de América Latina la brecha presupuestal existente en la red vial provincial de Cotopaxi representa un desafío a la conectividad sobre el que se debe trabajar con urgencia, para ello se proponen (en las recomendaciones) lineamientos y alternativas de acción.

16.2. RECOMENDACIONES

Para lograr el cierre de la brecha presupuestal existente es necesario gestionar recursos económicos y/o financieros para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

Mejora de gestión

La mejora de gestión, si bien no genera un alto impacto presupuestal, genera credibilidad (y por ende buena disposición) a la hora de solicitar recursos en otras fuentes. Dentro de las múltiples labores de mejora de gestión que son posibles encarar en el sector infraestructura vial se destacan las siguientes:

- Mejora en planificación y programación
 - Gestión de recursos (en base al plan) con la antelación suficiente y realización con tiempo de estudios (de preinversión y diseño) para no demorar el inicio de las obras.
 - Contar con programas documentados que sirvan de guía para planificar otras labores dentro del sector
- Mejora de precios
 - Reducción de los tiempos en que se pagan las valorizaciones de obra (disminuyendo costos financieros)
- Mejora en controles de calidad
- Mejorar la calidad de la supervisión de las obras

Aumento de ingresos

El aumento de ingresos es indispensable para el cierre de la brecha, algunas de las alternativas que se podrían considerar son:

- Aporte del Gobierno Central
 - Se podría plantear que, si bien en el marco del proceso de descentralización el Gobierno Central estimó un requerimiento de US\$ 194.000.000 para atender la totalidad de la Red Vial Provincial (las 23 provincias), y que en virtud de ello consideró que no era necesario hacer transferencias de fondos adicionales para atender dicha infraestructura, a la luz de los cálculos realizados es razonable rever esa estimación primaria y evaluar aportes adicionales.
- Cobro por valorización inmobiliaria
 - El cobro por valorización inmobiliaria o aportes por obras es una de las alternativas a considerar.
- Cobro de peajes y/o APP
 - El cobro de peaje o las APP sólo pueden ser consideradas en vías de alto tránsito, de lo contrario el costo de operación resultaría más alto que la recaudación.

Acuerdos

- Acuerdos de aportes a sectores productivos específicos directamente beneficiados
 - Sectores agrícolas o mineros que puedan hacer aportes al mejoramiento de vías por ser directamente beneficiados y usuarios principales
- Acuerdos de precios de insumos para mantener nivel de actividad (cemento, asfalto, etc.)
 - El sector cementero ha sufrido una notable disminución de ventas el presente años y podría estar muy motivado a ser impulsor de tecnologías como la estabilización de bases con cemento
- Acuerdos para apoyo en adaptación de nuevas tecnologías (slurry seal, micropavimentos, bases estabilizadas, etc.)
 - Existe en la sociedad el paradigma que, si una obra no es de concreto asfáltico y de más de 5 cm de espesor, entonces no es una buena obra. Romper ese paradigma mediante la ejecución de obras con rodadura asfáltica con nuevas tecnologías es un deber imprescindible, para lo cual será necesario establecer acuerdos (con universidades, empresas, etc.) que tengan interés en ello.

Endeudamiento

- De conseguirse ingresos adicionales sería factible plantear un repago con los ingresos adicionales disponibles en el futuro
- La evaluación económica del impacto de no invertir podría determinar la conveniencia de endeudamiento y con ello sustentar el apoyo del Gobierno Central

Si realizadas las gestiones los recursos resultan aún insuficientes, el resultado será una baja en el nivel de servicio de la vía, es decir, pésimas condiciones de circulación, puentes en estado deficiente y menor conectividad, por ello es imprescindible el máximo esfuerzo de todos los interesados, para lograr los recursos necesarios. En la gestión y búsqueda de soluciones para la gestión de recursos el CONGOPE resulta un muy buen articulador y socio.



Tarqui N° 507 y Quito
info@cotopaxi.gob.ec / 03-280-0416
www.cotopaxi.gob.ec