



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

TÍTULO DEL PROYECTO:

“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE ACCIDENTALIDAD VEHICULAR Y
PROPUESTA DE POSIBLES SOLUCIONES EN LA AV. ANTONIO JOSÉ DE
SUCRE COMPRENDIDA ENTRE LAS CALLES JUAN MONTALVO Y EL
PUENTE ABRAS”

AUTORES:

ANGEL RAMIRO CASTRO ESCALANTE.

DANI JAVIER CEVALLOS MOSCOSO.

DIRECTOR:

ING. VÍCTOR VELÁSQUEZ.

RIOBAMBA-ECUADOR

2011.

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE ACCIDENTALIDAD VEHICULAR Y PROPUESTA DE POSIBLES SOLUCIONES EN LA AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE COMPRENDIDA ENTRE LAS CALLES JUAN MONTALVO Y EL PUENTE ABRAS”, presentado por: Ángel Ramiro castro Escalante y Dani Javier Cevallos Moscoso y dirigida por: Ing. Víctor Velásquez.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes.

Presidente del Tribunal.

Firma

Ing. Víctor Velásquez.

Director del Proyecto.

Firma

Ing. Nelson Patiño.

Miembro del Tribunal.

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Ángel Ramiro Castro Escalante y Dani Javier Cevallos Moscoso e Ing. Víctor Velásquez y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa de mi vida dedico este trabajo a mis padres Guillermo y Fabiola, quienes me han apoyado incondicionalmente durante esta etapa de mi vida, a mis hermanos, a mi novia y a mis amigos quienes siempre estuvieron incentivándome para cumplir con la meta propuesta.

Ángel Ramiro Castro Escalante

A mis padres, a mis hermanos, a mí querida esposa y a mi hijo Mateo, quienes siempre han estado a mi lado para brindarme todo su cariño y comprensión, y por haberme apoyado para la culminación de mi carrera universitaria.

Dani Javier Cevallos Moscoso

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, por la formación recibida.

Al Consejo Provincial de Chimborazo, y a la Jefatura Provincial de Tránsito de Chimborazo, por las facilidades prestadas para la elaboración de nuestro trabajo.

A los Ingenieros: Ing. Víctor Velásquez, Ing. Ángel Paredes, Ing. Nelson Patiño quienes contribuyeron para el desarrollo de nuestra Tesis.

A nuestros familiares, amigos y en especial a nuestros padres que siempre nos han brindaron un apoyo incondicional.

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
I. RESUMEN.	xix
II. INTRODUCCIÓN.	21
CAPITULO I	22
III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	22
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.	22
3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
3.2.1. ACCIDENTE DE TRÁNSITO O SINIESTRO DE TRÁFICO	22
3.2.1.1. DEFINICIÓN.	22
3.2.1.2. ACCIDENTES DE TRÁNSITO PRODUCIDOS EN LA AVENIDA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE ENERO 2009 A OCTUBRE DEL 2011	24
3.2.2. TRÁFICO.	28
3.2.3. VEHÍCULOS DE DISEÑO.	34
3.2.4. CAPACIDADES O NIVELES DE SERVICIO	36
3.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO	37
3.2.6. IMPACTO AMBIENTAL EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE URBANO	39
CAPITULO II	84
IV. METODOLOGÍA.....	84
4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	84
4.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 85	85
4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	85
CAPITULO III.....	87
V. RESULTADOS.....	87
5.1. RESULTADOS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN	87
5.1.1. RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL REDONDEL DEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPI.	87
5.1.1.3. RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).....	102

5.1.2.	RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.....	105
5.1.2.3.	RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).....	117
5.1.3.	RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL INGRESO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO..	120
5.1.3.3.	RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).....	128
5.1.3.4.	RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO, INTERSECCIÓN CALLE INNOMINADA Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE (INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNACH).....	130
5.1.3.5.	RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN	130
5.1.3.7.	RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).....	138
5.2.	ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS HORAS PICO DEL MUESTREO.	140
5.5.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL.....	183
5.5.1.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR REDONDEL DEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPI.....	183
5.5.2.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.....	184
5.5.3.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR INGRESO PRINCIPAL A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO..	185
5.5.4.	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.....	185
VI.	DISCUSIÓN.....	187
	CAPITULO IV.....	190
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	190
7.1.	CONCLUSIONES.....	190
7.2	RECOMENDACIONES.....	192
	CAPITULO V.....	194
VIII.	PROPUESTA.....	194
8.1.	DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA AVENIDA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE.....	194

8.1.1. ELIMINACIÓN DEL REDONDEL DEL COLEGIO MILITAR COMBATIENTES DE TAPI, MEJORAMIENTO DE LA GEOMETRÍA DE LOS EXTREMOS DE LOS PARTERRES QUE DESEMBOCAN EN EL REDONDEL, COLOCACIÓN DE SEMÁFOROS Y SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN LAS INTERSECCIONES	195
8.1.2. AMPLIACIÓN DE LA CALLE INNOMINADA QUE ESTA UBICADA EN LA PARTE FRONTAL DE LA PUERTA PRINCIPAL DEL COLEGIO MILITAR COMBATIENTES DE TAPI.....	196
8.1.3. ELIMINACIÓN DEL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO, MEJORAMIENTO DE LA DE LOS EXTREMOS DE LOS PARTERRES QUE DESEMBOCAN EN EL REDONDEL, COLOCACIÓN DE SEMÁFOROS Y SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN LAS INTERSECCIONES	196
8.1.4. COLOCACIÓN DE MUROS SEPARADORES DE CARRIL VEHICULAR DE HORMIGÓN SIMPLE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO Y LA CALLE VICENTE ROMÁN ROCA	197
8.1.5. COLOCACIÓN DE MUROS SEPARADORES DE CARRIL VEHICULAR DE HORMIGÓN SIMPLE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE VICENTE ROMÁN ROCA Y EL INGRESO A LA URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE LAS ABRAS.....	197
8.1.6. IMPLANTACIÓN DE UN REDONDEL EN EL INGRESO A LA URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE LAS ABRAS	198
8.1.7. APERTURA DEL INGRESO SUR-ESTE AL NUEVO PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO UBICADO JUNTO AL EDIFICIO INTELIGENTE.....	198
8.1.8. APERTURA Y ARREGLO DE LAS VÍAS DE DESCONGESTIÓN VEHICULAR QUE SE ENCUENTRAN EL LOS ALREDEDORES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.	199
IX. BIBLIOGRAFÍA	200
X. ANEXOS	201

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

MTOP	Ministerio de Transportes y Obras Públicas.
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual.
%	Por ciento
P.B.V.	Peso Bruto Vehicular
dBA	Decibeles Acústicos
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
UNACH	Universidad Nacional de Chimborazo
COMIL	Colegio Militar Combatientes de Tapi.
IMR	Ilustre Municipio de Riobamba.
Tif	Total de los giros de la fase.
VHP	Volumen Horas Pico

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2009</i>	31
<i>Tabla N° 2 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2010</i>	32
<i>Tabla N° 3 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2011</i>	33
<i>Tabla N° 4 Tasa de crecimiento de tráfico</i>	37
<i>Tabla N° 5 Dimensiones de camiones y buses</i>	42
<i>Tabla N° 6 Velocidad de Diseño</i>	45
<i>Tabla N° 7 Intensidad de un sonido</i>	52
<i>Tabla N° 8 Ruido</i>	53
<i>Tabla N° 9 Diferencia algebraica de las pendientes transversales</i>	86
TABLAS DE RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN	94
Miércoles 15 de junio 2011	94
<i>Tabla N° 10. E1 COMIL</i>	94
<i>Tabla N° 11. E2 COMIL</i>	94
<i>Tabla N° 12. E3 COMIL</i>	95
<i>Tabla N° 13. E4 COMIL</i>	95
Jueves 16 de junio 2011	96
<i>Tabla N° 14. E1 COMIL</i>	96
<i>Tabla N° 15. E2 COMIL</i>	96
<i>Tabla N° 16. E3 COMIL</i>	96
<i>Tabla N° 17. E4 COMIL</i>	97
Viernes 17 de junio 2011	97
<i>Tabla N° 18. E1 COMIL</i>	97
<i>Tabla N° 19. E2 COMIL</i>	98
<i>Tabla N° 20. E3 COMIL</i>	98
<i>Tabla N° 21. E4 COMIL</i>	99
Sábado 18 de junio 2011	99
<i>Tabla N° 22. E1 COMIL</i>	99
<i>Tabla N° 23. E2 COMIL</i>	99
<i>Tabla N° 24. E3 COMIL</i>	100
<i>Tabla N° 25. E4 COMIL</i>	100

TABLAS DE RESUMEN DE GIROS POR ESTACIÓN	94
Miércoles 15 de junio 2011	109
<i>Tabla N° 26. P1 COMIL</i>	109
<i>Tabla N° 27. P2 COMIL</i>	109
<i>Tabla N° 28. P3 COMIL</i>	109
<i>Tabla N° 29. P4 COMIL</i>	109
Jueves 16 de junio 2011	110
<i>Tabla N° 30. P1 COMIL</i>	110
<i>Tabla N° 31. P2 COMIL</i>	110
<i>Tabla N° 32. P3 COMIL</i>	110
<i>Tabla N° 33. P4 COMIL</i>	110
Viernes 17 de junio 2011	111
<i>Tabla N° 34. P1 COMIL</i>	111
<i>Tabla N° 35. P2 COMIL</i>	111
<i>Tabla N° 36. P3 COMIL</i>	111
<i>Tabla N° 37. P4 COMIL</i>	111
Sábado 18 de junio 2011	111
<i>Tabla N° 38. P1 COMIL</i>	111
<i>Tabla N° 39. P2 COMIL</i>	112
<i>Tabla N° 40. P3 COMIL</i>	112
<i>Tabla N° 41. P4 COMIL</i>	112
TABLAS DE RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN	112
Miércoles 15 de junio 2011	112
<i>Tabla N° 42. E1 Colegio Maldonado</i>	112
<i>Tabla N° 43. E2 Colegio Maldonado</i>	113
<i>Tabla N° 44. E3 Colegio Maldonado</i>	113
Jueves 16 de junio del 2011	114
<i>Tabla N° 45. E1 Colegio Maldonado</i>	114
<i>Tabla N° 46. E2 Colegio Maldonado</i>	114
<i>Tabla N° 47. E3 Colegio Maldonado</i>	115
Viernes 17 de junio del 2011	115
<i>Tabla N° 48. E1 Colegio Maldonado</i>	115

<i>Tabla N° 49. E2 Colegio Maldonado</i>	116
<i>Tabla N° 50. E3 Colegio Maldonado</i>	116
<i>Sábado 18 de junio del 2011</i>	117
<i>Tabla N° 51. E1 Colegio Maldonado</i>	117
<i>Tabla N° 52. E2 Colegio Maldonado</i>	117
<i>Tabla N° 53. E3 Colegio Maldonado</i>	118
<i>TABLAS DE RESUMEN DE GIROS POR ESTACIÓN</i>	124
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	124
<i>Tabla N° 54. P1 Colegio Maldonado</i>	124
<i>Tabla N° 55. P2 Colegio Maldonado miércoles</i>	124
<i>Tabla N° 56. P3 Colegio Maldonado miércoles</i>	125
<i>Jueves 16 de junio del 2011</i>	125
<i>Tabla N° 57. P1 Colegio Maldonado</i>	125
<i>Tabla N° 58. P2 Colegio Maldonado</i>	125
<i>Tabla N° 59. P3 Colegio Maldonado</i>	125
<i>Viernes 17 de junio del 2011</i>	126
<i>Tabla N° 60. P1 Colegio Maldonado</i>	126
<i>Tabla N° 61. P2 Colegio Maldonado</i>	126
<i>Tabla N° 62. P3 Colegio Maldonado</i>	126
<i>Sábado 18 de junio del 2011</i>	126
<i>Tabla N° 63. P1 Colegio Maldonado</i>	126
<i>Tabla N° 64. P2 Colegio Maldonado</i>	126
<i>Tabla N° 65. P3 Colegio Maldonado</i>	127
<i>TABLAS DE RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN</i>	127
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	127
<i>Tabla N° 66. E1 Ingreso UNACH</i>	127
<i>Tabla N° 67. E2 Ingreso UNACH</i>	128
<i>Jueves 16 de junio del 2011</i>	128
<i>Tabla N° 68. E1 Ingreso UNACH</i>	128
<i>Tabla N° 69. E2 Ingreso UNACH</i>	129
<i>Viernes 17 de junio del 2011</i>	129
<i>Tabla N° 70. E1 Ingreso UNACH</i>	129

<i>Tabla N° 71. E2 Ingreso UNACH</i>	130
<i>Sábado 18 de junio del 2011</i>	130
<i>Tabla N° 72. E1 Ingreso UNACH</i>	130
<i>Tabla N° 73. E2 Ingreso UNACH</i>	131
<i>TABLAS DE RESUMEN DE GIROS POR ESTACIÓN</i>	135
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	135
<i>Tabla N° 74. P1 Ingreso UNACH</i>	135
<i>Tabla N° 75. P2 Ingreso UNACH</i>	135
<i>Jueves 16 de junio del 2011</i>	136
<i>Tabla N° 76. P1 Ingreso UNACH</i>	136
<i>Tabla N° 77. P2 Ingreso UNACH</i>	136
<i>Viernes 17 de junio del 2011</i>	136
<i>Tabla N° 78. P1 Ingreso UNACH</i>	136
<i>Tabla N° 79. P2 Ingreso UNACH</i>	136
<i>Sábado 18 de junio del 2011</i>	136
<i>Tabla N° 80. P1 Ingreso UNACH</i>	136
<i>Tabla N° 81. P2 Ingreso UNACH</i>	137
<i>TABLAS DE RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN</i>	137
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	137
<i>Tabla N° 82. E1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	137
<i>Tabla N° 83. E2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	138
<i>Jueves 16 de junio del 2011</i>	138
<i>Tabla N° 84. E1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	138
<i>Tabla N° 85. E2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	139
<i>Viernes 17 de junio del 2011</i>	139
<i>Tabla N° 86. E1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	139
<i>Tabla N° 87. E2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	140
<i>Sábado 18 de junio del 2011</i>	140
<i>Tabla N° 88. E1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	140
<i>Tabla N° 89. E4 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	141
<i>TABLAS DE RESUMEN DE GIROS POR ESTACIÓN</i>	145
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	145

<i>Tabla N° 90. P1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	145
<i>Tabla N° 91.P2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	145
Jueves 16 de junio del 2011	146
<i>Tabla N° 92. P1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	146
<i>Tabla N° 93. P2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	146
Viernes 17 de junio del 2011	146
<i>Tabla N° 94. P1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	146
<i>Tabla N° 95. P2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	146
Sábado 18 de junio del 2011	147
<i>Tabla N° 96. P1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	147
<i>Tabla N° 97. P2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	147
<i>Tabla N° 98 Número de Vehículos Diario COMIL</i>	160
<i>Tabla N° 99 Número de Vehículos Diario Colegio Maldonado</i>	160
<i>Tabla N° 100 Número de Vehículos Diario Ingreso UNACH</i>	160
<i>Tabla N°101 Número de Vehículos Diario Ingreso Parqueadero Facultad de Ingeniería UNACH</i>	160
<i>Tabla N° 102 Tasa de Crecimiento Vehicular Fuente: M.T.O.P</i>	161
<i>Tabla N° 103 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro recto</i>	167
<i>Tabla N° 104 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 2 a la izquierda</i>	167
<i>Tabla N° 105 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 3 a la derecha</i>	168
<i>Tabla N° 106 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 4 a la derecha</i>	169
<i>Tabla N° 107 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 1 recto</i>	169
<i>Tabla N° 108 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 2 izquierda</i>	170
<i>Tabla N° 109 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 3 derecha</i>	171
<i>Tabla N° 110 Volumen horas pico Puesto 3 COMIL giro 1 recto</i>	171
<i>Tabla N° 111 Volumen horas pico Puesto 3 COMIL giro 1 izquierda</i>	172
<i>Tabla N° 112 Volumen horas pico Puesto COMIL giro 3 derecha</i>	173
<i>Tabla N° 113 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 1 recto</i>	173
<i>Tabla N° 114 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 2 izquierda</i>	174
<i>Tabla N° 115 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 3 derecha</i>	175
<i>Tabla N° 116 Tabla de Acceso COMIL</i>	175
<i>Tabla N° 117 Comprobación de los Tiempos de los semáforos COMIL</i>	181

<i>Tabla N° 118 Volumen horas pico Puesto1 Colegio Maldonado giro 1 recto</i>	181
<i>Tabla N° 119 Volumen horas pico Puesto1 Colegio Maldonado giro 2 izquierda</i>	182
<i>Tabla N° 120 Volumen horas pico Puesto 1 Colegio Maldonado giro 3 derecha</i>	183
<i>Tabla N° 121 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 1 recto</i>	183
<i>Tabla N° 122 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 2 izquierda</i>	184
<i>Tabla N° 123 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 3 derecha</i>	185
<i>Tabla N° 124 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 1 recto</i>	185
<i>Tabla N° 125 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 2 izquierda</i>	186
<i>Tabla N° 126 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 3 derecha</i>	187
<i>Tabla N° 127 Tabla de Acceso Colegio Maldonado.</i>	187
<i>Tabla N° 128 Comprobación de los Tiempos de los Semáforos Colegio Maldonado</i>	190
<i>Tabla N° 129 Composición del tráfico COMIL</i>	191
<i>Tabla N° 130 Composición del tráfico Colegio Maldonado</i>	191
<i>Tabla N° 131 Composición del tráfico Ingreso UNACH</i>	192
<i>Tabla N° 132 Composición del tráfico Ingreso Facultad de Ingeniería UNACH</i>	193

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Grafico N° 1 Accidentes de Tránsito en el Periodo</i>	34
<i>Grafico N° 2 Accidentes de Tránsito y sus causas.</i>	34
<i>GRÁFICOS DE LOS PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO POR DÍA</i>	101
<i>Miércoles 15 de junio 2011</i>	101
<i>Gráfico N° 3 Estación N° 1 COMIL</i>	101
<i>Gráfico N° 4 Estación N° 2 COMIL</i>	101
<i>Gráfico N° 5 Estación N° 3 COMIL</i>	102
<i>Gráfico N° 6 Estación N° 4 COMIL</i>	102
<i>Jueves 16 de junio 2011</i>	103
<i>Gráfico N° 7 Estación N° 1 COMIL</i>	103
<i>Gráfico N° 8 Estación N° 2 COMIL</i>	103
<i>Gráfico N° 9 Estación N° 3 COMIL</i>	104
<i>Gráfico N° 10 Estación N° 4 COMIL</i>	104
<i>Viernes 17 de junio 2011</i>	105
<i>Gráfico N° 11 Estación N° 1 COMIL</i>	105
<i>Gráfico N° 12 Estación N° 2 COMIL</i>	105
<i>Gráfico N° 13 Estación N° 3 COMIL</i>	106
<i>Gráfico N° 14 Estación N° 4 COMIL</i>	106
<i>Sábado 18 de junio 2011</i>	107
<i>Gráfico N° 15 Estación N° 1 COMIL</i>	107
<i>Gráfico N° 16 Estación N° 2 COMIL</i>	107
<i>Gráfico N° 17 Estación N° 3 COMIL</i>	108
<i>Gráfico N° 18 Estación N° 4 COMIL</i>	108
<i>Miércoles 15 de junio del 2011</i>	118
<i>Estación N° 1 Colegio Maldonado</i>	118
<i>Estación N° 2 Colegio Maldonado</i>	119
<i>Estación N° 3 Colegio Maldonado</i>	119
<i>Jueves 16 de junio 2011</i>	120
<i>Gráfico N° 22 Estación N° 1 Colegio Maldonado</i>	120
<i>Gráfico N° 23 Estación N° 2 Colegio Maldonado</i>	120

<i>Gráfico N° 24 Estación N° 3 Colegio Maldonado</i>	121
<i>Viernes 17 de junio 2011</i>	121
<i>Gráfico N° 25 Estación N° 1 Colegio Maldonado</i>	121
<i>Gráfico N° 26 Estación N° 2 Colegio Maldonado</i>	122
<i>Gráfico N° 27 Estación N° 3 Colegio Maldonado</i>	122
<i>Sábado 18 de junio 2011</i>	123
<i>Gráfico N° 28 Estación N° 1 Colegio Maldonado</i>	123
<i>Gráfico N° 29 Estación N° 2 Colegio Maldonado</i>	123
<i>Gráfico N° 30 Estación N° 3 Colegio Maldonado</i>	124
<i>Miércoles 15 de junio del 2011</i>	131
<i>Gráfico N° 31 Estación N° 1 Ingreso UNACH</i>	131
<i>Gráfico N° 32 Estación N° 2 Ingreso UNACH</i>	132
<i>Jueves 16 de junio 2011</i>	132
<i>Gráfico N° 33 Estación N° 1 Ingreso UNACH</i>	132
<i>Gráfico N° 34 Estación N° 2 Ingreso UNACH</i>	133
<i>Viernes 17 de junio 2011</i>	133
<i>Gráfico N° 35 Estación N° 1 Ingreso UNACH</i>	133
<i>Gráfico N° 36 Estación N° 2 Ingreso UNACH</i>	134
<i>Sábado 18 de junio 2011</i>	134
<i>Gráfico N° 37 Estación N° 1 Ingreso UNACH</i>	134
<i>Gráfico N° 38 Estación N° 2 Ingreso UNACH</i>	135
<i>Miércoles 15 de junio del 2011</i>	141
<i>Gráfico N° 39 Estación N° 1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	141
<i>Gráfico N° 40 Estación N° 2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	142
<i>Jueves 16 de junio 2011</i>	142
<i>Gráfico N° 41 Estación N° 1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	142
<i>Gráfico N° 42 Estación N° 2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	143

<i>Viernes 17 de junio 2011</i>	143
<i>Gráfico N° 43 Estación N° 1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	143
<i>Gráfico N° 44 Estación N° 2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	144
<i>Sábado 18 de junio 2011</i>	144
<i>Gráfico N° 45 Estación N° 1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	144
<i>Gráfico N° 46 Estación N° 2 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH</i>	145
<i>Grafico N° 47 Horas Pico Estación 1 COMIL</i>	149
<i>Grafico N° 48 Horas Pico Estación 2 COMIL</i>	150
<i>Grafico N° 49 Horas Pico Estación 3 COMIL</i>	151
<i>Grafico N° 50 Horas Pico Estación 4 COMIL</i>	152
<i>Grafico N° 51 Horas Pico Estación 1 Colegio Maldonado</i>	153
<i>Grafico N° 52 Horas Pico Estación 2 Colegio Maldonado</i>	154
<i>Grafico N° 53 Horas Pico Estación 3 Colegio Maldonado</i>	155
<i>Grafico N° 54 Horas Pico Estación 1 Ingreso UNACH</i>	156
<i>Grafico N° 55 Horas Pico Estación 2 Ingreso UNACH</i>	157
<i>Grafico N° 56 Horas Pico Estación 1 Parqueadero Facultad de Ingeniería UNACH</i>	158
<i>Grafico N° 57 Horas Pico Estación 2 Parqueadero Facultad de Ingeniería UNACH</i>	159
<i>Gráfico N° 58 Composición del Tráfico Total COMIL</i>	190
<i>Gráfico N° 59 Composición del Tráfico Total Colegio Maldonado</i>	191
<i>Gráfico N° 60 Composición del Tráfico Total Ingreso UNACH</i>	192
<i>Gráfico N° 61 Composición del Tráfico Total Ingreso Facultad de Ingeniería UNACH</i>	192

I. RESUMEN.

Debido al problema de fluidez del tráfico y alto índice de accidentalidad vehicular en nuestra ciudad, y especialmente en la vía, denominada Av. Antonio José de Sucre, se ha considerado conveniente realizar el presente trabajo que tiene como objetivo presentar una alternativa para dar solución a dicho problema.

Para la ejecución de dicho estudio se ha realizado, un inventario de las vías que convergen a los nudos en estudio; conteos vehiculares, cuantificación de las direcciones de giros realizados por los vehículos, encuestas origen destino. Se efectuó un análisis del tráfico futuro y proyección de la demanda; un análisis gráfico de las horas pico; y un diagnóstico e identificación de los impactos ambientales. En cada zona del estudio se realizó un cálculo de tiempos de semáforos mediante los datos obtenidos en la presente investigación.

Además se realizó un estudio de las vías de descongestión existentes y propuestas por parte de I. Municipio de Riobamba en caso de saturación vehicular de la Avenida en estudio; con una posible alternativa de solución para mejorar la capacidad y nivel de servicio.

Se recomienda la eliminación de los redondeles y mejorar la geometría de los parterres en los nudos de estudio, cada uno con su respectiva señalización y semaforización. como la mejor alternativa para mejorar la circulación en los nudos.

Se efectúa un estudio general de los sectores a intervenir de la vía y un presupuesto referencial de la alternativa seleccionada.

I. SUMMARY

Due to the problem of high traffic flow and high vehicular accident rate in our city, and especially on Antonio José de Sucre avenue, we have considered convenient to develop this work which has the objective of presenting an alternative to solve the problem.

For the execution of this study, we have developed an inventory of the roads that converge to the nodes being studied; vehicle counts, quantification of the directions of turns made by vehicles, origin-destination surveys. We did an analysis and projection of future traffic demand, a graphical analysis of the rush hours, and a diagnosis and identification of environmental impacts. In each area of study, a traffic signal timing calculation was done by using the data obtained in this investigation.

Additionally, we also performed a study of the routes of existing and proposed congestion by Illustrious Municipality of Riobamba in case of vehicular saturation on the Avenue studied, with a possible alternative of solution to improve the capacity and service level.

We recommend the removal of roundabouts or circles in order to improve the geometry of the parterres at the nodes of study, each one with their respective signs and traffic lights, as the best alternative to improve the traffic flow at the nodes.

A general study of the sectors to intervene in the track and a reference budget of the selected alternative is carried out.

II. INTRODUCCIÓN.

La accidentalidad vial en la Av. Antonio José de Sucre comprendida entre el redondel del Colegio Militar Combatientes de Tapi (COMIL) y el Puente de las Abras, es un problema actual que nos tiene que llamar la atención y que nos debe cuestionar sobre qué está pasando en la ciudad en relación con la seguridad vial.

El parque automotor de Riobamba crece constantemente y de forma acelerada, "inundando" la ciudad de automóviles, llevándonos así, a unas mayores posibilidades de siniestros en las vías. Se han desarrollado en la ciudad, múltiples campañas de seguridad vial, buscando siempre, mejorar la calidad de vida en las vías y una disminución de los siniestros que ocurren en ella.

El buscar medios para la solución de este problema es una tarea que nos debe comprometer a todos, pues todos podemos llegar a ser víctimas de un siniestro en la vía, ya sea como conductor o como peatón.

Por eso, en esta investigación, analizaremos brevemente la realidad que afronta Riobamba con respecto a los accidentes viales y las principales causas de éstos. Además, plantearemos las posibles soluciones que se podrían implementar para disminuir los accidentes viales.

Ésta investigación debe llevar a tomar conciencia sobre la realidad actual de la movilidad en las calles de Riobamba, y a descubrir la importancia que tiene la educación vial que se brinda en la "escuelas de conducción".

Para esta investigación, principalmente se tomaron artículos publicados que tratan de aportar elementos en el tema de movilidad vial de Riobamba. También, se basa en estadísticas proporcionadas por la Dirección Nacional de Tránsito del Ecuador.

CAPITULO I

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

En la actualidad, las zonas de desarrollo de la ciudad de Riobamba están disgregadas y con un crecimiento desordenado, congestionando las comunicaciones. Particularmente el tráfico automotor en los últimos años se ha incrementado en forma desmedida, haciendo, aparentemente insuficiente la infraestructura vial de Riobamba.

Se ha planteado este proyecto, con el objeto de analizar el problema actual de congestión que en las horas de mayor tránsito dificulta la fluidez de circulación.

El proyecto de investigación tiene una longitud aproximada de 1.7 Km, sus coordenadas de inicio del proyecto N 9816354.91, E 771989.00 y fin del proyecto N 9816025.00, E 777942.71 y una área aproximada de 51.5 Has.

3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.2.1. ACCIDENTE DE TRÁNSITO O SINIESTRO DE TRÁFICO.

3.2.1.1. DEFINICIÓN.

Es el perjuicio ocasionado a una persona o bien material, en un determinado trayecto de movilización o transporte, debido (mayoritariamente) a la acción riesgosa, negligente o irresponsable, de un conductor, pasajero o peatón; como también a fallos mecánicos repentinos, errores de transporte de carga, condiciones ambientales desfavorables y cruce de animales durante el tráfico.

Sólo puede hablarse de "accidente involuntario" cuando nos referimos a la parte pasiva de la acción. Es decir, a quien se involucra en un accidente de tránsito sin poder soslayarlo. Porque, salvo la intervención de la naturaleza, gran parte de los accidentes son predecibles y evitables.

Un porcentaje menor de ellos se debe a fallas de fabricación de vehículos, lo cual no excluye atribuirles un "error humano consciente". Posteriores investigaciones de estos "incidentes" han corroborado esta afirmación.

Otro factor que no siempre se menciona es la deficiencia en la estructura de tránsito, como errores de señaléticas y de ingeniería de caminos y carreteras.

- Los accidentes de tráfico tienen diferentes escalas de gravedad, el más grave se considera aquel del que resultan víctimas mortales, bajando la escala de gravedad cuando hay heridos graves, heridos leves, y el que origina daños materiales a los vehículos afectados.
- Siempre hay una causa desencadenante que produce un accidente, que se puede agravar de forma considerable si por él resultan afectadas otras personas, además de la persona que lo desencadena.
- Asimismo, un accidente puede verse agravado si no se ha hecho uso adecuado de los medios preventivos que no lo evitan pero reducirían su gravedad. Por ejemplo, no llevar ajustado el cinturón de seguridad o no llevar puesto el casco si se conduce una motocicleta.

Los accidentes de tráfico suelen ocurrir principalmente por los siguientes factores:

Factor humano: Los factores humanos son la causa del mayor porcentaje de accidentes de tránsito. Pueden convertirse en agravantes a la culpabilidad del conductor causante, dependiendo de la legislación de tránsito o relacionada de cada país.

- Conducir bajo los efectos del alcohol (mayor causalidad de accidentes), medicinas y estupefacientes.
- Realizar maniobras imprudentes y de omisión por parte del conductor:
- Efectuar adelantamientos en lugares prohibidos (Choque frontal muy grave).
- Atravesar un semáforo en rojo, desobedecer las señales de tránsito.
- Circular por el carril contrario (en una curva o en un cambio de rasante).
- Conducir a exceso de velocidad (produciendo vuelcos, salida del automóvil de la carretera, derrapes).
- Usar inadecuadamente las luces del vehículo, especialmente en la noche.
- Salud física y mental del conductor o peatón no aptas. (Ceguera, daltonismo, sordera, etc.).
- Peatones que cruzan por lugares inadecuados, juegan en carreteras, lanzan objetos resbaladizos al carril de circulación (aceites, piedras).
- Inexperiencia del conductor al volante.
- Fatiga del conductor producto de la apnea o falta de sueño.

Factor mecánico:

- Vehículo en condiciones no adecuadas para su operación (sistemas averiados de frenos, dirección o suspensión).
- Mantenimiento inadecuado del vehículo.

Factor climatológico y otros:

- Niebla, humedad, derrumbes, zonas inestables, hundimientos.
- Semáforo que funciona incorrectamente.

Fuente: DIRECCIÓN NACIONAL DE TRÁNSITO, España

3.2.1.2. ACCIDENTES DE TRÁNSITO PRODUCIDOS EN LA AVENIDA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE ENERO 2009 A OCTUBRE DEL 2011

Tabla N° 1 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2009

Número de Accidentes Producidos en el 2009				
Mes	Número	Tipo de Accidente	Causas	Observaciones
ENERO	1	Estrellamiento	Estado de Embriaguez	Heridos
	1	Choque lateral angular	Mala circulación	Daños materiales
FEBRERO	1	Atropello	Estado de Embriaguez	Heridos
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
MARZO	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Daños materiales
	1	Choque lateral angular	Mala circulación	Daños materiales
ABRIL	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Daños materiales
MAYO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
JUNIO	1	Choque	Estado de Embriaguez	Heridos
	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales

JULIO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
AGOSTO	1	Choque	Mala circulación	Muerto
	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
SEPTIEMBRE	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales
OCTUBRE	1	Choque	Estado de Embriaguez	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
NOVIEMBRE	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales
DICIEMBRE	1	Choque	Estado de Embriaguez	Daños materiales
	1	Atropello	Estado de Embriaguez	Heridos
TOTAL	17	Accidentes producidos por mala circulación		
	8	Accidentes producidos por personas en estado Embriaguez		

Fuente: Dirección Nacional De Tránsito, Riobamba 2011

Tabla N° 2 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2010

Número de Accidentes Producidos en el 2010				
Mes	Numero	Tipo de Accidente	Causas	Observaciones
ENERO	1	Atropello	Estado de Embriaguez	Heridos
FEBRERO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Choque lateral angular	Mala circulación	Daños materiales
MARZO	1	Atropello	Estado de Embriaguez	Heridos
ABRIL	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Daños materiales
MAYO	1	Choque	Mala circulación	Heridos
JUNIO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales

JULIO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
AGOSTO	1	Choque	Mala circulación	Muerto
SEPTIEMBRE	1	Choque	Mala circulación	Heridos
OCTUBRE	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
NOVIEMBRE	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
DICIEMBRE	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
TOTAL	16	Accidentes producidos por mala circulación		
	3	Accidentes producidos por personas en estado Embriaguez		

Fuente: Dirección Nacional De Tránsito, Riobamba 2011

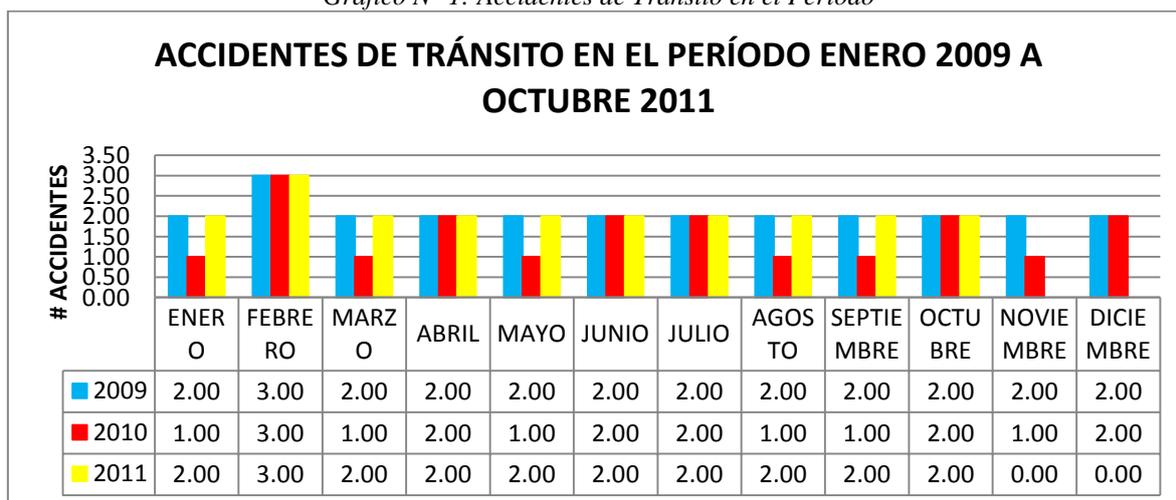
Tabla N° 3 Número de Accidentes de Tránsito producidos en el 2011

Número de Accidentes Producidos en el 2011				
Mes	Numero	Tipo de Accidente	Causas	Observaciones
ENERO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
FEBRERO	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Heridos
MARZO	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
ABRIL	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales
MAYO	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque lateral angular	Estado de Embriaguez	Heridos
JUNIO	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales

JULIO	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
AGOSTO	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Choque	Mala circulación	Daños materiales
SEPTIEMBRE	1	Choque	Mala circulación	Heridos
	1	Estrellamiento	Mala circulación	Daños materiales
OCTUBRE	1	Rozamiento vehicular	Mala circulación	Daños materiales
	1	Choque	Mala circulación	Heridos
TOTAL	18	Accidentes producidos por mala circulación		
	3	Accidentes producidos por personas en estado Embriaguez		

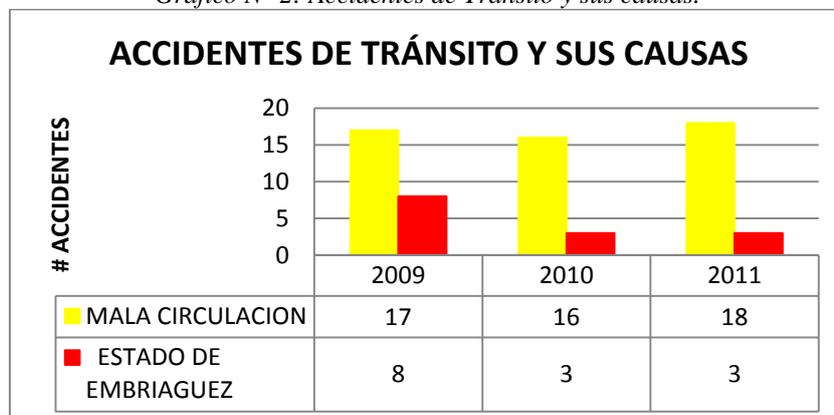
Fuente: Dirección Nacional De Tránsito, Riobamba 2011

Grafico N° 1: Accidentes de Tránsito en el Período



Fuente: Dirección Nacional De Tránsito, Riobamba 2011

Grafico N° 2: Accidentes de Tránsito y sus causas.



Fuente: Dirección Nacional De Tránsito, Riobamba 2011

3.2.2. TRÁFICO.²

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.

3.2.2.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.²

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones.

Cabe mencionar que puede realizarse el análisis del TPDA considerando el volumen de los dos sentidos de circulación debiendo quedar plenamente aclarado, para evitar errores en cálculos posteriores que se realicen con estos datos.

3.2.2.2. TRÁFICO FUTURO.²

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las vías e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una vía debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30^{ava} hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30^{ava} hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento.

3.2.2.3. CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO ACTUAL.²

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si esta estuviera al servicio de los usuarios.

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

- Tráfico Existente. - Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- Tráfico Desviado. - Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En el país, la información acerca de la tendencia histórica del crecimiento de tránsito data solo a partir de 1963 y prácticamente se carece de datos con respecto a la utilización de los vehículos automotores. En consecuencia, se estima que para el Ecuador, los indicadores más convenientes para determinar las tendencias a largo plazo sobre el crecimiento de tráfico, están dadas por las tasas de crecimiento observadas en el pasado, respecto al consumo de gasolina y diesel, así con respecto a la formación del parque automotor.

En base a estas tendencias históricas, especialmente del consumo total de combustibles, de la aplicación del concepto de la elasticidad de la demanda de transporte y del crecimiento del producto interno bruto (PIB) y de la población, se establecen en forma aproximada y generalizada para nuestro país, las siguientes tasas de crecimiento de tráfico:

Tabla N° 4 Tasa de crecimiento de tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHICULOS	PERIODO	
	1990-2000	2000-2010
Livianos	5	4
Buses	4	3.5
Camiones	6	5

Fuente: CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003

3.2.2.4. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TPDA FUTURO.²

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

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

Dónde:

Tf = Tráfico Futuro o proyectado.

Ta = Tráfico Actual

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

n = Período en años.

3.2.2.5. TRÁFICO GENERADO.²

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

En consecuencia, se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Este porcentaje se estima equivalente a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado también como porcentaje. Por ejemplo, si los costos a los usuarios se reducen en un 20 por ciento, el tráfico generado sería el 10 por ciento del volumen de tráfico normal pronosticado para el primer año de operación de la carretera. Para evitar estimaciones muy altas o irracionales respecto al tráfico generado en los casos, muy raros, en los cuales se producen grandes ahorros para los usuarios como consecuencia del mejoramiento de un camino de clase baja con volúmenes de tráfico pesado relativamente importantes, se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto. Para los restantes años del período de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal.

3.2.2.6. TRÁFICO POR DESARROLLO.²

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los Conteos de Tráfico, así como las investigaciones de Origen y Destino se determinará cuál será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. Este método podría utilizarse hasta que se desarrolle un procedimiento o modelo matemático más satisfactorio y práctico.

En general, no conviene proyectar los tráficos basándose únicamente en tendencias históricas, pues cualquier cambio brusco de las circunstancias (desarrollo de nuevas áreas, puesta en marcha de una nueva industria, promoción turística de una zona, etc.) puede alterar la tendencia histórica o cambiarla en el futuro previsible. Cuando sea posible convendrá realizar las previsiones en función de los planes de desarrollo, previsiones industriales, etc. de las zonas afectadas.

3.2.2.7. VOLÚMENES DE TRÁNSITO.¹

El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se propone reconstruir o ampliar. Esta visión cuantificada del lado de la demanda del tránsito, es comparada con la oferta de capacidad que promete la solución del diseñador, para establecer su necesaria compatibilidad y consistencia.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de Origen y Destino (O/D) que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes. En las **intersecciones**, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos en los accesos a las mismas, durante períodos de tiempo determinados, proporcionan a su vez los datos básicos necesarios para enfrentar las particulares características de su diseño.

a. Tipos de conteos.³

- Conteos Manuales.- Sirven para la clasificación vehicular y en las intersecciones para establecer giros.
- Conteos Automáticos.- Estos se realizan los 365 días del año durante las 24 horas de cada día y cuenta el número de ejes de los vehículos, siendo necesario acompañarlo de conteos manuales para realizar su clasificación.
- Estaciones permanentes.- Su objetivo fundamental es obtener una información total y continua del tráfico en tramos representativos de la red a nivel nacional para conocer las tendencias a largo plazo en relación con el aumento de circulación – distribución típicas anuales, semanales y diarias e intensidades para la hora pico.
- Estaciones de control.- Son estaciones que realizan aforos durante períodos determinados del año para determinar factores de corrección para el cálculo de la intensidad de otros tramos en los que se realizan aforos de corta duración.
- Estaciones de cobertura.- Las estaciones de cobertura tienen relación con aforos de corta duración que se realizan para conocer la intensidad de cada tramo.

¹ CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Quito 2003

- El número, ubicación y programa de aforos de todas las estaciones forman parte del sistema que se haya diseñado, con el objeto de disponer en cada oportunidad, de la información necesaria sobre la intensidad del tráfico en cualquier tramo de la red con el menor muestreo posible.

b. Períodos de Conteo.²

- Para redes viales principales o fundamentales y especialmente si no hay datos de tráficos anteriores, como mínimo se debe contar 7 días durante las 24 horas.
- Para calle, avenidas, proyectos viales principales o arteriales el conteo mínimo es de 12 a 24 horas.
- Para carreteras los tiempos mínimos de conteos de tráfico será de 8 a 12 horas.
- Para caminos de bajo volumen de tráfico (caminos vecinales), el conteo será de por lo menos 4 horas.

En resumen los conteos se realizan como mínimo de 4 a 24 horas, dependiendo del tipo de vía a diseñarse.

3.2.2.8. HORA PICO O DE PUNTA.²

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las veinticuatro horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras. El tránsito de la hora pico o de la hora punta, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

Para determinar el volumen de tránsito de la hora pico se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrados durante todo un año en una estación permanente de registro del movimiento vehicular por carretera, mostrando en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menor, como porcentajes del TPDA, en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado.

² VELÁSQUEZ, Víctor y otros. Nueva vía Oriental Tramo II

La hora máxima puede llegar a representar desde el 25 hasta el 38 por ciento del TPDA.

En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre 8 y 12 por ciento del TPDA, por lo que es válida la práctica de utilizar un 10 por ciento del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito.

3.2.2.9. ESTUDIOS ORIGEN DESTINO.³

Los aforos de tráfico suministran información sobre el número de vehículos que utilizan la vía, pero sin que sea posible determinar las características de los viajes, es decir cuál es su origen y cuál es su destino y por qué se realizan. Sin embargo, estos datos resultan necesarios para muchos estudios de planificación, especialmente para determinar la futura demanda de tráfico.

Para obtener estos datos no existe otra solución que la de preguntárselos o los propios viajeros, lo que exige la organización de algún tipo de encuesta entre ellos, en la que se obtenga la información sobre las características de los viajes que realizan. Como las encuestas son relativamente costosas, han de organizarse de forma que se obtenga una información fiable en un coste que no resulte excesivo.

3.2.3. VEHÍCULOS DE DISEÑO.⁵

Los vehículos de diseño son los vehículos automotores predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por las vías, por lo que al tipificar las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta. De cada tipo de vehículo utilizado para diseño, se seleccionan a propósito para adoptar las condiciones más desfavorables, aquellos de mayores dimensiones físicas y de radios de giro mayores dentro de su clasificación tipológica.

La tipología de los vehículos automotores que circulan por las carreteras admite que, en primer término, se ubiquen en un extremo **los vehículos livianos** que son los más numerosos en la corriente vehicular e incluyen los automóviles compactos y subcompactos, los jeeps, las camionetas agrícolas y los pick-ups, siendo todos ellos representados por el automóvil tipo; mientras que **los vehículos pesados**, en el otro extremo de la clasificación, no admiten una

³ KRAEMER, Carlos y otros. Ingeniería de Carreteras. Volumen I

sola representación, sino que requieren ser desglosados para su correcta identificación como elementos condicionantes de algunos aspectos del diseño geométrico de las carreteras. Por lo menos, resulta claro que en esta categoría se encuentran los autobuses.⁴

¹ SALGADO Antonio, Caminos en el Ecuador Estudio y Diseño, Quito 1989

Tabla N° 5 Dimensiones de camiones y buses

DIMENSIONES DE CAMIONES Y BUSES	PROYECTO DE REFORMA SEGÚN MTOP	VIGENTES MTOP
Ancho camión	2.60 m	2.60 m
Ancho bus	2.60 m	2.60 m
Alto camión	4.10 m	4.10 m
Alto bus	4.10 m	4.10 m
Largo Camión rígido(1, 2 o 3 ejes en el semiremolque)	11.50 m (con 2 ejes) 12.20 m (con 3 ejes)	12.00 m
Largo tracto camión + semiremolque(1, 2, 3 ejes) (en el semiremolque)	17.50 (2S1, 2 S 2, 2 S 3, 3 S 1) 18.3 m (3 S 2, 3 S 3)	18.00 (3S2 y 3S3)
Largo semiremolque	9.0 m (1 eje) 12.30 m (2 ejes) 13.0 m (3 ejes)	9.0 m (1 eje) 12.30 m (2 ejes) 13.0 m (3 ejes)
Largo remolque	10.00 m	10.00 m
Largo camión + remolque	18.30 m	18.30 m
Largo tracto camión + semiremolque + remolque	18.30 m	18.30 m
Largo bus larga distancia	Convencional 13.3 m Semi integral 15.0 m hasta con 3 ejes Integral 15.0 m hasta 4 ejes direccionales	
Largo bus articulado	18.3 m	-
Largo bus urbano / suburbano	-	-
Ancho vehículos especiales	-	-
Alto vehículos especiales	-	-
Largo de vehículos especiales (1)	21 m	21 m
Separación para ejes compuestos	-	min. 1.2 m Máx. 1.6 m
PESOS CAMIONES		
Eje trasero simple rodado simple (2r)	6.00 t	6.00 t
Eje trasero simple rodado doble (1r)	11.00 t	12.00 t

Eje trasero doble rodado simple (4r)	12.00 t	12.00 t
Eje trasero doble rodado simple y doble (6r)	15.50 t	
Eje trasero doble rodado doble (8r)	19.00 t	20.00 t
Eje trasero triple rodado simple (6r)	18.00 t	-
Eje trasero triple 1 rodado simple y 2 dobles (10 r)	24.00 t	-
Eje trasero triple 3 rodados dobles (12r)	24.00 t	24.00 t
Peso Bruto Total Admitido	48.00	46.00 t
Tolerancias de pesos	500 kg. Para eje delantero y 1000 kg. Para cualquiera de los ejes posteriores No existe tolerancia para P.B.V	-
Relación potencia de pesos	6.5 HP / t	6.5 HP / t y 6.5 HP / t

Fuente: CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Quito 2003

3.2.4. CAPACIDADES O NIVELES DE SERVICIO.¹

Se considera que la capacidad es un concepto que corresponde al máximo volumen de tránsito que puede evacuar una vía en un determinado período que normalmente es una hora.

Sin embargo como existe una cantidad variable de condiciones de operación debido especialmente a la combinación de tipos de vehículos que circulan, se han determinado los conceptos de niveles de servicio que corresponden al grado de evaluación del funcionamiento de la vía que combina la geometría con las condiciones de los vehículos y los volúmenes de tránsito.

Cuando una corriente vehicular se interrumpe frecuentemente, porque sus vehículos tienen que parar en numerosos puntos de una vía, sus características de circulación sufren cambios radicales. La distribución de los intervalos entre vehículos es diferente, porque cada vez que se detiene la corriente se agrupan esos vehículos y cuando se ponen en marcha de nuevo se van separando paulatinamente, siguiendo un proceso de agrupación y separación que recuerda los movimientos del acordeón, Además, las paradas frecuentes reducen considerablemente la velocidad de marcha de los vehículos y más aún su velocidad de recorrido.

¹ PAREDES Ángel. RODRÍGUEZ Jorge, Estudio de Tráfico, Impacto Ambiental y Diseño Geométrico del Intercambiador (Naciones Unidas y Shirys)

Las corrientes vehiculares interrumpidas son características de las vías urbanas debido a la gran frecuencia con que se cruzan a nivel con otras vías. Por lo tanto, los estudios sobre capacidad de calles se hacen generalmente determinando la capacidad de sus lugares críticos, que suelen ser las intersecciones con semáforos.

En el “Highway Capacity Manual” se considera que las condiciones fijas que influyen en la capacidad de las intersecciones urbanas de tipo común y de acuerdo con las que se pueden clasificar a éstas son las siguientes:

- Ancho de los accesos.- La capacidad de accesos del mismo ancho varía poco cuando las demás condiciones son iguales.
- Zona urbana donde está ubicada la intersección.- Central, intermedia o suburbana, con carácter comercial o residencial.
- Reglas sobre el estacionamiento.- Prohibido o permitido en los accesos.
- Tranvías, Ausencia o presencia de ellos.- Esta condición se ha eliminado en estudios posteriores.
- Sentido de la circulación.- Circulación en los accesos en un sentido o en ambos.

3.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO. ²

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre una vía cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con

² CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Quito 2003

distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km. /h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

La mayoría de los caminos son diseñados para satisfacer las necesidades del tránsito, dentro de un período de hasta 20 años posteriores al año de realización del proyecto. Si se planifica adecuadamente, los elementos de la sección transversal de un camino pueden alterarse en el futuro sin mucha dificultad, mientras que los cambios en los alineamientos horizontal y vertical incluyen gastos y consideraciones de gran envergadura.

En conclusión se puede señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño, que son los siguientes:

- Naturaleza del terreno: Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.
- La modalidad de los Conductores: Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino. Este punto debe de estudiarse en detalle, dado que al proyectar ha de preferirse un valor que corresponda al deseo de la mayoría de los usuarios.
- El factor económico: Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad.

Tabla N° 6 Velocidad de Diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Quito 2003

3.2.6. IMPACTO AMBIENTAL EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE URBANO. ⁶

3.2.6.1. CRITERIO DE ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE URBANO

Al analizar una propuesta de trabajo en el sector de transporte urbano, desde el punto de vista del impacto al medio ambiente, deben considerarse cuatro puntos:

1. La situación actual del medio ambiente,
2. La identificación de los posibles impactos a consecuencia del trabajo propuesto.
3. La medida del impacto y
4. La interpretación de los datos obtenidos.

En la descripción de la situación actual se deben tomar en cuenta la calidad del aire, el ruido y la imagen urbana existentes antes de comenzar las obras. Esta parte del estudio debe comenzar con un acopio de la información existente en dependencias de gobierno, municipios, universidades, etc. que puedan haber desarrollado estudios ambientales en el pasado. Luego se debe visitar el lugar de estudio tomando notas en detalle de estas variables,

⁶ SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

entrevistando habitantes del área y, en ciertos casos, por medio de encuestas con preguntas específicas.

3.2.6.2. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS.⁶

Los posibles impactos deben incluir los impactos directos e indirectos del proyecto presentado, incluyendo:

- Predicciones acerca de concentraciones de contaminantes
- Impactos en la salud humana
- Impactos en el bienestar social
- Impactos en la economía

Las metodologías utilizadas deben ser descritas para cada categoría considerada (imagen urbana, ruido y calidad del aire), duración de los proyectos (impactos a corto o largo plazo, impactos durante las obras y luego de terminadas las mismas) y las fuentes de información utilizadas.

3.2.6.3. MEDIDAS DEL IMPACTO. ⁶

Indicadores específicos para ser utilizados en la evaluación cuantitativa del impacto deben ser sugeridos o recomendados. Se deben describir en detalle las metodologías utilizadas para estimar la magnitud del error introducido al medir el significado del impacto total.

Aquí se debe enfatizar el uso de medidas objetivas y no subjetivas, y el uso de opiniones profesionales en cada tema.

3.2.6.4. INTERPRETACIÓN DE DATOS.⁶

Dependiendo del tipo de estudio, los impactos deben interpretarse en escalas puntuales, locales o regionales. Se deben especificar los criterios y suposiciones empleados y describir el grado de certeza o confianza de los resultados.

También se debe presentar una descripción de los impactos que tengan poca probabilidad de suceder, pero que de presentarse, produzcan efectos muy grandes e importantes.

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

3.2.6.5. CALIDAD DEL AIRE.⁶

El objetivo de estudiar la calidad del aire y de controlar las emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes móviles, es el mantener un nivel de calidad para proteger la salud humana y el bienestar social. El bienestar social incluye la protección de plantas y animales, la prevención del deterioro de materiales (óxidos de metales, etc.) y el mantenimiento de los niveles naturales de visibilidad.

Para determinar los niveles tolerados de contaminantes en el aire se han llevado a cabo estudios epidemiológicos y toxicológicos de los efectos de varias concentraciones de estos contaminantes. Es de estos estudios que se derivan los estándares de la calidad del aire.

3.2.6.5.1. FACTORES DETERMINANTES DE LA CALIDAD DEL AIRE. ⁶

La calidad del aire está determinada por factores del medio ambiente que pueden ser divididos en dos clases:

1) Elementos característicos del medio ambiente:

- Temperatura
- Humedad
- Viento (velocidad y dirección)
- Altura de mezcla de aire en la atmósfera
- Régimen de lluvias
- Presión atmosférica
- Topografía

2) Emisiones antropogénicas, dentro de las cuales se encuentran las emisiones por fuentes móviles:

- Polvo
- Humo
- Gases
- Vapores

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

- Partículas

En un estudio de transporte primero se deben considerar las condiciones existentes en el área de estudio (elementos característicos del medio ambiente y emisiones antropogénicas) y, a partir de estos datos básicos, predecir el impacto que el plan presentado tendrá sobre dichas condiciones.

3.2.6.5.2. MITIGACIÓN. ⁶

Para reducir los impactos en la calidad del aire por fuentes móviles, se debe introducir un programa de control de las emisiones por fuentes móviles (verificación). Los vehículos que emiten mayor número de contaminantes son los que tienen motores diesel (principalmente partículas) y los vehículos viejos con poco mantenimiento.

El problema que existe, a pesar de la implementación de sistemas de verificación, es el crecimiento continuo del parque vehicular de los últimos años, el que se espera siga aumentando de la misma manera. Para mantener niveles deseados de emisiones por fuentes móviles totales se deberán establecer estándares más rigurosos en proporción directa al aumento del número de vehículos en circulación. Como las emisiones vehiculares no pueden ser disminuidas indefinidamente, el crecimiento continuo del tráfico y del parque vehicular va a crear un problema de impacto ambiental para el que en estos momentos no existe una solución definitiva.

Obviamente, para disminuir el número de viajes por vehículo se debe ayudar al desarrollo del transporte peatonal y en bicicletas. La voluntad de los habitantes de caminar y de andar en bicicleta se ve afectada por la densidad de población y por la calidad del medio ambiente en el cual se viaja.

Una táctica de mitigación que se puede aplicar a nivel de administración de tránsito es la prohibición de entrada de vehículos a áreas delicadas del punto de vista ambiental. Esta prohibición puede ser estructurada de distintas maneras:

- Por tipo de vehículos (camiones, automóviles, etc.)
- Por hora del día (de día o de noche solamente, horarios, etc.)
- Tipo de acceso (pasar a través del área sin poder estacionar)

- Restricciones de velocidad
- Acceso permitido solamente a comerciantes y residentes locales

Otra táctica de ingeniería de tránsito para mitigar el impacto ambiental es la mejora en señales en los cruces de calles, caminos y carreteras y la sincronización de semáforos.

La limitación de velocidades ha sido aplicada en varias ciudades del mundo como medida para disminuir emisiones por fuentes móviles. El consumo de combustible aumenta a partir de velocidades cerca de los 60 km/h, y sube más drásticamente a partir de los 80 km/h. La reducción de velocidad también disminuye el número de accidentes lo que es un impacto positivo en el desarrollo urbano.

Una vez que el estudio sea presentado, la ciudad tendrá otras opciones de mitigar los impactos en la calidad del aire incluyendo los enumerados a continuación:

a) Selección de otra área para el proyecto. Una de las opciones es la de seleccionar un área alternativa, en la que se puedan desarrollar los programas de transporte que la ciudad necesite y al mismo tiempo reduciendo los impactos en la calidad del aire.

b) Aumentar los programas de inspección ("verificación") y de mantenimiento vehicular.

Se puede priorizar el programa de inspecciones de vehículos en la zona del estudio para minimizar los impactos por los vehículos con más emisiones. Las organizaciones dedicadas a la inspección de vehículos deberán tener auditorías independientes para controlar irregularidades.

c) Retirar a los vehículos que no cumplan con los estándares de emisiones. Una vez que estos vehículos sean identificados deben ser retirados y prohibida su circulación.

d) Concentrar esfuerzos en los contaminantes mayores. Los estados o municipalidades pueden dedicarse a minimizar las fuentes móviles contaminantes con más uso, como ser los ómnibus, taxis y camiones comerciales.

e) Proporcionar combustibles de alternativa. Por ejemplo, gasolina sin plomo para poder utilizar convertidores catalíticos.

f) Requerir instalación de sistemas de recuperación de vapores orgánicos. Las estaciones gasolineras pueden adoptar sistemas sencillos de recuperación de vapores durante las

operaciones de carga de combustibles y de esta manera disminuir los precursores de ozono, o sea, los hidrocarburos en el aire.

3.2.6.6. RUIDO. ⁶

El nivel de sonido (ruido) es un indicador importante de la calidad del medio ambiente.

Distintos tipos de ruido pueden causar problemas de salud humana (mental y física) y en cambios estéticos del área.

3.2.6.6.1. VARIABLES A CONSIDERAR Y EVALUAR.⁶

Las variables más importantes del ruido que se deben considerar y evaluar son:

- (1) intensidad,
- (2) duración y
- (3) frecuencia del ruido.

Al aumentar la intensidad y/o la duración del ruido, los efectos nocivos en el cuerpo humano aumentan proporcionalmente (sordera inducida por ruido, insomnio, etc.).

El ruido por impulsos es también un factor contaminante muy importante. Esta categoría incluye ruidos muy intensos y de poca duración (de un segundo o menos), por ejemplo las explosiones de motores a gasolina que suenan como un disparo de arma de fuego.

Con respecto a la frecuencia, la gente se molesta más con ruidos de alta frecuencia y tonos puros tales como sirenas de vehículos de emergencia, cláxones, etc.

Para evaluar los impactos en el medio ambiente por ruido se debe hacer una revisión de los factores principales que son percibidos como ruido.

Amplitud: La amplitud o magnitud de una fuente de ruido está relacionada con la presión del sonido creada por energía acústica. La magnitud se mide con una escala logarítmica en unidades llamadas decibeles (dB). Un aumento de 10 dB de un sonido equivale al doble en magnitud para el oído humano.

⁶ SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

Intensidad: La intensidad de un sonido o fuente de ruido es un valor subjetivo basado en la sensibilidad del oído humano hacia sonidos en la escala de frecuencias medias y altas. Los valores de intensidad y duración a los cuales el ruido no debe exceder para evitar efectos fisiológicos están presentados en la siguiente tabla:

Tabla N° 7 Intensidad de un sonido

<u><i>Efectos fisiológicos</i></u>	<u><i>Intensidad</i></u>	<u><i>Duración</i></u>
Sistemas orgánicos internos (1)	75 dB(A)	cualquiera
Umbral del oído (de ruido continuo:	80 dB(A)	16 hr
si el sonido es intermitente se debe	85 dB(A)	8 hr
sumar, utilizando equipos especiales	90 dB(A)	4 hr
o se debe consultar a un especialista)	95 dB(A)	2 hr
	100 dB(A)	1 hr
	105 dB(A)	30 min
	110 dB(A)	15 min
	115 dB(A)	7.5 min
	<115 dB(A)	nunca
Umbral del oído humano	140 dB(en el oído)	100 usec
Regularidad del sueño		
Causa de despertarse	55-60 dB(A)	cualquiera
Cambios en el dormir	35-45 dB(A)	cualquiera

Fuente: SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano. 2001

Frecuencia: Debido a la frecuencia, el ruido se mide típicamente utilizando un factor para obtener un valor total del ruido. Cuando el ruido es medido utilizando la escala de decibeles (dB, para respuestas o reacciones del oído humano) se les llama medidas dBA. A estos valores también se les refiere como el nivel de ruido de una comunidad. La siguiente tabla presenta algunos ejemplos de niveles de sonido o ruido en dBA para distintas actividades:

Tabla N° 8 Ruido

RUIDO AL AIRE LIBRE	(dBA)	RUIDO DENTRO DE EDIFICIOS
	0	Límite de audición
	10	Estudio de grabación
Zona rural de noche	20	Dormitorio de noche
Zona suburbana de noche	30	Biblioteca
Zona urbana de noche	40	
	50	Oficina grande
Zona comercial	60	Conversación a 1m
Zona urbana ruidosa de día	70	Gritos a 1m
Tráfico a 10m	80	Licadora a 1m
	90	Dentro del metro (Nueva York)
Jet volando a 300m	100	
	110	Orquesta de Rock

Fuente: SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano. 2001

La escala de dBA está basada en el carácter instantáneo de un sonido o ruido. El ruido producido por carreteras y caminos se puede evaluar de una mejor manera integrando en una unidad de tiempo las características del ruido.

Los impactos del tráfico en el nivel de ruido pueden predecirse de dos maneras:

- a) Regulando los niveles de ruido en dBA.
- b) Prediciendo los niveles de ruido que aumentarán de una manera significativa los niveles de ruido existentes en el área de estudio.

3.2.6.6.2. ACTIVIDADES QUE CREAN RUIDO EN PROYECTOS DE TRANSPORTE URBANO. ⁶

Construcción: La construcción de caminos y carreteras es una fuente de ruido por medio del uso de vehículos (camiones, automóviles), maquinaria de construcción (excavadoras,

pavimentadoras, etc.) y herramientas a motor (sierras eléctricas, rompedoras de pavimento neumáticas, etc.). Este ruido afecta a las personas que trabajan en el proyecto, a la comunidad y a la gente que viaja en los alrededores.

Esta fuente de ruido es temporaria y cesa al finalizar las obras.

Tránsito Vehicular: Los vehículos que utilizan carreteras, calles y caminos son una fuente de ruido que afecta a la comunidad, siendo los camiones y los ómnibus la fuente de ruido más importante durante las horas del día. De noche, cualquier tipo de tránsito vehicular puede convertirse en un impacto por ruido.

La creación de carreteras grandes asimilan un mayor número de vehículos, lo que produce un efecto de ruido "en grupo" haciendo así más dificultosa la comunicación en las cercanías de estas carreteras.

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

3.2.6.6.3. EFECTOS DEL RUIDO. ⁶

El ruido en el medio ambiente se refleja en varios efectos, de los cuales podemos destacar los siguientes:

- 1) Efectos fisiológicos
- 2) Efectos psicológicos
- 3) Efectos en la comunicación
- 4) Efectos en el trabajo y quehaceres diarios
- 5) Efectos en el comportamiento social.

Efectos Fisiológicos.⁶

El ruido puede afectar el cuerpo humano de tres maneras:

- a) Sistemas internos. Estos son los sistemas fisiológicos esenciales, por ejemplo: el sistema cardiovascular (corazón, pulmones), gastrointestinal (estómago, intestinos), nervioso

(nervios), muscular, endocrinal (glándulas). Cuando el ruido es percibido por las fibras nerviosas del oído éste puede afectar indirectamente los sistemas internos. Si el ruido es muy intenso, los vasos sanguíneos se contraen, aumenta el pulso, la respiración, la tensión y la fatiga, y puede causar mareos y pérdida del equilibrio. Estos efectos son generalmente temporarios y el cuerpo humano se adapta a ellos. Este proceso de adaptación es una indicación de cambio en las funciones del cuerpo humano y por ello no es deseable. Ruidos fuertes pueden afectar también la coordinación de movimientos y hacer más lentas las reacciones, lo que produce comportamientos erróneos.

- b) Límite auditivo. Límite auditivo se define como el ruido de nivel más bajo que se puede percibir por el oído humano. Si el límite auditivo de una persona es más alto que lo normal, esta sordera parcial indica un efecto negativo. El ruido puede causar sordera total (temporal o permanente) y puede causar un sonido molesto en los oídos.

Sordera, de cualquier grado, es un problema serio ya que causa accidentes por la dificultad de oír señales de atención, órdenes, etc. Además, la sordera puede traer aparejado problemas sociales, económicos, psicológicos y fisiológicos.

- c) Dormir. Este es un proceso natural, de descanso, el cual es esencial para mantener normal el cuerpo y la mente humanos. El ruido puede afectar la profundidad, continuidad, duración y el valor de recuperación mental del dormir. Esto se ve reflejado en irritabilidad, cambios de comportamiento y cansancio. Además, el descanso y el dormir son esenciales para la recuperación de personas enfermas. Por estas razones es importante que el ruido se mantenga a un mínimo durante las horas de la noche y en las cercanías de hospitales.

También se han descrito los efectos del ruido y del stress en fetos humanos, los que antes se creía estaban aislados completamente del medio ambiente exterior.

Efectos Psicológicos. ⁶

El ruido puede afectar la estabilidad mental y la respuesta psicológica de una persona (mal humor, ansiedad, miedo, etc.).

Mientras que el ruido por transporte no es causa de enfermedades mentales, éste agudiza problemas de personas que sufren de depresión y otras enfermedades mentales. Existen

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

estudios que describen un número mayor de personas admitidas a hospitales mentales en zonas de impactos por ruido que en zonas residenciales más tranquilas.

Efectos en la Comunicación.⁶

El ruido puede afectar conversaciones de persona a persona y conversaciones telefónicas. La capacidad o facultad de transmitir y de recibir información, señales, mensajes y órdenes es esencial en la vida diaria de la gran mayoría de la gente. Interferencias temporales o interrupciones en la comunicación son molestas y hasta pueden ser peligrosas.

Efectos en el Trabajo y Quehaceres Diarios.⁶

El ruido puede afectar la capacidad humana de llevar a cabo tareas mecánicas y mentales a través de:

- Incremento de la tensión muscular
- Distracción y falta de concentración
- Enmascaro de señales auditivas
- Alarma causada por ruidos de alta intensidad

Las tareas mecánicas se ven afectadas por un aumento de errores y se requiere un esfuerzo más grande para mantenerse alerta. Las tareas mentales (por ejemplo la solución de problemas, la concentración creativa, etc.) se ven más afectadas por el ruido. Por eso es importante mantener el impacto por ruido a un nivel bajo en áreas de oficinas.

También se han desarrollado estudios del comportamiento de operarios en fábricas con altos índices de ruido y se llegó a la conclusión que estas personas son más agresivas, menos sociales y se irritan más fácilmente que obreros que trabajan en condiciones más calmadas.

Efectos en el Comportamiento Social.⁶

El comportamiento social se refiere a la habilidad de un individuo de funcionar normalmente a un nivel interpersonal. Áreas de actividad social pueden ser afectadas por el ruido. Las zonas abiertas son las primeras en ser afectadas, limitando así la actividad social adentro de edificios, cambiando las costumbres locales (comer al aire libre, plazas de juegos de niños, etc.).

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

3.2.6.6.4. MITIGACIÓN. ⁶

El mejor método de reducir, o de eliminar, el ruido es, obviamente, reducir las fuentes del mismo. El transporte urbano se puede redistribuir con cambios en las vialidades y el ruido se puede disminuir con las siguientes medidas:

- a) Menor número de vehículos en el área afectada por medio de la redistribución del mismo.
- b) Uso de barreras naturales (vegetación) o artificiales (murallas) para separar áreas de tránsito en zonas residenciales.
- c) Mantenimiento de tubos de escapes en automóviles, camiones, ómnibus y motocicletas.
- d) Limitar el uso del claxon a casos necesarios y evitar su uso desmesurado como se nota diariamente en las ciudades.

Como medida preventiva, durante el período de construcción de caminos y carreteras, el personal expuesto al ruido de maquinarias (perforadoras, camiones, pavimentadoras, etc.) debe usar protección auditiva.

3.2.6.7. IMAGEN URBANA. ⁶

Los impactos de proyectos de transporte sobre la imagen urbana incluyen cambios percibidos por medio de los sentidos, como son la vista, el oído y el olfato. Los criterios de tolerancia de cambios en la imagen urbana están basados en criterios que pueden variar según las zonas y las ciudades consideradas. Los cambios visuales son probablemente los más familiares como los cambios estéticos y modificaciones de paisajes.

Para la evaluación ambiental de la imagen urbana se deben incluir las siguientes áreas:

- a) Deterioro del paisaje: donde la creación de caminos rurales y los asentamientos reducen el paisaje visual a través de la pérdida de la vegetación. La primera medida de mitigación incluye el diseño de un proyecto que se combine con el paisaje.
- b) Basura: el aumento de los viajes por los caminos aumenta los problemas de basura en las orillas de los caminos.
- c) Erosión de tierra: bajo los caminos rurales puede ocurrir erosión de la tierra debido a una dispersión inadecuada del agua de lluvia.
- d) Expansión urbana: los proyectos de transporte atraen industrias de servicio a lo largo de los caminos, los cuales reducen significativamente la perspectiva visual del área.

- e) Ruido y polvo: Los proyectos de transporte pueden provocar impactos de polvo y ruido en poblaciones localizadas cerca de los caminos.

3.2.6.7.1. EFECTOS. ⁶

En general, cualquier actividad que altere la calidad o las características típicas de una zona se consideran como efectos en la imagen urbana. Percepciones visuales pueden ser alteradas por actividades de construcción, forestación, recreación, transporte, manejo de tierras y cualquier otro proyecto que incluya cambios de paisaje.

También se deben considerar efectos en la imagen urbana que afecten los sentidos del oído y del olfato debido a la presencia de actividades industriales, incineradores, operaciones de transporte aéreo, disposición de desechos, etc.

3.2.6.7.2. VARIABLES. ⁶

Debido a los distintos valores y percepciones que las poblaciones tienen con respecto a la belleza del medio ambiente, la cuantificación de los impactos sobre la imagen urbana es un proceso muy delicado. Por el contrario, es más fácil llegar a acuerdos sobre lo que es feo o indeseable.

La formulación de criterios de imagen urbana debe ser llevada a cabo por personas que han tenido experiencia en proyectos, tomando en cuenta la sensibilidad de los habitantes del área a los cambios estéticos. Las técnicas de medida de estas variables son básicamente de dos tipos:

1. Subjetivo: donde los procedimientos de análisis cualitativo están basados en el diseño de un profesional experto en el tema.
2. Objetivo: Donde los procedimientos de análisis cuantitativo están basados en valores dados por estudios previos, por libros y tablas, etc. Lo básico de esta metodología es la creación y el establecimiento de estándares, controles arquitectónicos, decretos de ubicación de letreros y otras obstrucciones de la vista en carreteras y criterios paisajísticos.

⁶SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

3.2.6.7.3. EVALUACIÓN DE PAISAJES.⁶

A continuación se presentan los pasos a seguir en la evaluación de un paisaje:

a. Características del paisaje:

1. Definición de límites: topográficos, físicos, etc.

2. Formas generales del terreno

3. Tipos de vegetación

4. Rasgos característicos: colinas, valles, etc.

5. Límites de tierra-agua: condiciones y calidad

6. Clima

7. Rasgos culturales: objetos artificiales, transporte, estructuras, etc.

8. Otras estructuras naturales y artificiales características de la zona

b. Componentes mayores:

1. Unidad: la cohesión de las partes en una única unidad armoniosa

2. Presencia o ausencia de un factor dominante en la zona

3. Variedad: diversidad sin confusión y estímulo visual

c. Componentes menores:

1. Textura: identificación de la calidad de la vista (suave, abrupta, etc.) debido a la presencia de árboles, rocas, etc.

2. Color: tipo(s) de luz, brillo, variedad e intensidades

3. Contraste: de colores, formas y textura

4. Uniformidad: similitud entre distintos componentes

5. Escala: comparación de proporciones entre distintos objetos dentro del paisaje

d. Características cambiantes:

1. Distancia: proximidad de los componentes dentro del paisaje
2. Posición del observador: calidades estéticas debidas a la distinta posición del observador
3. Tiempo de observación del paisaje
4. Tiempo: cambios diarios y de estaciones
5. Estado mental del observador: humor, valores, anticipaciones

3.2.6.7.4. EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE DATOS. ⁶

A pesar de lo dificultoso que significa el cuantificar los impactos en la imagen urbana se han desarrollado varios métodos de evaluación e interpretación de datos. Estas metodologías tienen dos formas generales:

- a) Metodologías numéricas. Valores numéricos relativos son dados relativamente a varios factores extrínsecos e intrínsecos que forman parte de la imagen urbana, teniendo en cuenta el valor individual y como parte del conjunto de los factores estudiados. Con estos procedimientos se logra dar un valor cuantitativo a las relaciones visuales, se le da un valor a los recursos estéticos y se describen las implicaciones de los cambios en la imagen urbana.
- b) Metodologías no-numéricas. Estas que ponen énfasis en los atributos visuales en una forma similar a la anterior, pero que evalúa a los elementos estéticos en
- c) términos de un análisis comparativo basado en un criterio preestablecido. Estos métodos no asignan valores numéricos pero, en algunos casos, se asigna un valor negativo. Los estudios se pueden agrupar en dos categorías:
 1. Metodologías visuales: en las cuales se lleva a cabo un inventario de los componentes visuales del medio ambiente y son estudiados por los profesionales a cargo del proyecto.
 2. Metodologías del análisis hecho por el usuario final del área: se debe identificar los sentimientos del público acerca de varios atributos estéticos de la zona y cómo reaccionarían frente a los impactos potenciales identificados.

3.2.6.7.5. CONDICIONES ESPECIALES. ⁶

Debido a que el valor, la importancia y la expresión de belleza en la imagen urbana varían con cambios de percepción, es muy importante notar que las siguientes condiciones tienen mucha importancia en la determinación de los impactos en la imagen urbana:

- a) El estado mental del observador: factores actuales perceptivos del medio ambiente y de la vida diaria en conjunto con experiencias pasadas y expectativas futuras, pueden causar impresiones variadas de la calidad de la imagen urbana.
- b) Experiencias pasadas y características socioeconómicas del observador: la cultura y las situaciones económica y social del observador influyen la perspectiva de análisis de las calidades de la imagen urbana.
- c) Contexto de la observación: en ciertos casos la estructura analizada se encuentra fuera de lugar y sería aceptable en otro lugar o bajo distintas condiciones.

3.2.6.7.6. MITIGACIÓN. ⁶

Los impactos ambientales sobre la imagen urbana son frecuentemente muy controversiales. A pesar de que generalmente la gente quiere vivir en zonas con aire de buena calidad, aguas limpias, paisajes naturales, y serenidad, los factores económicos y otros "hechos de vida" hacen que esto no sea siempre posible.

De todas maneras varios impactos sobre la imagen urbana pueden ser minimizados y deben tomarse en cuenta en la etapa de planificación. Estos varían mucho con las zonas del proyecto, la población, etc. y en última instancia con el beneficio económico y/o social que traerá aparejado un cambio en la estética local, el que es determinado por los valores intrínsecos a la zona de estudio.

⁶ SEDESOL. Manual Técnico de Impacto Ambiental en estudios de Transporte Urbano

3.2.7. SEMAFORIZACIÓN. ⁷

3.2.7.1. SEMÁFOROS

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el Amarillo y el rojo.

Originalmente, los primeros semáforos, instalados en Londres en 1868, fueron accionados a mano y sólo constituían una extensión mecánica del brazo del agente de tránsito. El primer semáforo electrónico instalado en los Estados Unidos tuvo lugar en 1914 en Cleveland, y en 1917 en SALT Lake City se introduce la interconexión de semáforos.

De estos primeros semáforos, ahora piezas de museos, se ha llegado en la actualidad al uso de verdaderos cerebros electrónicos. A medida que pasa el tiempo, el congestionamiento y los accidentes aumentan, por lo que para su atenuación, el uso de semáforos ha alcanzado un notable desarrollo.

Esto ha permitido establecer estrategias para el control del tránsito a lo largo de las diferentes horas del día a través de programas específicos para periodos de máxima y mínima demanda.

3.2.7.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SEMÁFOROS ⁷

Si la instalación operación de los semáforos es correcta, estos podrán aportar diversas ventajas. Un semáforo o un sistema de semáforos, que opere correctamente, tendrá una o más de las siguientes:

Ventajas:

- Ordena la circulación del tránsito y mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección.
- Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua.
- Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensivos de una arteria, para conceder el paso de vehículos.

Desventajas:

- Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.
- Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños.
- Producen reacción desfavorable en el público.
- Incrementan el número de accidentes del tipo alcance.
- Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día.
- Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente.

3.2.7.3. NÚMERO DE LENTES Y DE CARAS ⁷

El lente es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada. Se recomienda que la cara de todo semáforo tenga cuando menos tres lentes: rojo, ámbar y verde y cuando más, cinco lentes: rojo, ámbar, flecha de frente, flecha izquierda y flecha derecha, donde el orden de colocación es el que indica.

La cara de un semáforo es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara y portalámparas). El doble semáforo permite ver las indicaciones aunque uno de ellos lo tape un vehículo grande. La necesidad de colocar más de dos semáforos por acceso dependerá de las condiciones locales, tales como número de carriles, indicaciones direccionales, isletas para canalización, etc.

3.2.7.4. SEMÁFOROS DE TIEMPO FIJO ⁷

Los semáforos de tiempo fijo se utilizan en intersecciones donde los patrones de tránsito son relativamente estables. Los controles de tiempo fijo, se adaptan especialmente a intersecciones en las que se desea sincronizar el funcionamiento de los semáforos con los de otras instalaciones próximas.

El control de tiempo fijo sin mecanismo de sincronización es aconsejable para intersecciones aisladas de poca importancia, de las que no se prevé necesidad de coordinar con otras.

Existe un sistema de control de tiempo fijo con mecanismo de sincronización, accionado por un motor, que se usa para intersecciones aisladas cuando se prevea la necesidad de coordinar éstas con otros semáforos, o que el semáforo sea supervisado por un control maestro.

3.2.7.5. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO ⁷

Términos básicos

Ya sea que la distribución de los tiempos en un semáforo se realice por métodos manuales o por modelación en computadoras, el ingeniero de tránsito necesita conocer los principios básicos que la sustentan.

En particular, la modelación por computadora, no es más que ejercicio de codificación, un acto de “fe ciega” la ingeniería en lo que se refiere a la seguridad pública y la conveniencia, requiere mucho más que esto.

En el análisis del control de intersecciones con semáforos y en lo que se refiere a los requisitos para la distribución de sus tiempos, es necesario precisar algunos términos básicos o parámetros de tiempo y así evitar posibles confusiones.

- **Indicación de señal:** Es el encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.
- **Ciclo o longitud de ciclo:** Tiempo necesario para que el disco indicador efectúe una revolución completa.
- **Movimiento:** Maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente.
- **Intervalo:** Cualquiera de diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.
- **Fase:** Parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos.
- **Secuencia de fase:** Orden predeterminado en que ocurren las fases del ciclo.
- **Reparto:** Porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.
- **Intervalo de despeje:** Tiempo de exposición de la indicación ámbar del semáforo que sigue al intervalo verde.

- **Intervalo todo rojo:** Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular.
- **Intervalo de cambio de fase:** Intervalo que puede consistir solamente en un intervalo de cambio ámbar o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo.

3.2.7.6. CALCULO DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO ⁷

Para obtener un mínimo de demoras, cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos. Este debe ser un objetivo permanente que no debe olvidarse. La selección de los movimientos dentro de cada fase debe tener a reducir a un mínimo una frecuencia y gravedad de los puntos de conflictos. La distribución de los tiempos de cada fase debe estar en relación directa con los volúmenes de tránsito de los movimientos correspondientes.

Intervalo de cambio de fase: La función principal del intervalo de cambio de fase, es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección.

$$Y = \left(t + \frac{V}{2a} \right) + \frac{L + W}{V}$$

Dónde:

t = tiempo de (1 seg)

V= Velocidad (m/s)

a = Aceleración (3.05 m/s²)

W= Longitud del vehículo (6.10 m)

L= Ancho de la calle.

Longitud del ciclo: F. V. Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo.

$$C = \frac{1.5L + 5}{1 - (1 - Y_i)}$$

Dónde:

C = Tiempo óptimo de ciclo (s)

L = Tiempo total período por ciclo

Y_i = Máximo valor de saturación

Vehículos equivalentes: Si todos los vehículos que salen de una intersección con semáforo son automóviles que continúan de frente, se tendrían las tasas máximas de flujo, a intervalos aproximadamente iguales.

Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesitan más tiempo para despejar la intersección. Los automóviles equivalentes comúnmente utilizados tanto para camiones, E_c , como para autobuses, E_g , varían de 1.4 a 1.6, tomándose un valor medio de 1.5 que supone accesos con pendientes cercanas al 0%.

Estos factores, E_v , que se utilizan para convertir automóviles que dan vuelta a automóviles equivalentes que no la dan, varían de 1.4 a 1.6 para vueltas hacia la izquierda y de 1.0 a 1.4 para vueltas hacia la derecha.

Flujo de saturación y tiempo perdido:

El tiempo entre los comienzos de los períodos de verde G y verde efectivo g , esto es ee' , se considera como una pérdida inicial. Por lo tanto, el verde efectivo para la fase i es:

$$Gi = Gi + ff' - ee'$$

3.2.7.7. COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS ⁷

Sistemas de coordinación:

Los sistemas coordinados pueden, o no, estar sujetos a un control maestro. En general, los semáforos de tiempo fijo dentro de un radio de 400 metros y que regulan las mismas condiciones de tránsito, deben funcionar coordinadamente.

Existen cuatro sistemas de coordinación de semáforos de tiempo fijo, a saber:

- **Sistema simultáneo:** Todos los semáforos muestran la misma indicación aproximadamente al mismo tiempo, útil para coordinar intersecciones muy cercanas. La relación entre la velocidad, ciclo y distancia, puede expresarse así:

$$V = \frac{3.6D}{C}$$

Dónde:

V= Velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)

D= Distancia entre intersecciones (m)

C= Duración del ciclo (s)

- **Sistema alternado:** Los semáforos de intersecciones cercanas, por grupos, muestran indicaciones alternadas, a lo largo de una ruta. En estas condiciones se consigue una banda del 100% siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea:

$$V = \frac{7.2D}{C}$$

- **Sistema progresivo simple o limitado:** Este sistema trata de varios semáforos sucesivos, a lo largo de una calle, que dan la indicación de verde de acuerdo con una variación de tiempo que permite, hasta donde es posible, la operación continúa de grupos de vehículos a velocidad fija en “ondas verdes”.
- **Sistema progresivo flexible:** En este sistema es posible que cada intersección con semáforo varié automáticamente en varios aspectos. Con base en la variación de los

volúmenes de tránsito y la selección de la velocidad adecuada, se puede lograr un movimiento continuo a lo largo de una arteria, especialmente si es de un solo sentido. Ese sistema es el que da mejores resultados para intersecciones ubicadas a distancias variables.

3.2.7.8. SEMÁFOROS ACCIONADOS POR EL TRÁNSITO ⁷

Características generales

La característica principal de la operación de semáforos accionados por el tránsito es que la duración de los ciclos responden, en general, a las variaciones en la demanda de tránsito vehicular.

Se distingue un tercer tipo de control cuando las indicaciones en los controles de cierta zona varían de acuerdo con información recibida sobre fluctuaciones del tránsito. Para instalar semáforos accionados por el tránsito deben analizarse algunos factores, como sigue:

- **Volumen de vehículos:** En intersecciones donde el volumen de tránsito no es suficiente para justificar semáforos de tiempo fijo.
- **Movimiento transversal:** Cuando el volumen de tránsito en la calle principal es intenso y entorpece la circulación de la calle transversal.
- **Horas de máxima demanda:** Si se requiere controlar una intersección durante un tiempo breve en el día, como en las horas de máxima demanda, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito.
- **Peatones:** Cuando se tengan los volúmenes mínimos de peatones, especificados para semáforos de tiempo fijo, pueden ser preferibles los semáforos accionados por el tránsito.
- **Accidentes:** Cuando sólo se satisface el requisito mínimo relativo a los antecedentes sobre accidentes, especificado para semáforos de tiempo fijo.
- **Amplias fluctuaciones de tránsito:** En los casos que, según los requisitos para semáforos de tiempo fijo, es necesario instalar semáforos cuando los volúmenes de tránsito varían considerablemente.

- **Intersecciones complejas:** En los casos donde se justifica la instalación de semáforos que exigen fases múltiples, se debe estudiar la conversión de usar semáforos accionados por el tránsito.
- **Sistemas progresivos:** Cuando los espaciamientos y otras características de las intersecciones dentro de un sistema progresivo de semáforos de tiempo fijo sean tales que no se pueda lograr una buena coordinación.
- **Cruces de peatones fuera de la intersección:** En los cruces concentrados de peatones cerca de escuelas o de espectáculos se puede justificar el uso de semáforos accionados por los peatones.

3.2.7.9. FASES DEL CAMBIO DE SEMÁFORO ⁷

Volumen Crítico

Para calcular el volumen crítico es necesario saber el total de la suma de los giro de cada fase y dividirla entre el número de carril que tiene cada una de esta.

$$NA = \frac{Tlf}{\#C}$$

Saturación:

La saturación se consigue al sumar todos los volúmenes críticos

$$S = \sum NA$$

Flujo de saturación

Para determinar el flujo de saturación se toman los valores de cada volumen crítico y se divide entre la saturación encontrando así el flujo de saturación en segundo.

$$Fs = \frac{NA}{S}$$

Nota: La suma de los flujos por fase será igual a la unidad (1)

3.2.7.10. DISEÑO DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO ⁷

Sabemos que para diseñar los tiempos un semáforo debemos saber ciertos factores que influyen en este proceso, como por ejemplo:

- La velocidad a utilizar en este diseño de semáforo.
- El Ancho de la calle es igual a la distancia que hay de una acera a otra, de dicho tramo a cruzar.

Tiempo Amarillo

$$Y = \left(t + \frac{V}{2a} \right) + \frac{L + W}{V}$$

Dónde:

t = tiempo de (1 seg)

V= Velocidad (m/s)

a = Aceleración

W= Longitud del vehículo

L= Ancho de la calle.

Tiempo total período por ciclo (L)

$$L = Y1 + Y2 + Y3$$

Cálculo ciclo óptimo

$$C = \frac{1.5L + 5}{1 - (1 - Yi)}$$

Dónde:

L = Tiempo total período por ciclo

Yi = Máximo valor de saturación

Verde total

$$Gt = C - L$$

Tiempo del verde

$$G = \frac{Yx}{\sum Y} (Gt)$$

Nota: La suma de los tiempos en verde de cada fase debe ser igual al verde total.

$$G1 + G2 + G3 = \textit{T tiempo del rojo}$$

El tiempo en rojo se localiza haciendo una simple combinación de suma entre el tiempo en verde y el amarillo:

$$R = Gx + Yx + Gi + Yi$$

$$R1 = G2 + Y2 + G3 + Y3$$

$$R2 = G1 + Y1 + G3 + Y3$$

$$R3 = G1 + Y1 + G2 + Y2$$

Tiempo del peatón cruzar el semáforo en rojo

Así como los vehículos tienen su tiempo para cruzar en una intersección así mismo el peatón también tiene un tiempo para pasar de un extremo a otro de la calle. Para esto es necesario tomar el ancho a cruzar por la velocidad en la que este camina libremente por la acera, teniendo este una velocidad promedio de 0.85 m/s.

$$PR = t + \frac{Wp}{Vp}$$

Donde:

Vp = La velocidad promedio del peatón Constante (0.85 m/s)

W_p = Ancho a cruzar por el peatón

Comprobación de los tiempos

Para la comprobación de los tiempos del diseño de semáforo, se debe hacer con mucho cuidado, ya que la suma de los tres tiempos de cada fase debe ser igual a ciclo.

$$Ct = G + Y + R = C$$

Reparto de Tiempos Verdes

Independientemente de lo que resulte de los cálculos, la duración del ciclo tiene que estar forzosamente comprendida entre los límites que fija la psicología del conductor. La práctica indica que ciclos menores de 35 segundos o mayores de 120 se acomodan difícilmente a la mentalidad del usuario de la vía pública.

En gran parte de los casos, la proximidad entre intersecciones obliga a que se adopte una misma duración de ciclo. Cuando las distancias entre intersecciones son grandes, es posible elegir ciclos distintos, pues se produce una dispersión de los vehículos que circulaban agrupados.

El caso más sencillo es aquel en que se pretende repartir un ciclo de una duración dada entre dos calles con una intensidad de tráfico conocida; para resolver el caso más desfavorable, se toma la que corresponde a los 15 minutos punta. La primera aproximación, que en muchos casos es suficiente, consiste en repartir el ciclo proporcionalmente a las intensidades máximas por carril de cada calle, como casi siempre el tráfico tiene unas características diferentes en cada calle, conviene también tener en cuenta el intervalo más frecuente con que se suceden los vehículos en cada vía. En este caso se hacen proporcionales los tiempos verdes al producto de las intensidades por carril y el intervalo más frecuente de los vehículos en cada calle.

El reparto así obtenido no se puede adoptar sin más análisis. En muchos casos hay que tener en cuenta el tiempo mínimo necesario para que los peatones atraviesen la calzada. Si ese tiempo mínimo necesario es mayor que el tiempo de paso asignado al movimiento que se realiza simultáneamente con el paso de peatones, habrá que modificar el reparto o el ciclo hasta que los peatones tengan tiempo suficiente para cruzar.

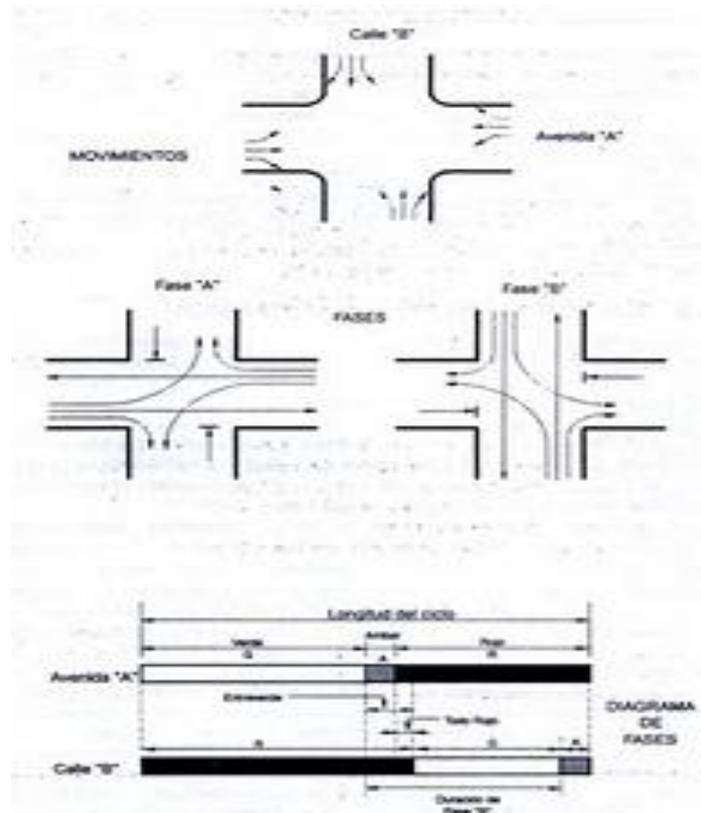


Figura N°1: Fases y diagrama de fases en una intersección con semáforo

Duración del tiempo amarillo

La utilización de la luz amarilla entre la verde y la roja se debe a que no es posible detener instantáneamente un vehículo. Su finalidad es avisar al conductor que va a aparecer la luz roja y que, por tanto, debe decidir si tiene tiempo para pasar antes que se encienda o si, por el contrario, no lo tiene y ha de frenar.

En muchos tratados de ingeniería de tráfico, se hace el cálculo de la duración del amarillo basándose en los dos supuestos siguientes:

- El tiempo de amarillo será igual o superior al requerido para frenar antes de la línea de detención.
- Si se ha entrado en la intersección, dará tiempo a atravesarla antes de que se encienda la luz roja.

Para que en todo momento se cumplan ambos supuestos habrá de tomar siempre el mayor de los valores que resulte de calcular el tiempo de amarillo con ambos criterios. A pesar de que los criterios antes indicados parecen muy razonables, como con la aplicación

de algunas fórmulas se llega generalmente a tiempos de amarillo muy largos, la mayoría de los autores recomiendan reducirlo a 3 ó 4 segundos, ya que la práctica indica que los valores teóricos generalmente obtenidos son menos eficaces que los más reducidos aconsejados por la experiencia.

La introducción de los tiempos de “todo rojo” hace innecesario incluir en el amarillo el tiempo de despeje, con lo cual el único valor que cuenta es el del tiempo de frenado.

La tendencia general es llegar a una duración del amarillo uniforme, con lo cual los conductores reaccionarán siempre de la misma forma y las únicas variables que intervendrán en su decisión serán la distancia a que se encuentran del semáforo y la velocidad a que circular.

La duración del amarillo, es un factor que hay que tener en cuenta, pues en los ciclos cortos puede llegar a representar un porcentaje apreciable del tiempo total. Con un tiempo amarillo de 3 segundos y un ciclo de 30, el semáforo está el 10 % del tiempo amarillo, mientras que si el ciclo es de 90 segundos sólo lo está el 3,3%.

Duración de las fases.

La determinación de las fases, es decir, de los movimientos que se pueden dar simultáneamente, depende de las características del tráfico y de la intersección. Los criterios generales que se aplican son los siguientes:

- El número de fases deber ser el menor posible. Con ello se reducen al mínimo los tiempos perdidos en cada ciclo.
- El número de movimientos simultáneos, sin conflicto entre sí, debe ser el máximo posible.
- El recorrido dentro de la intersección debe ser el más corto posible, para reducir los tiempos de despeje.

Si un ciclo consta de más de dos fases, se debe estudiar el orden en que se producen, ya que influye en la seguridad y en el rendimiento de la intersección. La duración del ciclo debe estar comprendida entre 35 y 120 seg, ya que unos valores menores producen una proporción excesiva de tiempos perdidos en la puesta en marcha de los vehículos al iniciarse las fases, y

unos valores superiores dan lugar a unos tiempos de espera superiores a los que normalmente admiten los conductores.

La duración de las fases verdes debe ser suficientemente larga para permitir a un vehículo ponerse en movimiento y atravesar la intersección, por lo que no deben establecerse fases verdes de menos de 7 s. La fase roja no debe ser excesivamente larga para evitar que alguno de los conductores que esperan se impacienten e intenten cruzar. Por ello, no deberían sobrepasarse los 100 s en una fase roja. En cuanto al período de luz ámbar, tiene como finalidad permitir que los vehículos que no tienen tiempo para pararse al encenderse la luz roja puedan atravesar la intersección antes de que empiecen a moverse los vehículos en los otros accesos. Suele dársele una duración de 3 a 5 s, ya que no conviene que sea muy largo para evitar que los conductores intenten pasar acelerando al máximo.

Coordinación de Semáforos.

Donde existan varios semáforos cercanos, es conveniente que su funcionamiento esté coordinado para evitar que los vehículos que atraviesan una intersección después de haber esperado el cambio de fase se vean obligados a detenerse en la intersección siguiente. Por tanto, el **desfase** o tiempo transcurrido entre los cambios de fase de semáforos sucesivos debe establecerse de forma que los vehículos puedan atravesar una serie de intersecciones sin verse obligados a sucesivas detenciones.

Para poder realizar la coordinación de un grupo de semáforos es necesario que todos ellos funcionen con el mismo ciclo. Aun en el caso de que este ciclo sea de duración variable, como en los semáforos accionados por el tráfico, en cada momento deberán estar funcionando los semáforos con un ciclo común.

En los semáforos de ciclo fijo se puede establecer fácilmente la misma duración del ciclo para todos los semáforos de una zona. En este tipo de semáforos se puede conseguir su coordinación a lo largo de una vía, estableciendo los desfases entre dos semáforos sucesivos de forma que un vehículo que atraviese el primer semáforo en el momento en que se inicia la fase verde llegue al segundo semáforo cuando ya esté en fase verde, y otro vehículo que pase el primer semáforo en el momento en que termina la fase verde llegue al segundo antes de que se encienda la luz roja, suponiendo que lleven una velocidad adecuada a las características de la vía. Sin embargo, y especialmente en las calles de doble sentido de circulación, no se suele

conseguir que todos los vehículos que entran en el primer semáforo con la luz verde lleguen al último sin haber tenido que detenerse. Lo que sí puede conseguirse es que los que llegan durante una parte de la fase verde del primer semáforo atraviesen toda la calle sin pararse.

Cuando se trata de semáforos accionados por el tráfico, el primer problema que se ha de resolver es conseguir que funcionen con un ciclo común. Evidentemente, esto no puede lograrse si los reguladores de cada intersección funcionan con independencia, por lo que es necesario conectar entre sí los reguladores. Si se trata de coordinar un pequeño número de ellos, se emplea un regulador maestro, que recibe información de todos los reguladores de las intersecciones y envía órdenes a estos últimos, estableciendo unos períodos de tiempo en los que no se puede cambiar de fase (aunque las condiciones en una intersección determinada lo pidan), para evitar que se produzca una falta de coordinación con los de las demás intersecciones, estableciéndose así un ciclo común para todos.⁷

⁷CAL Y MAYOR. Ingeniería de Tránsito fundamento y aplicaciones.⁷

3.2.8. INTERSECCIONES ROTATORIAS.

Podemos definir como intersecciones rotatorias aquellas que operan con circulación continua, en un sentido, alrededor de una isla central. En diferentes países reciben nombres distintos, tales como:

- Traffic circle en Estados Unidos
- Round – About en Inglaterra
- Redoma en Venezuela
- Rond Point en Argentina
- Place y Rond Point en Francia
- Glorieta en México y Colombia
- Rotonda en Bolivia

Por falta de consistencia y justificación para los nombres anteriores, los ingenieros han aceptado como nombre apropiado el de Intersecciones Rotatorias, mismo que ya se ha ido generalizando en la literatura técnica.

Para conocer mejor este tipo de intersecciones es conveniente conocer las diferentes partes que la componen. A la parte central, generalmente con tratamiento de jardín, se le llama isla central. A las pequeñas partes que se encuentran en la unión de la intersección con las calles que convergen, y generalmente son de forma triangular, se les llama isletas guadoras. Algunas de éstas pueden no ser apropiadamente isletas, sino formar parte de una faja separadora central de una calle convergente. A la distancia más corta entre dos isletas guadoras se le llama distancia de entrecruzamiento. La parte de arroyo de circulación alrededor de la isla central se denomina calzada de la intersección. A las calles que convergen en la intersección se les llama ramas. Una arteria que cruza una intersección rotatoria representara dos ramas. Cada calle convergente tiene una entrada y una salida de la intersección, a menos que sea de un solo sentido de circulación.

Generalmente la circulación de las intersecciones rotatorias se efectúa en el sentido a las manecillas del reloj, excepto en Gran Bretaña y los países que tienen influencia de aquél.

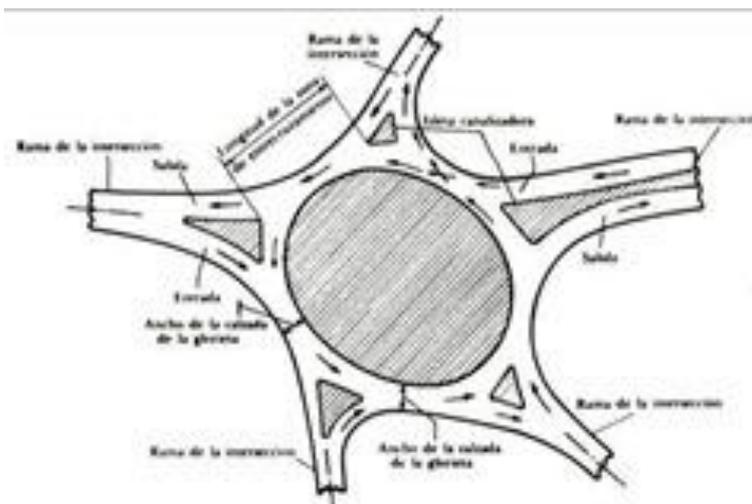


Figura N°2: Términos empleados en el proyecto de rotondas

Las intersecciones rotatorias fueron creadas por los urbanistas que cruzaron calles diagonales a través de una traza urbana ortodoxa, como lo puede ser la de cuadrícula rectangular. Una breve cronología podría ubicar en el tiempo las intersecciones rotatorias como sigue: El tercer plan urbanístico que trazó J. Evelyn en 1784 para la parte de Londres destruida por el incendio de 1666 ya contemplaba calles diagonales e intersecciones rotatorias. El plan que Jefferson y Washington le aprobaron a su urbanista Charles P. L'Enfant, en 1791, dio lugar a la traza actual del centro de Washington. Más tarde, en 1853 Napoleón III auspició al Barón Georges E. Asuman el trazo de los grandes boulevares que originaron las actuales plazas e

intersecciones de París. Estos trabajos urbanísticos dieron lugar a intersecciones rotatorias que se tornaron famosas, tales como Columbus Circle y Dupont Circle, en Washington, y Place de L'Etoile, Place de la Bastille, Rond Point des Champs Elysees, en Paris.

La mayor parte de las intersecciones rotatorias, tanto en Europa como en América, fueron concebidas y trazadas antes de la era del automóvil. Originalmente se les concibió como un motivo de ornato y de señorío. Además, no faltó quien les viera posibilidades como emplazamiento de artillería en casos de motines populares. Fundamentalmente las intersecciones rotatorias han alojados monumentos (Arco del Triunfo, estatuas, obeliscos) o arbolado y jardinería para embellecimiento de la ciudad.

Ya en la época del vehículo motor se han vuelto a construir intersecciones rotatorias, en algunos casos con la idea de evitar maniobras de cruce directo y, en otros, para emplazar algún monumento. Sin embargo, es conveniente citar lo que dice al respecto la publicación Práctica Vial en los Estados Unidos de América al referirse a las intersecciones rotatorias. A través de ese libro la máxima autoridad vial en ese país manifestaba: “Debido a las superficies relativamente grandes que requieren su desarrollo; las distancias adicionales de recorrido en ellas; la necesaria reducción de velocidad para todos los vehículos que entran a ella y la limitada capacidad de las zonas de entrecruzamiento, ya no se proyectan intersecciones rotatorias, salvo en casos especiales”.

Por otra parte parece haber un límite al volumen de tráfico que puede manejar una intersección rotatoria, por lo que muchas soluciones de cruceros han derivado a intersecciones a desnivel o a canalizaciones con semáforos. La Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Vialidad establece, en su libro sobre normas de proyecto geométrico que “Un volumen total de 3000 vehículos/hora de entrada en todas las ramas de la intersección parece ser la máxima capacidad práctica de las intersecciones rotatorias bien proyectadas”.

Es muy conveniente precisar cuáles son los aspectos positivos y negativos de las intersecciones rotatorias, ya que así será más fácil comprender la conveniencia o inconveniencia de su aplicación. De acuerdo con la Asociación Americana de Funcionarios Estatales de la Vialidad (American Association of State Highway Officials) se tienen los siguientes:

3.2.8.1. VENTAJAS:

- Permiten un flujo ordenado y continuo, con bajos volúmenes, sin demoras por paradas.
- Con un buen diseño los movimientos de entrecruzamiento reemplazan a las intersecciones simples a nivel, disminuyendo los conflictos. Las entradas y salidas se efectúan con movimientos convergentes y divergentes, en ángulos reducidos.
- La mayoría de los accidentes que ocurren son de menor envergadura, generalmente causando solo daños materiales.
- Se permiten todos los movimientos, aunque se requiere de distancias adicionales de recorrido para todos excepto para las vueltas a la derecha.
- Son especialmente indicadas para intersecciones de cinco o más ramas.
- Cuestan menos que un paso a desnivel con todas sus rampas en la misma superficie. Sin embargo, la capacidad de la intersección rotatoria generalmente será bastante más reducida.

3.2.8.2. DESVENTAJAS:

- Una intersección rotatoria no puede alojar más tráfico que una intersección canalizada bien proyectada. En muchos casos las intersecciones rotatorias han sido convertidas a intersecciones canalizadas, resultando en una mejor operación.
- La intersección rotatoria deja de operar satisfactoriamente cuando dos o más ramas, especialmente si tienen cuatro o más carriles, registran volúmenes de tráfico que se acercan a su capacidad, al mismo tiempo.
- Generalmente requieren mayor derecho de vía y longitud de calzada, costando más, que las otras intersecciones a nivel.
- La gran superficie requerida limita su uso en zonas de mucha construcción.
- Como generalmente se requiere de terreno plano, en condiciones de topografía irregular puede resultar poco práctico construirlas.
- No son convenientes en ubicaciones con altos volúmenes de tránsito de peatones. Para dar paso a éstos, se requiere violar el requisito de flujo continuo. En algunas de estas intersecciones se presentan muchos atropellamientos.
- Pueden llegar a tener grandes dimensiones cuando conectan arterias de alta velocidad, para poder proporcionar las distancias de entrecruzamiento entre las ramas, o bien donde

hay más de 4 ramas. Las intersecciones rotatorias grandes significan mayores distancias de recorrido, que deben ponderarse contra las demoras en intersecciones canalizadas.

- Para una operación óptima se requiere de un señalamiento apropiado, efectivo día y noche. un señalamiento que evite confusiones a los usuarios no habituados es difícil de lograr.
- El costo de la iluminación y la jardinería deberá ponderarse contra lo que de ellas requiera una intersección canalizada.
- Podría agregarse que, si bien es cierto que resultan agradables cuando se les dota de plantas y flores, dando un toque de belleza a una ciudad, cuando se utilizan para ubicar en ellas monumentos o estatuas no se logran los propósitos de que las admire el público o sirvan como motivo educativo o turístico, ya que es difícil y peligroso para los peatones acercarse y los conductores están demasiado ocupados sorteando los peligros del tráfico para fijarse en ellos.

3.2.8.3. TIPOS DE INTERSECCIONES ROTATORIAS

Se pueden encontrar intersecciones rotatorias de tres, cuatro o más ramas, simétricas y asimétricas, circulares o alongadas. Las anteriores condiciones físicas dependen del número y posición de las calles convergentes. Cuando, por necesidades del tráfico, una rotonda ha sido cortada, deja de tener movimiento continuo, como ya se dijo, y debe ser considerada como intersección canalizada

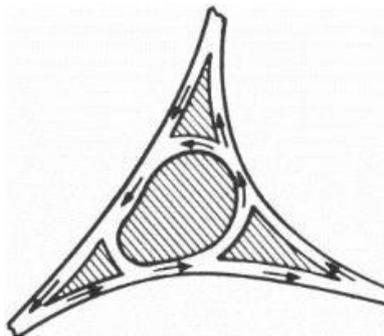


Figura N°3: Intersección rotatoria de tres ramas

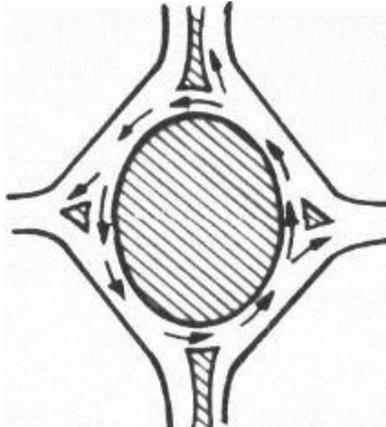


Figura N°4: Intersección rotatoria de cuatro ramas

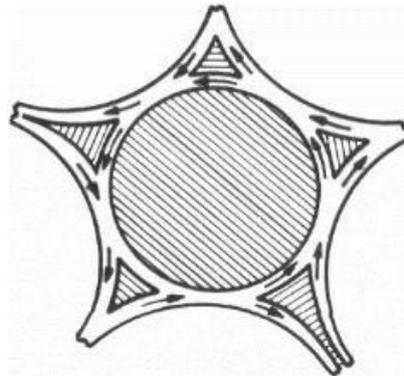


Figura N°5: Intersección rotatoria de cinco ramas

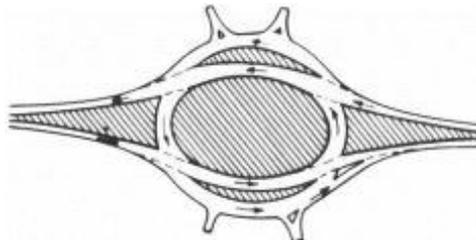


Figura N° 6 Intersección rotatoria convertida a canalizada con vuelta izquierda directa

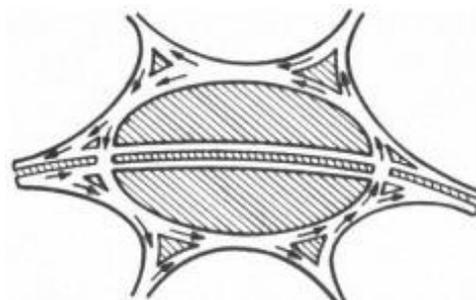


Figura N° 7 Intersección rotatoria convertida a canalizada, con vuelta izquierda indirecta

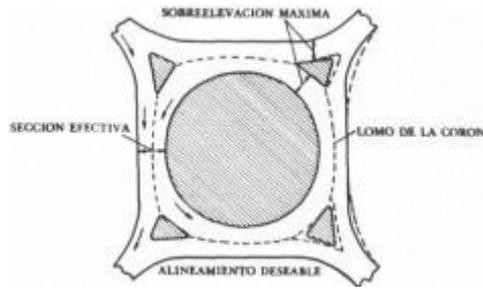


Figura N° 8: Intersección rotatoria simétrica de planta cuadrada



Figura N° 9: Intersección rotatoria simétrica de planta circular

Existen intersecciones que realmente no se pueden considerar como intersecciones rotatorias, cuando la isla central es demasiado pequeña. En esos casos es muy probable que se requiera un control por medio de señales o de semáforos. Desde 1947 en Estados Unidos se consideraba como rotatoria una intersección únicamente en los casos en que el radio de cualquier parte de la isla central tuviera cuando menos 22.5 metros.

Las rotondas circulares, trazadas en proyecto mediante círculos concéntricos, no responden a las necesidades del tráfico y solo representan el “dibujismo” que, infortunadamente, no resuelve el problema de estas intersecciones.

Entre los elementos mas importantes que se deben considerar en el proyecto de intersecciones rotatorias, están los siguientes:

Velocidad.- Los vehículos deben poder circula a una velocidad uniforme para poder mezclarse con los otros y salir sin mayores problemas. Debe seleccionarse de antemano una velocidad de proyecto, la que debe guardar relación con las velocidades de las calles convergentes. No debe exigirse una reducción de velocidad demasiado fuerte al entrar a la intersección, ya que aumentarían los riesgos y se afecta la eficiencia de la operación.

La experiencia original en la operación de este tipo de intersecciones indicó que eran eficientes con velocidades de 25 Km/h a 40 Km/h. En cambio, en carreteras esas velocidades no eran deseables, sino que se vio que se requieren velocidades que se acerquen a la velocidad de promedio en las carreteras convergentes. Para velocidades de proyecto mayores de 65 Km/h, las intersecciones rotatorias requerirán dimensiones muy grandes. Por ejemplo, para 65 Km/h se requiere de 130 m. Este radio en la parte interna de la calzada de la intersección significa un diámetro total del orden de los 300 m. El tamaño muchas veces resultara prohibitivo.

Lo anterior explica por qué en las carreteras modernas, con una velocidad de proyecto alta, no se usan intersecciones rotatorias, quedándose éstas para los caminos secundarios.

Zona de entrecruzamiento.- Esta zona puede ser de cruces simples, múltiples de un solo lado, o de los dos, según el proyecto. Generalmente esta zona permite un movimiento cruzado y dos que no lo son. Los cruces se realizan en la parte más angosta de la calzada. La longitud y la anchura de la zona de entrecruzamientos determina la capacidad de la misma. Con base en la información contenida en el Manual de Capacidad de Carreteras hay una relación entre la longitud de esta zona, la velocidad de operación y el volumen de vehículos que se cruzan.

Para poder determinar la relación entre el volumen de vehículos que se cruzan y la longitud de la zona de entrecruzamiento, puede recurrirse a una gráfica que se ha determinado en forma empírica y que relaciona los volúmenes que se cruzan con la longitud del tramo requerido de entrecruzamiento, y con diferentes valores de lo que se ha llamado el Factor de Influencia de Entrecruzamiento. Este factor varía según la calidad del flujo y ésta se mide por los factores de volumen de servicio máximo y velocidad de operación. así, para diferentes rangos de velocidad y del volumen se tiene diversos Factores de Influencia.

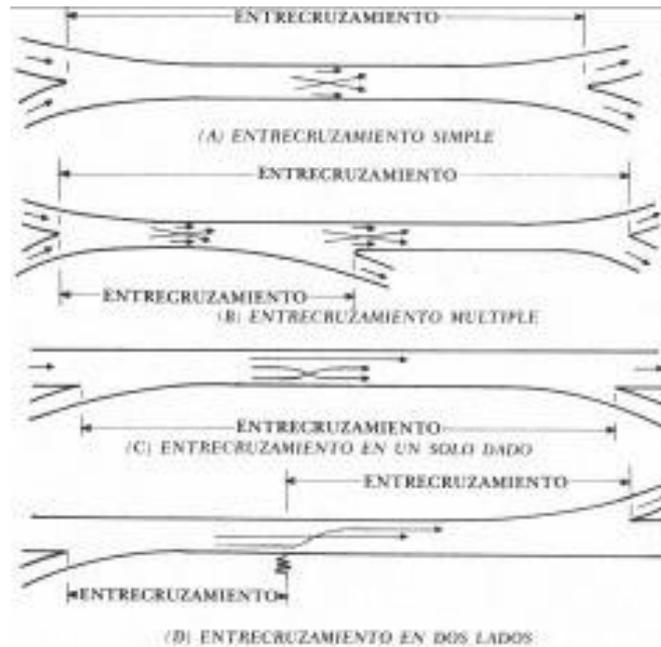


Figura N° 10 Tipos de entrecruzamiento

La isla central.- El proyecto de la isla central es gobernado por la velocidad de proyecto de la intersección rotatoria, el número y la ubicación de las ramas y las longitudes necesarias para el entrecruzamiento. La intersección se proyecta buscando la unión de la entrada de una rama con la salida de la siguiente, mediante la zona de entrecruzamiento más corta posible. Ciertas condiciones físicas locales pueden exigir que se dé alguna forma especial a la isla central.

El mejor procedimiento es plantear las ramas en un plano a escala. A continuación deben trazarse las longitudes necesarias de entrecruzamiento para los volúmenes de la hora de máxima demanda en cada una de ellas. Estas distancias se plantean como rectas. Después, se traza el polígono, dejando la anchura de la calzada centrada en las rectas anteriores. En este polígono interior habrá que ajustar las distancias y las curvas que unen las tangentes, con un radio adecuado a la velocidad de proyecto.

Cuando los volúmenes de tráfico son elevados en una rotonda esta falla, principalmente por falta de distancia para los movimientos cruzados.

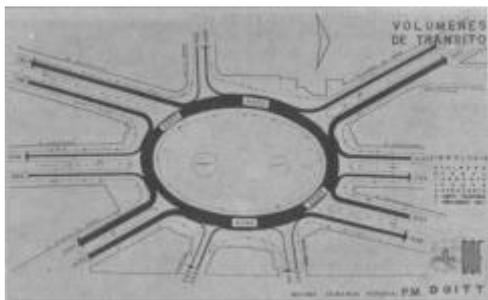


Figura N° 11 Ejemplo del trazado de volúmenes de tráfico en una rotonda

Anchura de la calzada.- La anchura de la calzada debe tener la capacidad necesaria para alojar los volúmenes de tráfico máximos que se esperan. Generalmente la anchura de la calzada variará en las diferentes zonas de entrecruzamiento de la intersección. Sin embargo, la anchura mínima del tramo crítico gobernará el diseño. La anchura mínima se ha fijado en dos carriles de 3.60 m cada uno. Generalmente, la anchura mínima debe ser igual, o exceder, a la mitad de la anchura total de la rama más ancha, adicionada de un carril más. Normalmente, la anchura máxima recomendada en zonas rurales es de cuatro carriles.

Para el cálculo del ancho necesario, medida en número de carriles, ya se citó la fórmula que relaciona los volúmenes de tráfico, el Factor de Influencia y el Volumen de Servicio. Con respecto a este último valor Volumen de Servicio (VS), deben usarse cifras de 800 a 1000 automóviles equivalentes por hora, por carril, para condiciones normales.

El alineamiento de la calzada debe permitir los cruzamientos y las vueltas derechas sin curvas inversas forzadas. De no lograrse esto habrá zonas sin uso y la anchura efectiva será menor.

Entradas y salidas.- La operación de la intersección rotatoria depende en mucho del comportamiento de los conductores a la entrada y salida de la misma. La corriente que entra puede realizar su movimiento convergente con eficiencia y seguridad si su velocidad es aproximadamente igual a la de la calzada. Esto se logra reduciendo la velocidad de la corriente de llegada y proyectando los accesos para una velocidad semejante a la de la calzada.

Las salidas deben tener un diseño tan bueno como el de la calzada y, de ser posible, permitir una mejor velocidad de salida, para fomentar el desalojo de la calzada.

Isletas guadoras.- Estas isletas, que dividen las entradas de las salidas en las ramas, afectan directamente la operación de la calzada. Su correcto diseño determinara los ángulos de convergencia de las corrientes de entrada. Las isletas, las salidas y las entradas se proyectan simultáneamente. Las isletas deben tener dimensión suficiente y deben proyectarse adecuadamente a la trayectoria de los vehículos, así como para poder alojar señales, semáforos, postes de iluminación y para servir de refugio al peatón.

Sobre – elevación del pavimento.- En función de los radios y la velocidad de proyecto se deben proyectar las sobre - elevaciones del pavimento en las entradas, las salidas y en la calzada de la intersección rotatoria. Es difícil, en la práctica, lograr las sobre – elevaciones necesaria debido a curvaturas encontradas, que obligan a la construcción de “lomos”, donde la sobre – elevación cambia de pendiente. En estos casos es recomendable mantener dentro de ciertos límites la diferencia algebraica de las pendientes transversales, como sigue:

Tabla N° 9: Diferencia algebraica de las pendientes transversales

Velocidad de proyecto en la calzada (Km/h)	máxima diferencia algebraica de pendientes
40 – 50	0.06 – 0.07
50 – 65	0.05 – 0.06

Fuente: CAL Y MAYOR. Ingeniería de Tránsito fundamento y aplicaciones

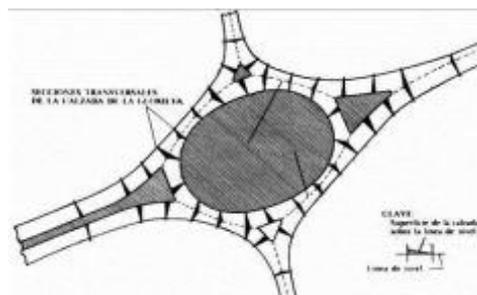


Figura N°12 Pendiente transversal de la calzada

Distancias de visibilidad y pendientes.- Las distancias de visibilidad en las entradas deben ser suficientes para permitir a los conductores el tiempo necesario de reacción antes de incorporarse en la corriente de tráfico de la calzada. Esta distancia debe ser mayor que la distancia de visibilidad de parada correspondiente a la velocidad de proyecto de la rama, en su entrada.

En todo el desarrollo de la intersección se debe procurar tener poca o nula pendiente, a fin de que ésta no obligue a reducciones de velocidad. Las pendientes longitudinales, en caso de existir no deben ser de más del 3%.

Arquitectura del paisaje y monumentos.- Como parte integral del proyecto de la intersección rotatoria se debe incluir la arquitectura del paisaje, especialmente de la isla central. Debe recordarse que la esencia de la operación en estas intersecciones depende de la reducción de la velocidad de arribo, más la selección de la trayectoria adecuada dentro de la calzada. El diseño adecuado del paisaje puede ayudar mucho en estos objetivos. Por ejemplo, el color contrastante y la textura del paso que cubre una isla o, visto a distancia, o un agrupamiento de árboles que sigue el alineamiento del camino de acceso, robustecen la necesidad de un giro y advierten la necesidad de reducir la velocidad.

La plantación de árboles o arbustos que interfieren con la distancia de visibilidad puede ser un error, que debemos evitar. Por consiguiente es de desearse que quede un espacio libre alrededor de la isla central sin arbustos.

Otra forma de llamar la atención de los conductores hacia la existencia de la isla central es la de elevar el nivel de la isla, en forma gradual, hacia el centro. Esta elevación, lo mismo que los arbustos, ayudan a reducir el deslumbramiento por las luces de los vehículos que llegan en sentido contrario. Sin embargo, debe evitarse la creación de obstáculos peligrosos en línea directa de una calle convergente, tales como barreras de árboles, postes o muros, debiendo quedar éstos al lado izquierdo de la isleta guiadora, con referencia a un vehículo que entra en la intersección.

Por lo que respecta a los monumentos debe aclararse que mucho se ha abusado de las intersecciones rotatorias para ubicar monumentos y no debe considerarse esto una práctica aconsejable. Los monumentos nos recuerdan a una persona o un hecho notable. Para que llenen plenamente su propósito deben estar al alcance público, especialmente de los escolares, de los turistas y de las personas que no han tenido mucho acceso a la cultura.

Muchos monumentos requieren, además, cierto espacio y acceso fácil y seguro, para ceremonias de recordación. Deben considerarse, no solo como objeto para adornar el paisaje

urbano, sino motivo de homenaje y medio didáctico para dar justo reconocimiento a los próceres y a los hechos sobresalientes.

Es fácil darse cuenta de que los monumentos colocados en muchas intersecciones rotatorias, o que alguna vez fueron rotatorias, han quedado en situación desfavorable. Debido a los riesgos del tráfico nadie los visita; los conductores ni los miran por estar atentos al manejo de sus vehículos, y los turistas se hacen conjetura sobre la identidad del personaje o del grupo escultórico. ¿No será mejor ubicar nuestros monumentos dentro de los parques públicos o en explanadas cívicas con un resumen explicativo de la razón del monumento, en una placa con un resumen explicativo de la razón del monumento, en una placa grabada, que lleve un mensaje didáctico al pueblo y a los visitantes?

Análisis de operación.- Muy frecuente nos vamos a encontrar en la necesidad de analizar las condiciones de operación de intersecciones rotatorias que acusan fallas. ¿Cómo podremos saber qué elementos de la intersección fallan y porqué?

Para analizar la intersección empezaremos por llevar a cabo los recuentos de volúmenes de tráfico en las ramas y en varios puntos de la calzada. Mediante recuentos de 24 horas, o cuando menos de las 16 horas más importantes del día, conoceremos la hora de máxima demanda. Por lo general será interesante considerar la hora de máxima demanda en la mañana así como la de la tarde.

Una vez determinada la hora de máxima demanda debemos obtener los movimientos direccionales, ya que sin ellos no podemos conocer la magnitud de los movimientos que se cruzan en la calzada. Conviene recordar que es necesario convertir los volúmenes a automóviles equivalentes, por lo que conviene formar un muestreo de la composición, precisando los porcentajes de camiones y autobuses.

Será necesario llevar a cabo un pequeño estudio de Origen y Destino en la hora de máxima demanda. Usualmente el método de la lectura de placas será el indicado, ya que únicamente se requiere saber la rama de entrada y la rama de salida y no se interfiere con el tráfico. Con este estudio se podrán determinar y dibujar los diagramas de los movimientos direccionales, destacando su trayectoria y su magnitud. Con ayuda de dichos diagramas se determina qué

movimientos pasan sin cruzarse con otros y cuáles deben mezclarse en cada zona de entrecruzamiento.

A falta del dato de las velocidades de proyecto de las ramas y de la calzada, se deberán hacer mediciones de la Velocidad de Punto. Sería conveniente hacer las mediciones en las entradas de la intersección y al centro de las zonas de entrecruzamiento, calculando los promedios.

El volumen de tráfico en la hora de máxima demanda se considerará como el Volumen de Servicio. Con este dato y el anterior, de Velocidad, se determina el Factor de Influencia, que se citó al hacerse referencia a las distancias de entrecruzamiento. Con dichos valores se entra en la gráfica y se determina qué longitud debe tener la zona de entrecruzamiento para las condiciones encontradas.

En muchos casos se encontrará que la distancia de entrecruzamiento es insuficiente, debido a un aumento no previsto en los volúmenes de tráfico o a la falla de proyecto. Otras veces se encontrará que no hubo proyecto alguno y se construyó con base en un mero dibujo.

Usando la fórmula contenida en la misma gráfica debe verificarse si la anchura de la calzada es adecuada. Como Volumen de Servicio puede usarse el de la hora de máxima demanda, excepto en el caso de que se presente congestión, con paralización del flujo, como ocurre en algunos casos de falla.

En ese caso se puede tomar el valor sugerido entre 800 y 1000 automóviles/hora/carril. Con el resultado obtenido si la falla es de capacidad por número insuficiente de carriles.

Por otra parte, se deben investigar los accidentes ocurridos en la intersección en un período de 6 meses o, de preferencia, en un año. En ciertas intersecciones de este tipo es frecuente que se hayan registrado accidentes, como colisiones laterales, en las entradas. En otras pueden ser más frecuentes los atropellamientos, especialmente si la intersección está cerca de centros de trabajos y otras concentraciones humanas. Una alta incidencia de atropellamientos puede indicar la necesidad de establecer control en la intersección mediante la instalación de semáforos. Pero esto podría afectar severamente la operación de la intersección, a menos que, simultáneamente, se lleve a cabo la canalización, transformando la intersección.

Canalización y control.- Después de conocer las características de los distintos elementos que deben constituir las intersecciones rotatorias es fácil darse cuenta por qué casi todas las que existen en zonas urbanas han tenido que ser canalizadas y controladas mediante semáforos. En general se han logrado dos cosas: mejorar condiciones de seguridad, tanto para peatones como conductores, y una operación más ordenada. En algunos casos las condiciones de capacidad han mejorado.

La canalización de una ex – intersección rotatoria fundamentalmente exigirá que se dé prioridad al paso de la corriente mayor. Por ello es recomendable el corte de la isla central dando prioridad a su alineamiento. En algunos casos se requiere cortar a través de la isla central en dos direcciones que se cruzan. En casos de altos volúmenes de tráfico se requerirá la construcción de un paso a desnivel.

En general, al canalizar la intersección deben tratar de conservarse todos los movimientos de vueltas a la izquierda que sea posible. Quizá en algunos casos debe suprimirse algún movimiento. En situaciones extremas se ha recurrido a hacer alguna de las ramas de un solo sentido y de la intersección hacia fuera. Deben considerarse cuidadosamente las ubicaciones de semáforos y señales en el proyecto. Muchas veces las isletas de canalización deben proyectarse de manera que encaucen adecuadamente los movimientos, al mismo tiempo que faciliten la colocación de dichos dispositivos con la mayor visibilidad y el menor riesgo de constituirse en obstáculos. La programación de semáforos en estas intersecciones, una vez canalizadas es algo complejo.

Lo ideal sería lograrla con dos fases, pero muchas veces se requieren de más movimientos, que obligan a programar tres y hasta cuatro fases. Sin embargo, esta última solución no siempre da un buen resultado. En otros casos será conveniente subdividir la intersección en cruces secundarios, con control de semáforos interconectados.

Las intersecciones rotatorias que no trabajan han sido producto del “dibujismo” y deben ser objeto de un estudio para buscarles otra solución.

⁷CAL Y MAYOR. Ingeniería de Tránsito fundamento y aplicaciones. ⁷

CAPITULO II

IV. METODOLOGÍA.

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En la presente investigación se utilizaron los métodos: analítico y descriptivo.

Analítico, consiste en el análisis de hechos, fenómenos y casos. Se sitúa en el presente, pero no se limita a la simple recolección y tabulación de datos, sino que hace la interpretación y el análisis imparcial de los mismos con una finalidad pre-establecida.

El proceso que utiliza este método es el siguiente:

1. Identificación y delimitación precisa del problema
2. Recolección de datos
3. Elaboración de los datos (organización, clasificación, comparación e interpretación de los mismos)
4. Extracción de conclusiones
5. Redacción del informe final

Tipo de estudio:

Por el lugar donde se ejecutó la investigación es de campo, porque la misma se realizó en la ciudad de Riobamba, específicamente en la Av. Antonio José de Sucre en el tramo comprendido entre las calles Juan Montalvo y el Puente de Las Abras.

Por los objetivos alcanzados en la siguiente investigación es Descriptiva, porque en base a los resultados alcanzados se ha podido describir las causas que han incidido en la Accidentalidad vehicular en el lugar donde se efectuó la investigación.

Por el tiempo de duración de la investigación es longitudinal; porque la investigación se ejecutó en un tiempo definido, en este caso de Abril a Octubre del 2011.

Por la naturaleza y las características de la investigación, es no experimental, porque en el proceso de investigación no existió manipulación intencional de variables; es decir, el problema fue observado tal como se dio en el contexto.

4.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron en la presente investigación son:

La observación dirigida: Esta técnica de observación permite recabar información en el lugar mismo donde se efectuó la investigación; en este caso este instrumento se utilizó el Conteo Vehicular en la Av. Antonio José de Sucre en el tramo comprendido entre las calles Juan Montalvo y el Puente de Las Abras, en los puntos de conteo que fueron: Redondel del Colegio Combatientes de Tapi, Redondel Colegio Maldonado, Ingreso Principal a la Universidad Nacional de Chimborazo, Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH), como también se utilizó para determinar el Tipo de vehículo que transitaba por la vía citada anteriormente.

Estadísticas.- Los datos estadísticos proporcionados por la Dirección Nacional de Tránsito sirvieron para determinar el número de accidentes de tránsito que sucedieron en el lugar donde se ejecutó la investigación durante el período Abril a Octubre del 2011 y de este modo poder describir como la congestión vehicular ha incidido en la accidentalidad vehicular en el lugar donde se ejecutó la investigación.

4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la estimación del tráfico fueron desarrollados dos procedimientos diferentes: una es el conteo manual de vehículos en la zona de estudio, y otro para los viajes que tienen un origen y un destino en la zona de estudio (definido por las encuestas de origen - destino). Las encuestas Origen – Destino se realizaron una vez que se pudo determinar las horas de mayor tráfico a través de los conteos manuales.

Los focos de atracción son lugares a donde se dirige el mayor volumen de vehículos que transitan por la Av. Antonio José de Sucre.

Estos focos de atracción se determinan de las encuestas Origen – Destino (O-D) y serán localizadas según la división de la zona interna

4.4. POBLACIÓN:

Población: Riobamba es un Cantón que se encuentra poblado por 193.315 habitantes que representa el 47.9% de la población total de la Provincia; de los cuales la población urbana corresponde a 124.807 al 64.56%, mientras que la población rural que incluye la periferia de la Cabecera Cantonal es de 68.508 que representa el 35.44%, lo cual indica que la población rural es sumamente menor.

4.5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los resultados obtenidos en nuestra investigación van a hacer analizados a través del paquete informático contable Excel.

CAPITULO III

V. RESULTADOS.

5.1. RESULTADOS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN

La guía de observación se caracteriza por ser dirigida; es decir, que se aplicó en cuatro zonas específicas del proyecto, las cuales se nombran a continuación:

5.1.1. RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL REDONDEL DEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPI.

5.1.1.1. RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN

FECHA: Miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 10. Resumen de conteos por estación E1 COMIL miércoles 15 de junio 2011

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	643	35	30	708
8 A 9	499	10	18	527
9 A 10	449	10	17	476
10 A 11	484	17	10	511
11 A 12	498	15	16	529
12 A 13	606	35	31	672
13 A 14	398	22	11	431
14 A 15	321	22	17	360
15 A 16	363	21	7	391
16 A 17	399	26	9	434
17 A 18	447	23	8	478
18 A 19	589	37	35	661
SUMATORIA	5696	273	209	6178

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 11. Resumen de conteos por estación E2 COMIL miércoles 15 de junio 2011

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	286	17	14	317
8 A 9	214	11	5	230
9 A 10	215	11	5	231
10 A 11	224	6	6	236
11 A 12	254	7	7	268

12 A 13	290	20	15	325
13 A 14	208	10	4	222
14 A 15	215	5	7	227
15 A 16	233	4	3	240
16 A 17	218	5	6	229
17 A 18	216	5	4	225
18 A 19	284	23	15	322
SUMATORIA	2857	124	91	3072

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 12. Resumen de conteos por estación E3 COMIL miércoles 15 de junio 2011

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	740	49	65	854
8 A 9	673	39	32	744
9 A 10	669	37	52	758
10 A 11	634	30	55	719
11 A 12	565	35	47	647
12 A 13	742	49	62	853
13 A 14	659	39	42	740
14 A 15	683	30	42	755
15 A 16	653	38	55	746
16 A 17	677	34	54	765
17 A 18	682	27	44	753
18 A 19	757	53	72	882
SUMATORIA	8134	460	622	9216

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 13. Resumen de conteos por estación E4 COMIL miércoles 15 de junio 2011

ESTACIÓN 4				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	736	33	34	803
8 A 9	640	18	25	683
9 A 10	628	16	21	665
10 A 11	542	21	25	588
11 A 12	663	25	25	713
12 A 13	748	33	39	820
13 A 14	685	23	31	739
14 A 15	656	16	24	696
15 A 16	649	15	29	693
16 A 17	704	22	27	753
17 A 18	712	23	24	759
18 A 19	769	35	41	845
SUMATORIA	8132	280	345	8757

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 14. Resumen de conteos por estación E1 jueves 16 de junio 2011

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	739	29	32	800
8 A 9	560	8	22	590
9 A 10	594	11	21	626
10 A 11	532	18	14	564
11 A 12	528	15	21	564
12 A 13	681	31	34	746
13 A 14	443	23	11	477
14 A 15	322	21	19	362
15 A 16	377	18	6	401
16 A 17	444	21	8	473
17 A 18	452	20	9	481
18 A 19	703	35	34	772
SUMATORIA	6375	250	231	6856

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 15. Resumen de conteos por estación E2 COMIL jueves 16 de junio 2011

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	277	18	10	305
8 A 9	222	8	5	235
9 A 10	232	7	3	242
10 A 11	231	8	3	242
11 A 12	247	6	6	259
12 A 13	281	15	13	309
13 A 14	208	8	3	219
14 A 15	213	4	6	223
15 A 16	233	3	2	238
16 A 17	221	2	6	229
17 A 18	217	7	3	227
18 A 19	276	16	14	306
SUMATORIA	2858	102	74	3034

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 16. Resumen de conteos por estación E3 COMIL jueves 16 de junio 2011

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	750	42	37	829
8 A 9	653	32	23	708
9 A 10	635	32	24	691
10 A 11	638	27	21	686

11 A 12	651	25	19	695
12 A 13	753	40	35	828
13 A 14	645	31	24	700
14 A 15	711	30	23	764
15 A 16	665	31	21	717
16 A 17	641	31	19	691
17 A 18	676	30	21	727
18 A 19	766	43	38	847
SUMATORIA	8184	394	305	8883

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 17. Resumen de conteos por estación E4 COMIL jueves 16 de junio 2011

ESTACIÓN 4				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	607	19	31	657
8 A 9	637	14	26	677
9 A 10	530	16	20	566
10 A 11	443	12	23	478
11 A 12	525	13	22	560
12 A 13	626	20	33	679
13 A 14	558	15	22	595
14 A 15	583	14	23	620
15 A 16	547	18	20	585
16 A 17	554	17	20	591
17 A 18	549	17	19	585
18 A 19	610	21	36	667
SUMATORIA	6769	196	295	7260

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 18. Resumen de conteos por estación E1 COMIL viernes 17 de junio 2011

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	501	37	28	566
8 A 9	436	20	16	472
9 A 10	421	19	4	444
10 A 11	348	11	15	374
11 A 12	395	17	16	428
12 A 13	505	34	26	565
13 A 14	406	16	13	435
14 A 15	411	19	17	447
15 A 16	292	15	13	320
16 A 17	320	18	14	352
17 A 18	332	18	12	362

18 A 19	478	32	29	539
SUMATORIA	4845	256	203	5304

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 19. Resumen de conteos por estación E2 COMIL viernes 17 de junio 2011

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	273	10	9	292
8 A 9	251	6	6	263
9 A 10	226	3	4	233
10 A 11	233	6	3	242
11 A 12	252	4	5	261
12 A 13	290	10	7	307
13 A 14	208	6	3	217
14 A 15	214	4	6	224
15 A 16	233	3	2	238
16 A 17	217	2	6	225
17 A 18	211	7	3	221
18 A 19	275	9	11	295
SUMATORIA	2883	70	65	3018

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 20. Resumen de conteos por estación E3 COMIL viernes 17 de junio 2011

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	807	41	63	911
8 A 9	730	32	41	803
9 A 10	686	30	44	760
10 A 11	659	27	48	734
11 A 12	662	32	44	738
12 A 13	782	40	60	882
13 A 14	645	32	39	716
14 A 15	721	23	40	784
15 A 16	699	31	50	780
16 A 17	650	31	50	731
17 A 18	721	34	43	798
18 A 19	807	42	62	911
SUMATORIA	8569	395	584	9548

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 21. Resumen de conteos por estación E4 COMIL viernes 17 de junio 2011

ESTACIÓN 4				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	663	29	50	742
8 A 9	594	17	40	651
9 A 10	587	19	35	641
10 A 11	551	19	36	606
11 A 12	537	16	34	587
12 A 13	666	33	49	748
13 A 14	519	23	39	581
14 A 15	543	18	38	599
15 A 16	511	17	35	563
16 A 17	519	21	39	579
17 A 18	578	23	38	639
18 A 19	674	30	49	753
SUMATORIA	6942	265	482	7689

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 22. Resumen de conteos por estación E1 COMIL sábado 18 de junio 2011

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	452	31	29	512
8 A 9	370	9	21	400
9 A 10	358	9	19	386
10 A 11	377	15	17	409
11 A 12	397	20	17	434
12 A 13	434	30	34	498
13 A 14	356	15	16	387
14 A 15	355	18	17	390
15 A 16	334	22	16	372
16 A 17	377	21	17	415
17 A 18	371	18	17	406
18 A 19	441	33	35	509
SUMATORIA	4622	241	255	5118

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 23. Resumen de conteos por estación E2 COMIL sábado 18 de junio 2011

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	321	13	11	345
8 A 9	278	7	4	289

9 A 10	239	5	3	247
10 A 11	217	4	4	225
11 A 12	258	4	6	268
12 A 13	292	11	12	315
13 A 14	201	4	3	208
14 A 15	229	3	5	237
15 A 16	233	2	2	237
16 A 17	223	2	5	230
17 A 18	211	5	2	218
18 A 19	285	12	12	309
SUMATORIA	2987	72	69	3128

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 24. Resumen de conteos por estación E3 COMIL sábado 18 de junio 2011

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	690	40	51	781
8 A 9	643	28	35	706
9 A 10	652	29	32	713
10 A 11	642	27	33	702
11 A 12	518	23	30	571
12 A 13	688	43	45	776
13 A 14	604	26	35	665
14 A 15	601	30	34	665
15 A 16	517	34	28	579
16 A 17	524	31	31	586
17 A 18	648	29	27	704
18 A 19	700	48	47	795
SUMATORIA	7427	388	428	8243

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 25. Resumen de conteos por estación E4 COMIL sábado 18 de junio 2011

ESTACIÓN 4				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	748	28	48	824
8 A 9	695	21	37	753
9 A 10	691	19	36	746
10 A 11	681	18	35	734
11 A 12	635	18	36	689
12 A 13	743	27	45	815
13 A 14	640	20	34	694
14 A 15	615	19	37	671
15 A 16	594	18	36	648
16 A 17	598	20	37	655

17 A 18	686	19	33	738
19 A 20	757	27	51	835
SUMATORIA	8083	254	465	8802

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.1.2. PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO POR DÍA

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

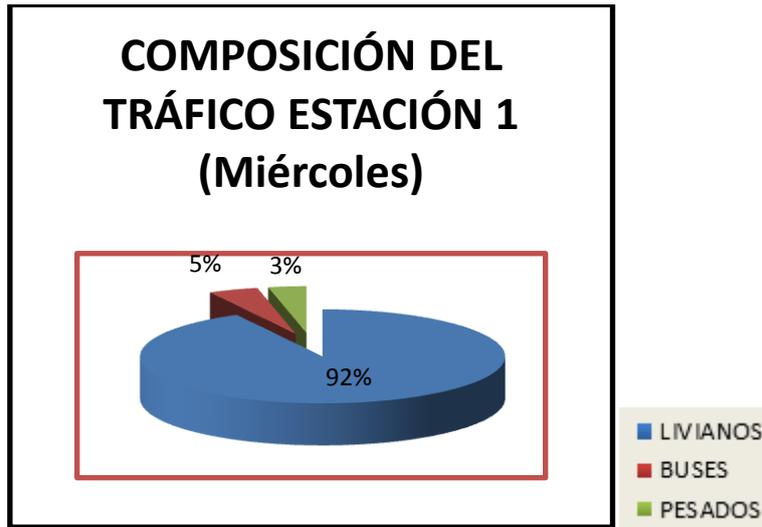


Gráfico N° 3 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 COMIL miércoles 15 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

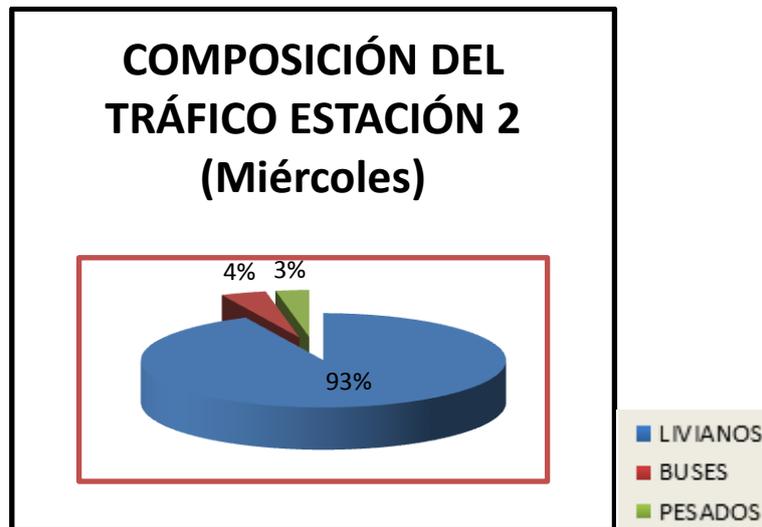


Gráfico N° 4 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 COMIL miércoles 15 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

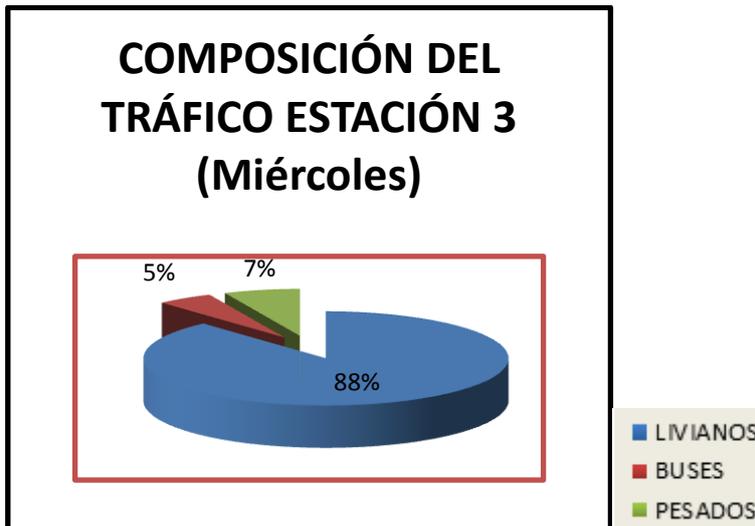


Gráfico N° 5 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 COMIL miércoles 15 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

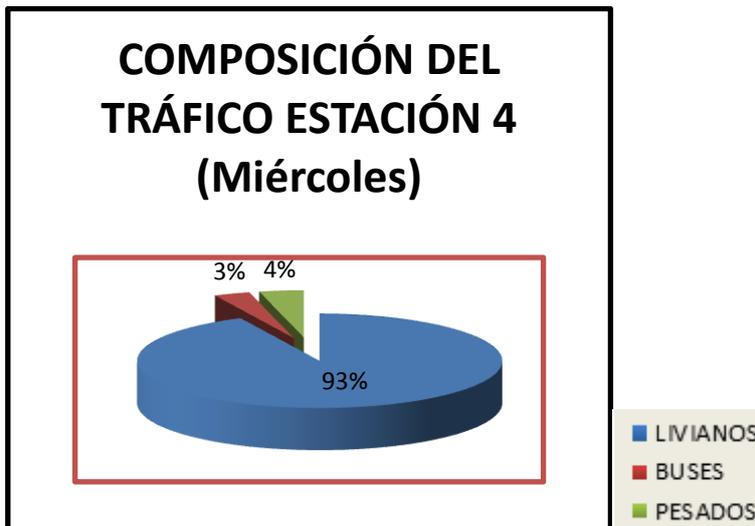


Gráfico N° 6 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 4 COMIL miércoles 15 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: jueves 16 de junio del 2011.

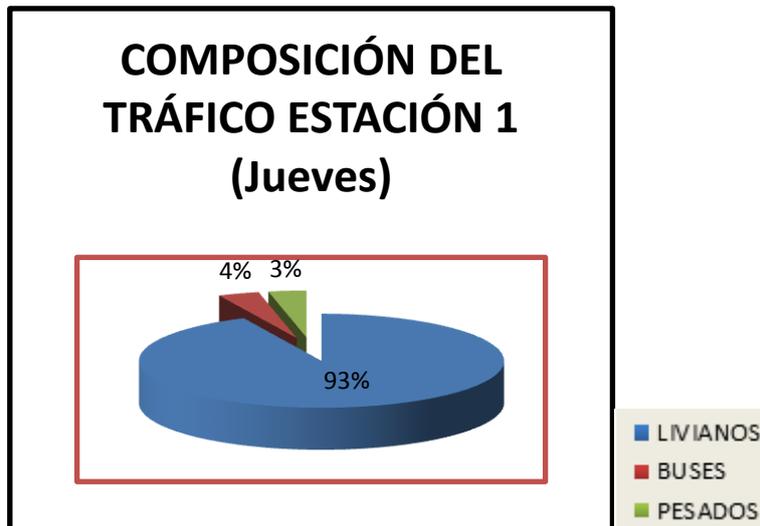


Gráfico N° 7 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 COMIL jueves 16 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

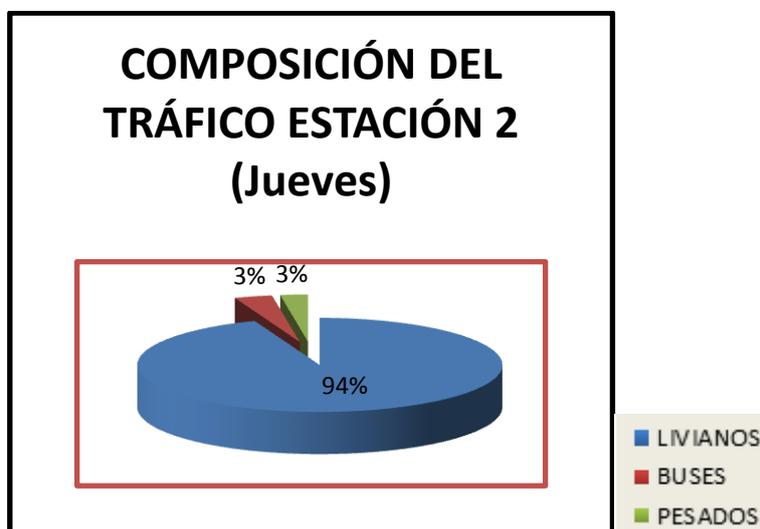


Gráfico N° 8 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 COMIL jueves 16 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

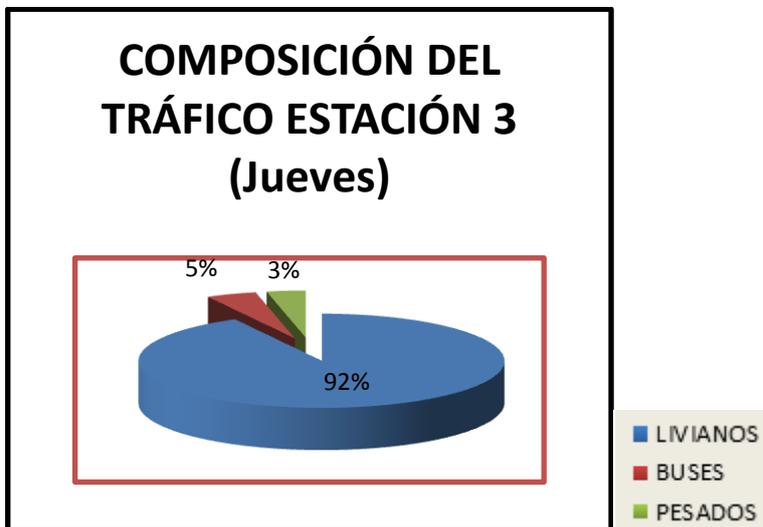


Gráfico N° 9 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 COMIL jueves 16 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

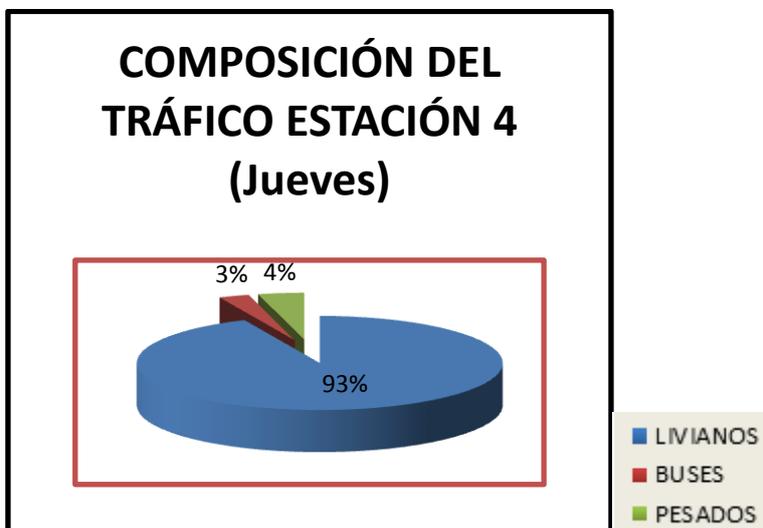


Gráfico N° 10 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 4 COMIL jueves 16 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: viernes 17 de junio del 2011.

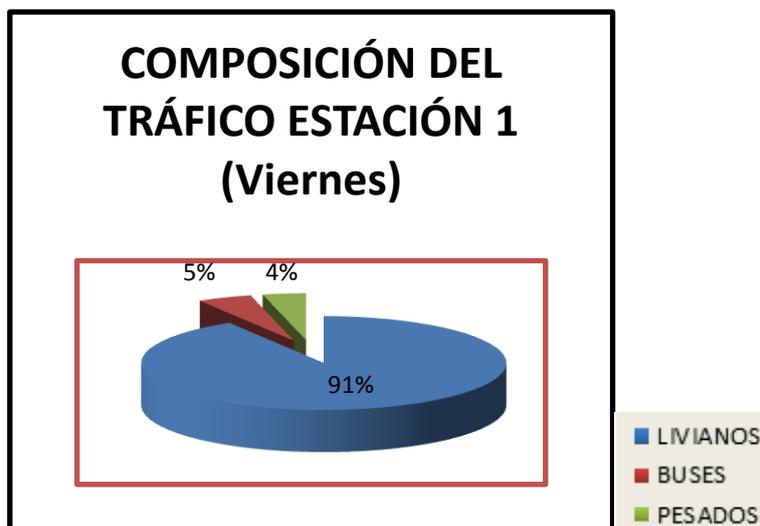


Gráfico N° 11 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 COMIL viernes 17 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

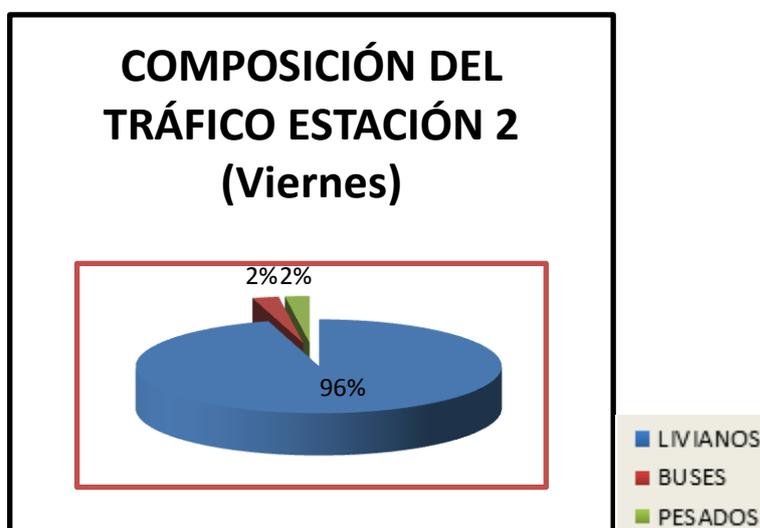


Gráfico N° 12 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 COMIL viernes 17 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

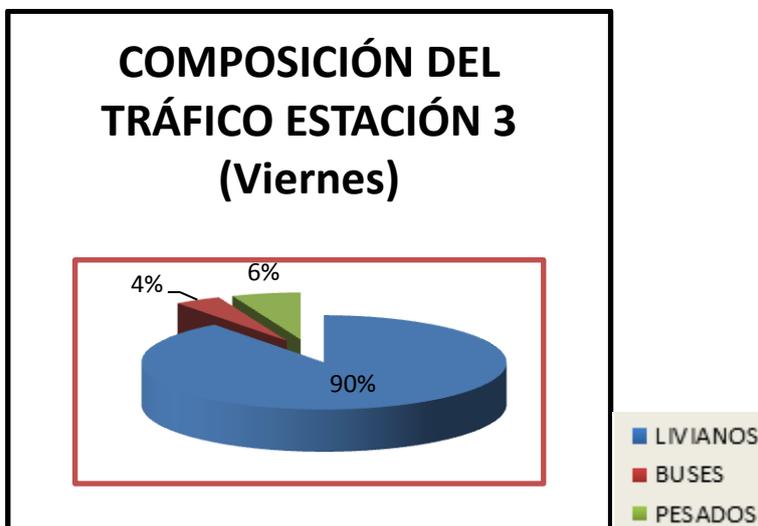


Gráfico N° 13 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 COMIL viernes 17 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

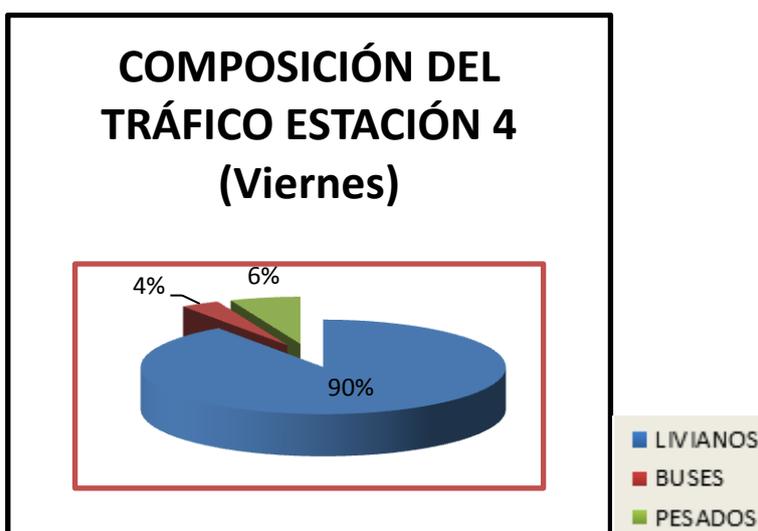


Gráfico N° 14 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 4 COMIL viernes 17 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: sábado 18 de junio del 2011.

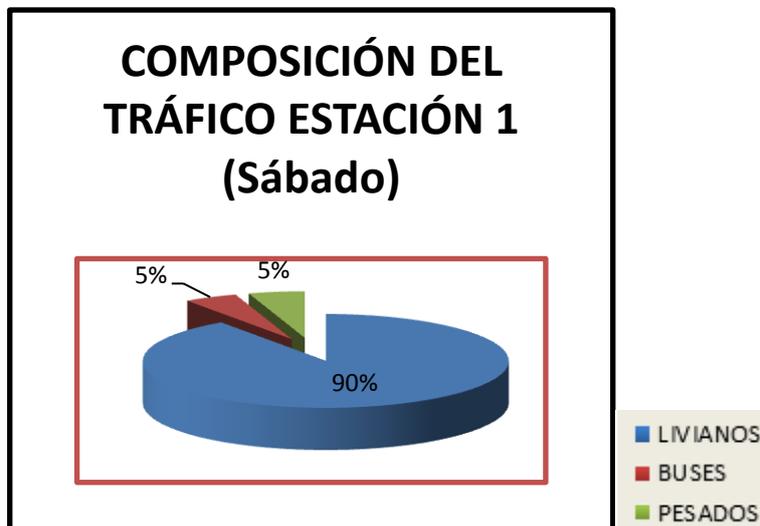


Gráfico N° 15 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 COMIL sabado 18 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

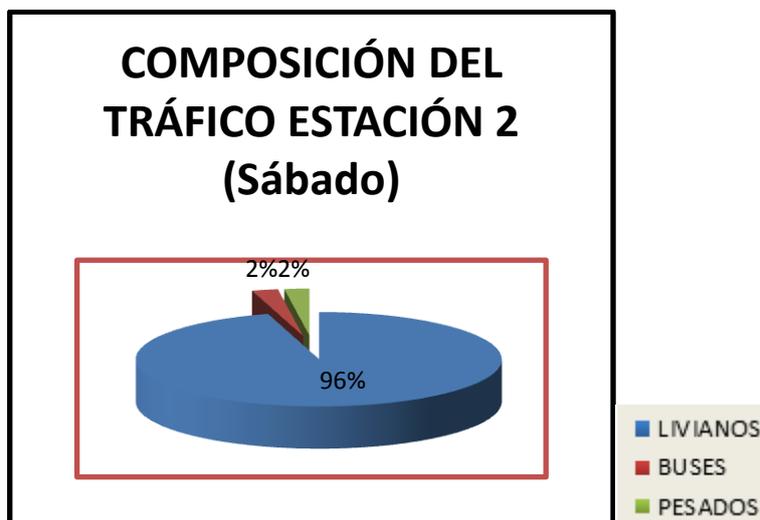


Gráfico N° 16 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 COMIL sabado 18 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

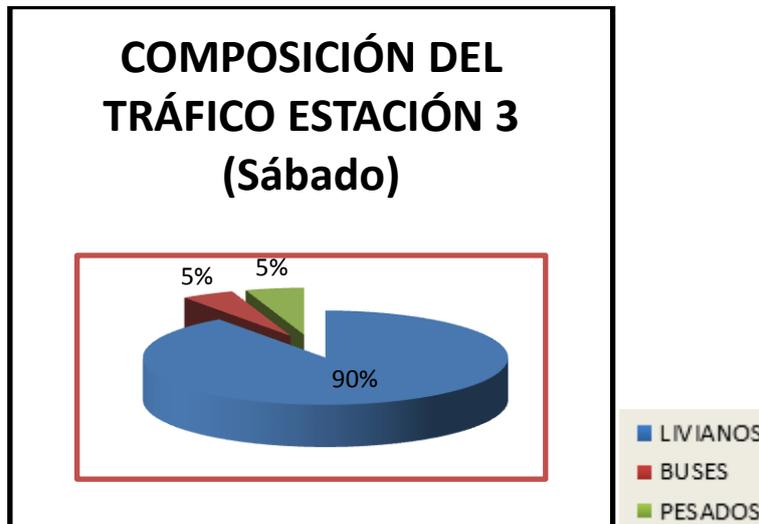


Gráfico N° 17 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 COMIL sabado 18 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

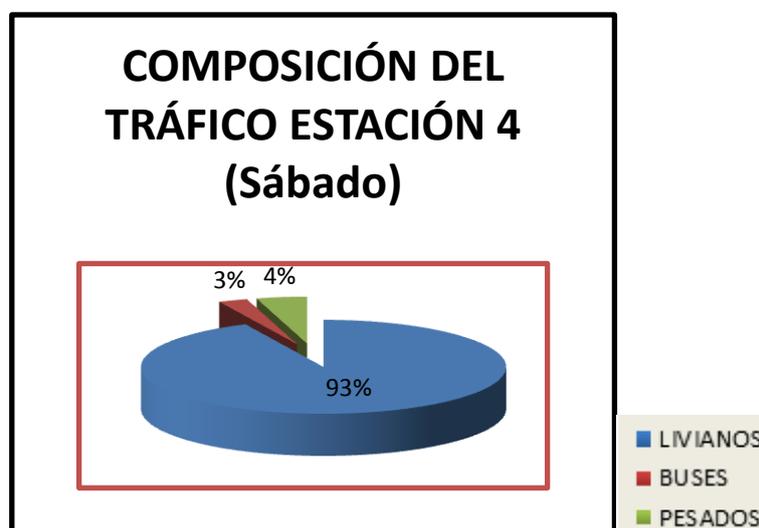


Gráfico N° 18 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 4 COMIL sabado 18 de junio 2011

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.1.3. RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 26. Resumen de giros por estación P1 COMIL miércoles 15 de junio 2011

PUESTO 1				
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3	GIRO 4
LIVIANOS	3280	952	635	829
BUSES	204	28	17	24
PESADOS	115	42	31	21
Total	3599	1022	683	874

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 27. Resumen de giros por estación P2 COMIL miércoles 15 de junio 2011

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	1812	990	55
BUSES	53	48	23
PESADOS	45	32	14
Total	1910	1070	92

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 28. Resumen de giros por estación P3 COMIL miércoles 15 de junio 2011

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3947	248	3939
BUSES	219	21	220
PESADOS	167	40	415
Total	4333	309	4574

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 29. Resumen de giros por estación P4 COMIL miércoles 15 de junio 2011

PUESTO 4			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	2763	3783	1586
BUSES	56	189	35
PESADOS	129	193	23
Total	2948	4165	1644

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 30. Resumen de giros por estación P1 COMIL jueves 16 de junio 2011

PUESTO 1				
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3	GIRO 4
LIVIANOS	3706	1219	601	849
BUSES	171	39	17	23
PESADOS	112	42	45	32
Total	3989	1300	663	904

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 31. Resumen de giros por estación P2 COMIL jueves 16 de junio 2011

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	1744	1051	63
BUSES	55	26	21
PESADOS	40	22	12
Total	1839	1099	96

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 32. Resumen de giros por estación P3 COMIL jueves 16 de junio 2011

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3929	303	3952
BUSES	201	23	170
PESADOS	106	31	168
Total	4236	357	4290

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 33. Resumen de giros por estación P4 COMIL jueves 16 de junio 2011

PUESTO 4			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	2459	3253	1057
BUSES	70	102	24
PESADOS	108	157	30
Total	2637	3512	1111

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 34. Resumen de giros por estación P1 COMIL viernes 17 de junio 2011

PUESTO 1				
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3	GIRO 4
LIVIANOS	3306	639	386	514
BUSES	193	26	16	21
PESADOS	123	32	24	24
Total	3622	697	426	559

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 35. Resumen de giros por estación P2 COMIL viernes 17 de junio 2011

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	1807	1018	58
BUSES	43	15	12
PESADOS	32	26	7
Total	1882	1059	77

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 36. Resumen de giros por estación P3 COMIL viernes 17 de junio 2011

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3939	211	4419
BUSES	243	24	128
PESADOS	110	23	451
Total	4292	258	4998

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 37. Resumen de giros por estación P4 COMIL viernes 17 de junio 2011

PUESTO 4			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3100	2754	1088
BUSES	88	154	23
PESADOS	108	350	24
Total	3296	3258	1135

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 38. Resumen de giros por estación P1 COMIL sabado 18 de junio 2011

PUESTO 1				
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3	GIRO 4
LIVIANOS	2693	951	406	572
BUSES	174	23	22	22
PESADOS	176	35	28	16
Total	3043	1009	456	610

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 39. Resumen de giros por estación P2 COMIL sabado 18 de junio 2011

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	1677	1234	76
BUSES	47	12	13
PESADOS	37	24	8
Total	1761	1270	97

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 40. Resumen de giros por estación P3 COMIL sabado 18 de junio 2011

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3902	161	3364
BUSES	186	23	179
PESADOS	85	24	319
Total	4173	208	3862

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 41. Resumen de giros por estación P4 COMIL sabado 18 de junio 2011

PUESTO 4			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3258	3964	861
BUSES	99	130	25
PESADOS	124	316	25
Total	3481	4410	911

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.2. RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.

5.1.2.1. RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN

FECHA: Miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 42. Resumen de conteos por estación El Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	333	10	33	376
8 A 9	323	8	28	359
9 A 10	309	9	26	344

10 A 11	302	6	25	333
11 A 12	272	7	26	305
12 A 13	326	11	30	367
13 A 14	296	8	25	329
14 A 15	297	8	25	330
15 A 16	285	6	28	319
16 A 17	311	7	27	345
17 A 18	340	8	27	375
18 A 19	371	11	32	414
SUMATORIA	3765	99	332	4196

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 43. Resumen de conteos por estación E2 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	674	28	37	739
8 A 9	602	21	25	648
9 A 10	583	21	26	630
10 A 11	597	24	25	646
11 A 12	585	20	31	636
12 A 13	651	30	40	721
13 A 14	591	22	29	642
14 A 15	553	21	31	605
15 A 16	506	22	30	558
16 A 17	514	23	26	563
17 A 18	566	25	31	622
18 A 19	642	29	37	708
SUMATORIA	7064	286	368	7718

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 44. Resumen de conteos por estación E3 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	633	23	18	674
8 A 9	605	20	13	638
9 A 10	589	17	15	621
10 A 11	588	19	17	624
11 A 12	525	21	15	561
12 A 13	610	25	19	654
13 A 14	585	20	16	621
14 A 15	597	19	16	632
15 A 16	624	21	16	661
16 A 17	614	19	15	648
17 A 18	622	22	15	659

18 A 19	642	24	18	684
SUMATORIA	7234	250	193	7677

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 45. Resumen de conteos por estación El Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	347	21	37	405
8 A 9	313	16	32	361
9 A 10	309	14	35	358
10 A 11	314	11	31	356
11 A 12	306	12	31	349
12 A 13	333	19	38	390
13 A 14	322	16	33	371
14 A 15	318	14	33	365
15 A 16	315	13	34	362
16 A 17	321	15	35	371
17 A 18	313	15	32	360
18 A 19	353	20	36	409
SUMATORIA	3864	186	407	4457

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 46. Resumen de conteos por estación E2 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	700	19	43	762
8 A 9	631	12	38	681
9 A 10	690	14	37	741
10 A 11	621	13	37	671
11 A 12	690	13	34	737
12 A 13	750	21	40	811
13 A 14	702	14	38	754
14 A 15	530	13	36	579
15 A 16	564	12	36	612
16 A 17	607	14	33	654
17 A 18	727	14	34	775
18 A 19	787	21	42	850
SUMATORIA	7999	180	448	8627

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 47. Resumen de conteos por estación E3 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	739	34	33	806
8 A 9	699	26	24	749
9 A 10	697	30	27	754
10 A 11	702	28	30	760
11 A 12	707	27	28	762
12 A 13	727	33	35	795
13 A 14	572	27	25	624
14 A 15	571	26	28	625
15 A 16	590	29	30	649
16 A 17	650	30	24	704
17 A 18	665	30	30	725
18 A 19	737	35	31	803
SUMATORIA	8056	355	345	8756

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 48. Resumen de conteos por estación E1 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	409	31	42	482
8 A 9	394	25	34	453
9 A 10	366	33	35	434
10 A 11	344	26	33	403
11 A 12	320	28	37	385
12 A 13	391	30	40	461
13 A 14	336	25	33	394
14 A 15	319	23	35	377
15 A 16	304	26	38	368
16 A 17	324	25	35	384
17 A 18	354	27	34	415
18 A 19	394	32	39	465
SUMATORIA	4255	331	435	5021

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 49. Resumen de conteos por estación E2 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	644	40	43	727
8 A 9	594	35	38	667
9 A 10	569	34	34	637
10 A 11	550	34	38	622
11 A 12	519	34	35	588
12 A 13	609	39	41	689
13 A 14	555	29	35	619
14 A 15	539	33	38	610
15 A 16	555	33	38	626
16 A 17	572	35	39	646
17 A 18	531	36	39	606
18 A 19	639	38	44	721
SUMATORIA	6876	420	462	7758

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 50. Resumen de conteos por estación E3 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	631	27	27	685
8 A 9	597	22	23	642
9 A 10	514	21	22	557
10 A 11	541	21	23	585
11 A 12	559	22	23	604
12 A 13	615	24	25	664
13 A 14	593	17	19	629
14 A 15	532	21	21	574
15 A 16	511	20	22	553
16 A 17	546	21	21	588
17 A 18	548	20	18	586
18 A 19	604	23	24	651
SUMATORIA	6791	259	268	7318

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 51. Resumen de conteos por estación El Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	384	24	33	441
8 A 9	377	24	26	427
9 A 10	332	20	25	377
10 A 11	339	19	28	386
11 A 12	359	20	24	403
12 A 13	383	25	30	438
13 A 14	344	20	24	388
14 A 15	331	21	24	376
15 A 16	352	19	25	396
16 A 17	365	20	26	411
17 A 18	368	17	28	413
18 A 19	389	27	31	447
SUMATORIA	4323	256	324	4903

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 52. Resumen de conteos por estación E2 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	625	31	47	703
8 A 9	634	25	37	696
9 A 10	550	27	41	618
10 A 11	597	28	40	665
11 A 12	584	25	39	648
12 A 13	621	30	44	695
13 A 14	609	22	37	668
14 A 15	602	23	39	664
15 A 16	602	26	42	670
16 A 17	599	22	41	662
17 A 18	631	20	43	694
18 A 19	616	30	48	694
SUMATORIA	7270	309	498	8077

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 53. Resumen de conteos por estación E3 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 3				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	588	31	24	643
8 A 9	563	25	19	607
9 A 10	531	23	19	573
10 A 11	541	24	18	583
11 A 12	553	26	19	598
12 A 13	577	30	21	628
13 A 14	553	21	19	593
14 A 15	533	23	17	573
15 A 16	511	24	17	552
16 A 17	527	25	17	569
17 A 18	552	26	18	596
18 A 19	569	28	22	619
SUMATORIA	6598	306	230	7134

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.2.2. PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO POR DÍA

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

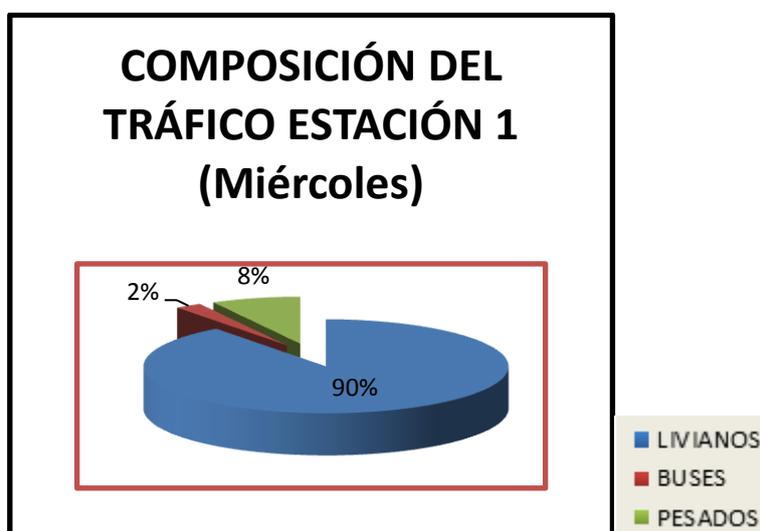


Gráfico N° 19 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

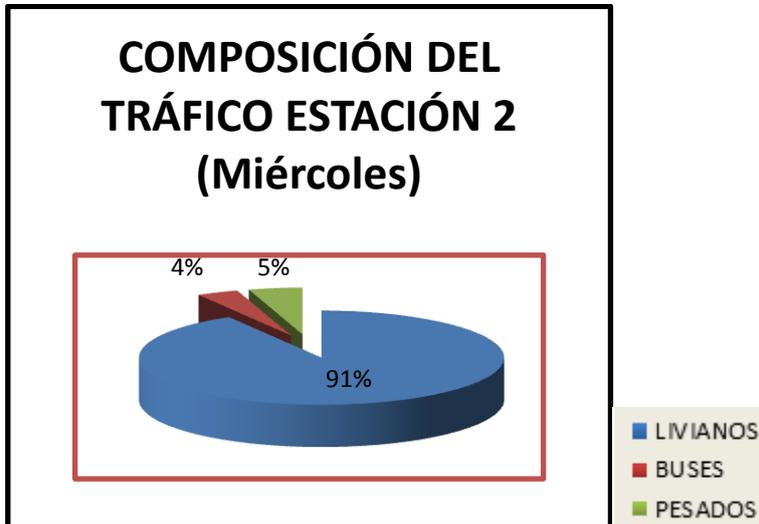


Gráfico N° 20 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

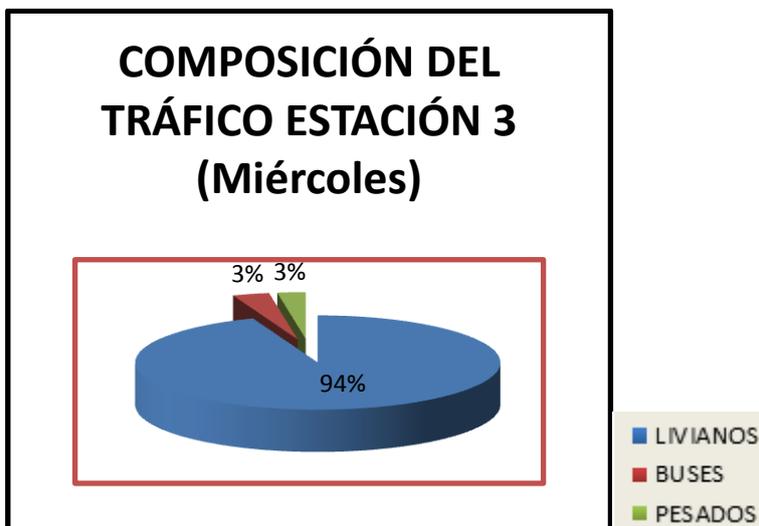


Gráfico N° 21 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: jueves 16 de junio del 2011.

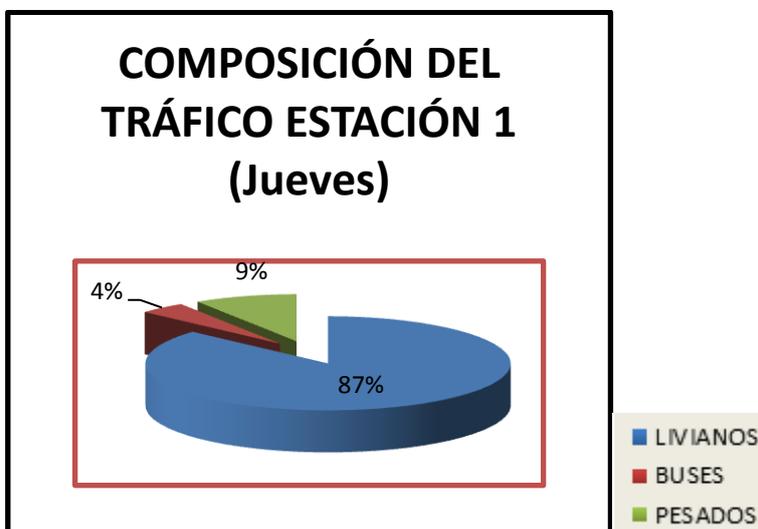


Gráfico N° 22 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

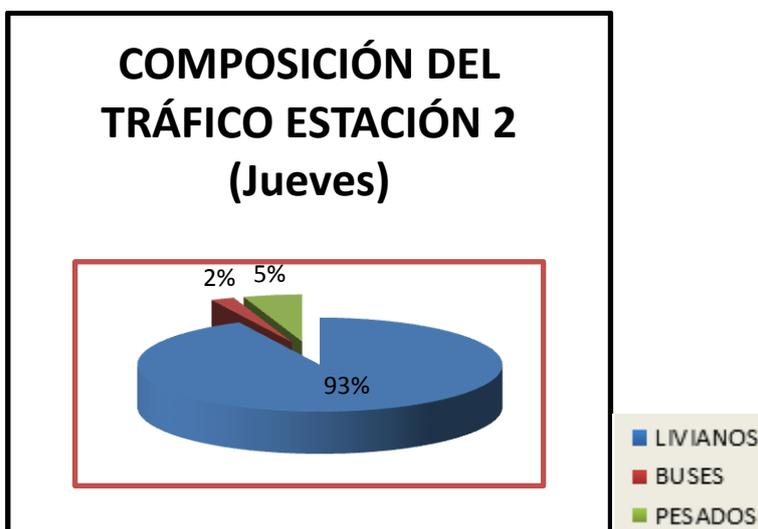


Gráfico N° 23 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

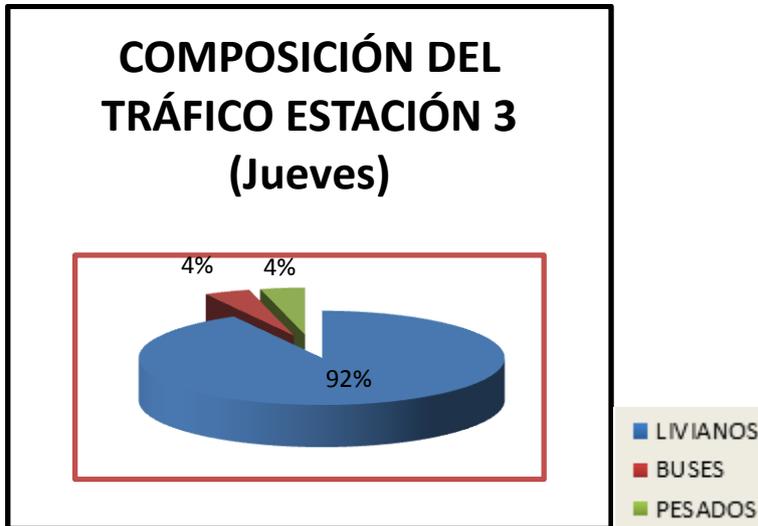


Gráfico N° 24 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: viernes 17 de junio del 2011.

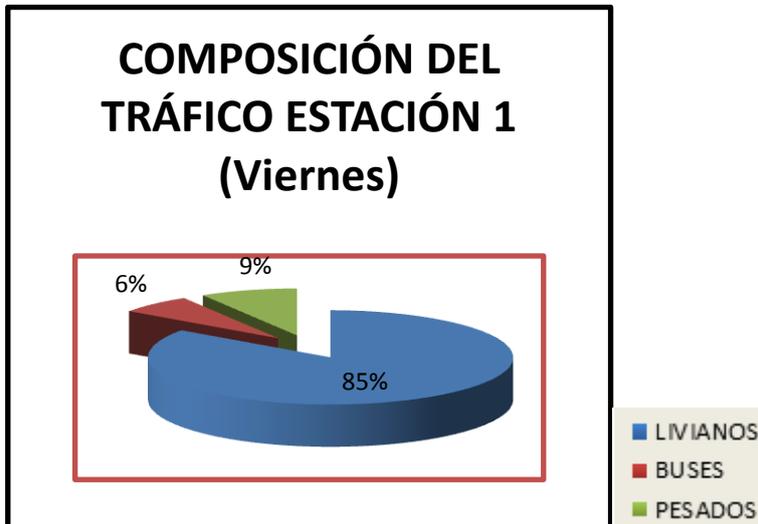


Gráfico N° 25 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

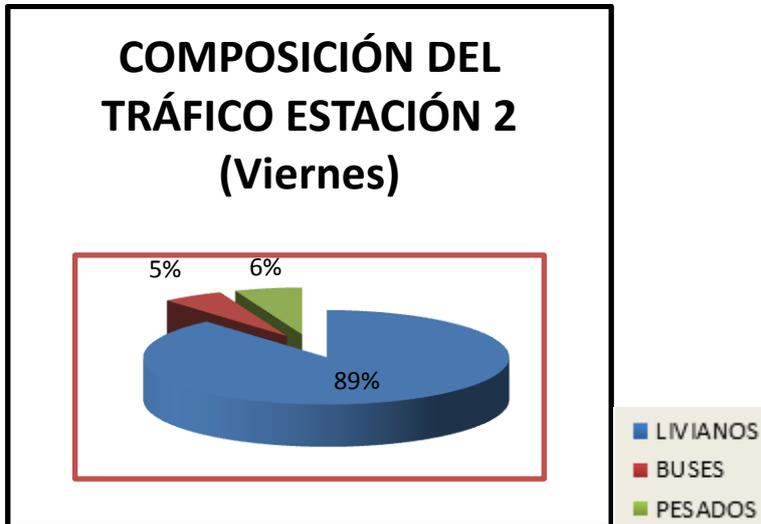


Gráfico N° 26 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

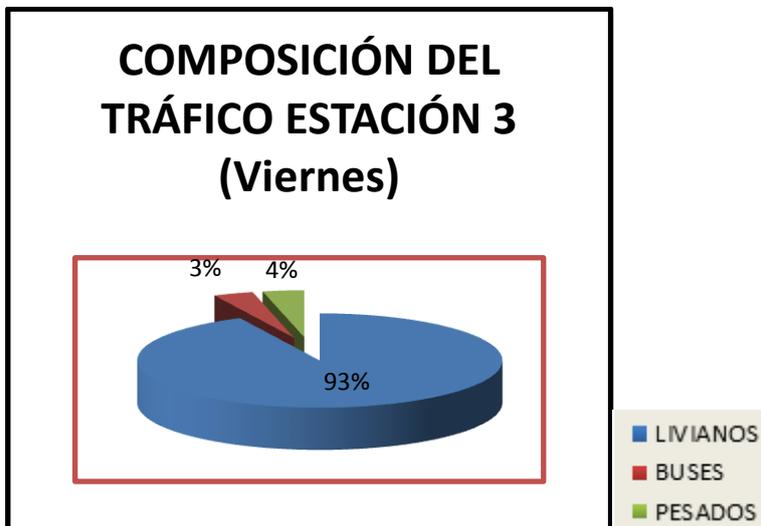


Gráfico N° 27 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: sábado 18 de junio del 2011.

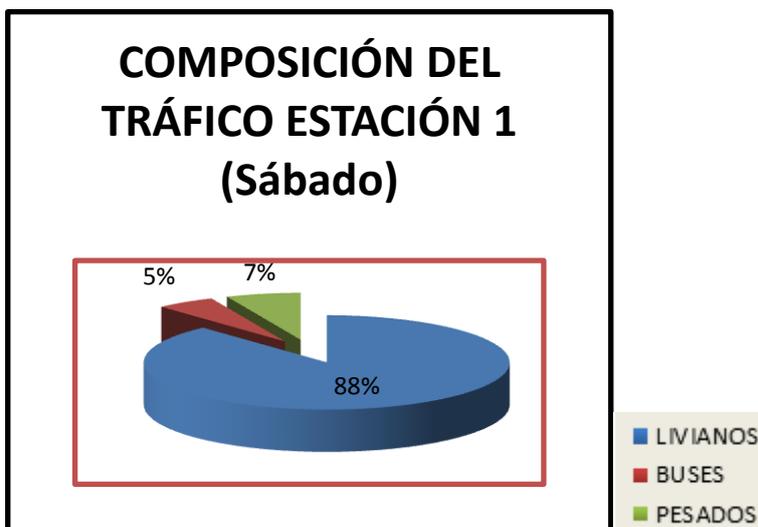


Gráfico N° 28 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

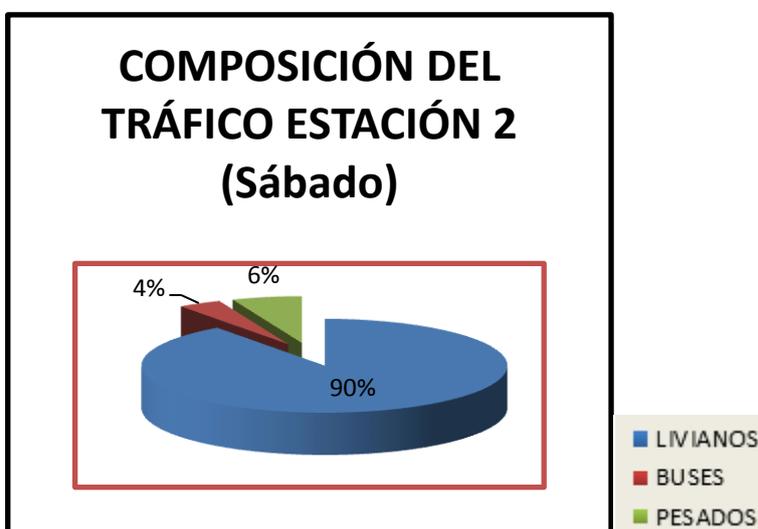


Gráfico N° 29 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

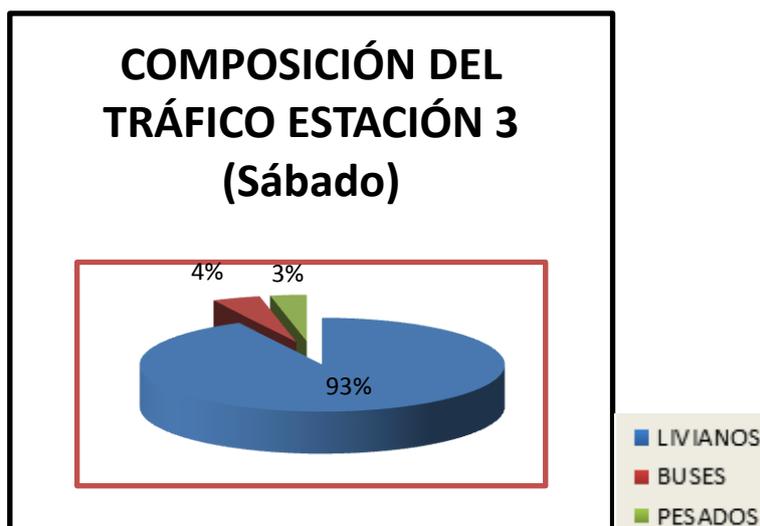


Gráfico N° 30 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 3 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.2.3. RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 54. Resumen de giros por estación P1 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	83	2694	988
BUSES	21	58	20
PESADOS	22	223	87
Total	126	2975	1095

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 55. Resumen de giros por estación P2 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	5557	488	1019
BUSES	234	23	29
PESADOS	168	25	175
Total	5959	536	1223

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 56. Resumen de giros por estación P3 Colegio Maldonado miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 3			
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	5144	2067	23
BUSES	204	29	17
PESADOS	98	83	12
Total	5446	2179	52

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 57. Resumen de giros por estación P1 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	100	2831	933
BUSES	18	143	25
PESADOS	13	337	57
Total	131	3311	1015

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 58. Resumen de giros por estación P2 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	6333	603	1063
BUSES	139	22	19
PESADOS	191	25	232
Total	6663	650	1314

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 59. Resumen de giros por estación P3 Colegio Maldonado jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 3			
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	6078	1952	26
BUSES	270	71	14
PESADOS	184	152	9
Total	6532	2175	49

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 60. Resumen de giros por estación P1 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	47	3149	1059
BUSES	15	223	93
PESADOS	12	320	103
Total	74	3692	1255

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 61. Resumen de giros por estación P2 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	5379	508	989
BUSES	379	17	24
PESADOS	225	14	223
Total	5983	539	1236

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 62. Resumen de giros por estación P3 Colegio Maldonado viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	4876	1882	33
BUSES	208	35	16
PESADOS	140	116	12
Total	5224	2033	61

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 63. Resumen de giros por estación P1 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	24	3375	924
BUSES	12	188	56
PESADOS	8	225	91
Total	44	3788	1071

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 64. Resumen de giros por estación P2 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	6244	252	774
BUSES	272	15	22
PESADOS	257	15	226
Total	6773	282	1022

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 65. Resumen de giros por estación P3 Colegio Maldonado sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 3			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	4767	1798	33
BUSES	264	25	17
PESADOS	102	118	10
Total	5133	1941	60

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3. RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO EN EL INGRESO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.

5.1.3.1. RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN

FECHA: Miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 66. Resumen de conteos por estación El Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	558	36	16	610
8 A 9	528	32	14	574
9 A 10	500	30	13	543
10 A 11	513	31	11	555
11 A 12	525	33	13	571
12 A 13	546	37	15	598
13 A 14	499	29	11	539
14 A 15	478	29	12	519
15 A 16	448	32	12	492
16 A 17	476	34	11	521
17 A 18	499	33	13	545
18 A 19	536	36	14	586
SUMATORIA	6106	392	155	6653

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 67. Resumen de conteos por estación E2 Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	287	26	21	334
8 A 9	280	18	19	317
9 A 10	268	16	12	296
10 A 11	278	19	15	312
11 A 12	283	20	17	320
12 A 13	290	23	20	333
13 A 14	278	20	17	315
14 A 15	258	19	17	294
15 A 16	269	17	16	302
16 A 17	275	18	19	312
17 A 18	276	19	19	314
18 A 19	293	25	21	339
SUMATORIA	3335	240	213	3788

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 68. Resumen de conteos por estación E2 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	426	36	32	494
8 A 9	399	27	27	453
9 A 10	409	26	25	460
10 A 11	412	25	24	461
11 A 12	415	28	27	470
12 A 13	430	35	31	496
13 A 14	396	31	21	448
14 A 15	401	28	24	453
15 A 16	405	28	26	459
16 A 17	407	27	28	462
17 A 18	417	26	29	472
18 A 19	432	34	31	497
SUMATORIA	4949	351	325	5625

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 69. Resumen de conteos por estación E2 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	302	29	10	341
8 A 9	287	33	24	344
9 A 10	277	27	18	322
10 A 11	282	46	18	346
11 A 12	286	25	15	326
12 A 13	299	33	15	347
13 A 14	284	42	15	341
14 A 15	269	22	25	316
15 A 16	273	24	37	334
16 A 17	280	23	24	327
17 A 18	296	36	20	352
18 A 19	304	25	28	357
SUMATORIA	3439	365	249	4053

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 70. Resumen de conteos por estación El Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	616	35	27	678
8 A 9	582	26	24	632
9 A 10	496	28	21	545
10 A 11	522	29	20	571
11 A 12	558	31	22	611
12 A 13	607	35	25	667
13 A 14	539	32	21	592
14 A 15	560	28	22	610
15 A 16	584	31	23	638
16 A 17	590	27	22	639
17 A 18	600	29	23	652
18 A 19	620	33	26	679
SUMATORIA	6874	364	276	7514

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 71. Resumen de conteos por estación E2 Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	308	31	11	350
8 A 9	295	32	22	349
9 A 10	288	25	17	330
10 A 11	283	40	18	341
11 A 12	289	23	19	331
12 A 13	302	30	18	350
13 A 14	291	42	18	351
14 A 15	280	20	25	325
15 A 16	278	22	35	335
16 A 17	286	23	24	333
17 A 18	296	33	11	340
18 A 19	306	23	26	355
SUMATORIA	3502	344	244	4090

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 72. Resumen de conteos por estación E1 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	548	33	17	598
8 A 9	531	27	14	572
9 A 10	484	30	13	527
10 A 11	477	28	11	516
11 A 12	484	31	12	527
12 A 13	541	32	15	588
13 A 14	509	29	10	548
14 A 15	490	29	9	528
15 A 16	484	28	8	520
16 A 17	501	28	12	541
17 A 18	516	29	13	558
18 A 19	544	34	15	593
SUMATORIA	6109	358	149	6616

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 73. Resumen de conteos por estación E2 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	300	19	11	330
8 A 9	286	16	19	321
9 A 10	278	18	12	308
10 A 11	281	19	14	314
11 A 12	286	15	12	313
12 A 13	296	17	12	325
13 A 14	285	21	9	315
14 A 15	269	17	9	295
15 A 16	273	16	10	299
16 A 17	279	15	12	306
17 A 18	295	14	8	317
18 A 19	305	17	18	340
SUMATORIA	3433	204	146	3783

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3.2. PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO POR DÍA

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

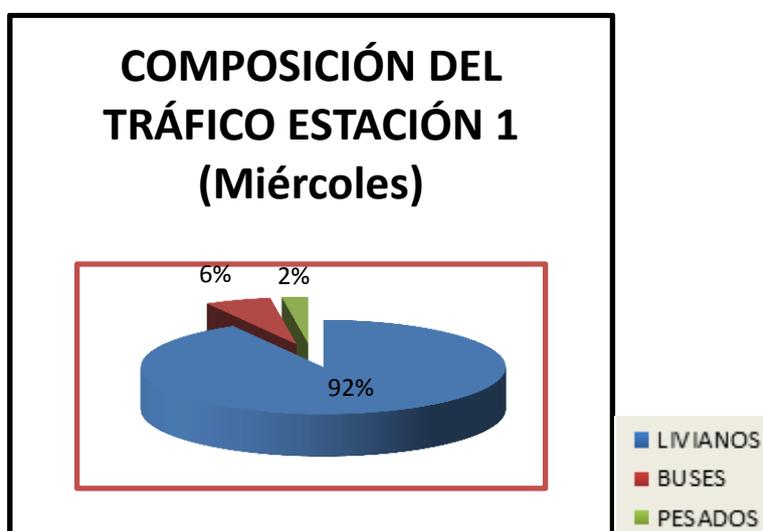


Gráfico N° 31 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

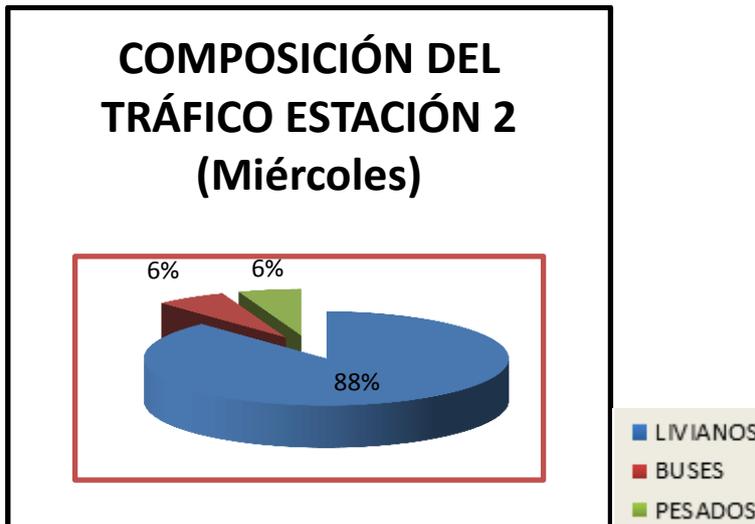


Gráfico N° 32 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

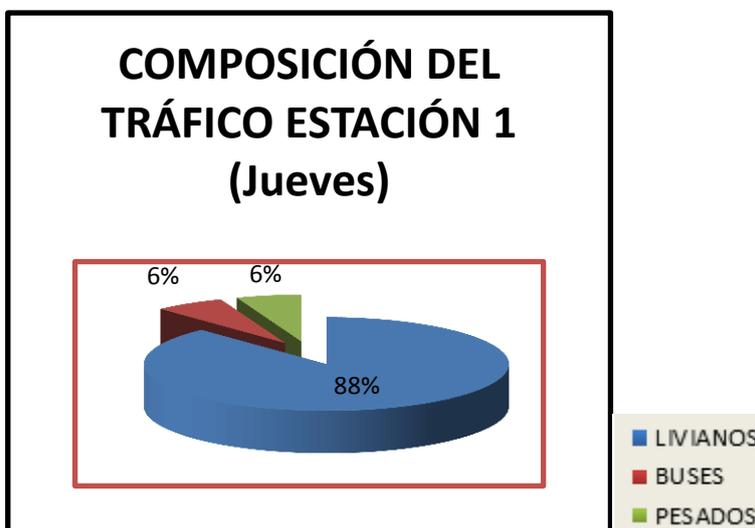


Gráfico N° 33 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

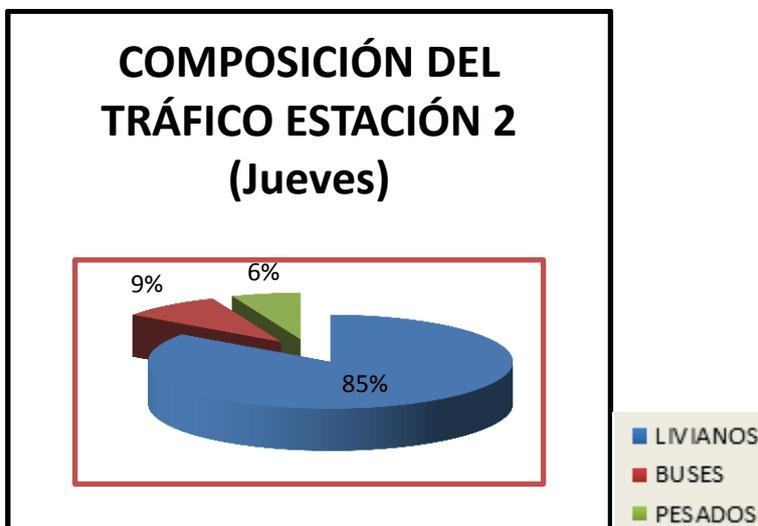


Gráfico N° 34 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

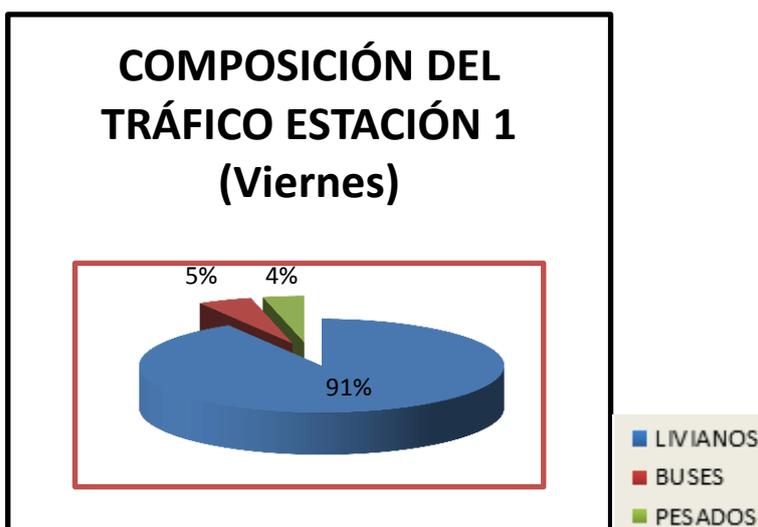


Gráfico N° 35 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

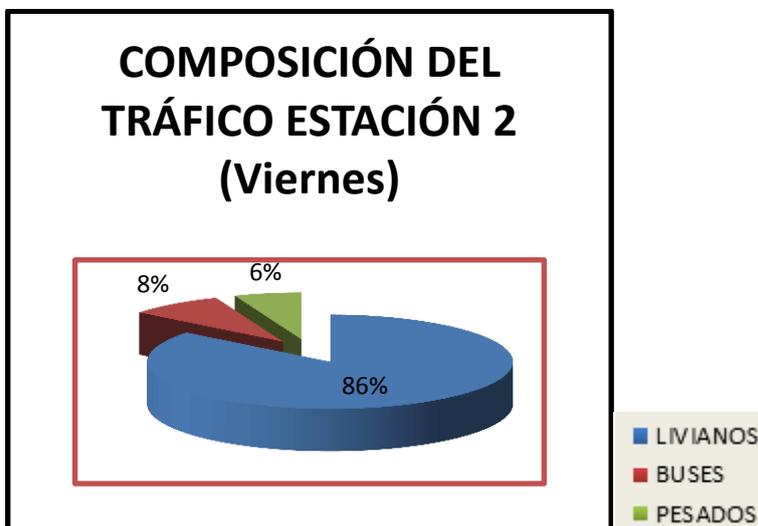


Gráfico N° 36 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

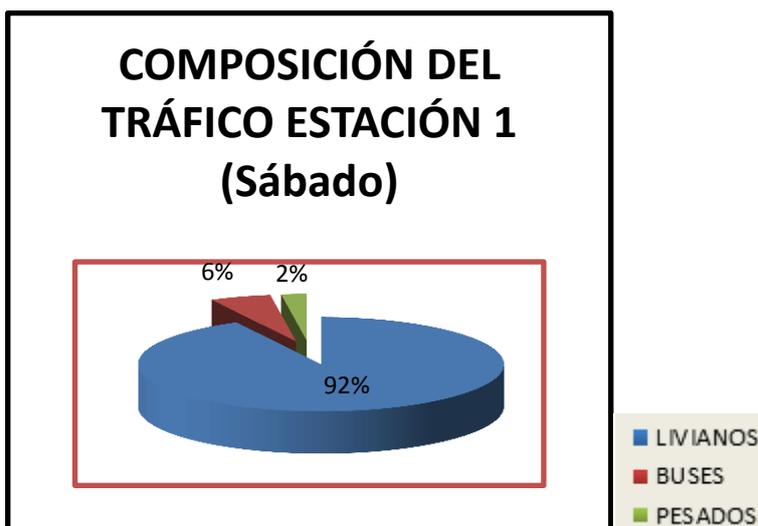


Gráfico N° 37 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

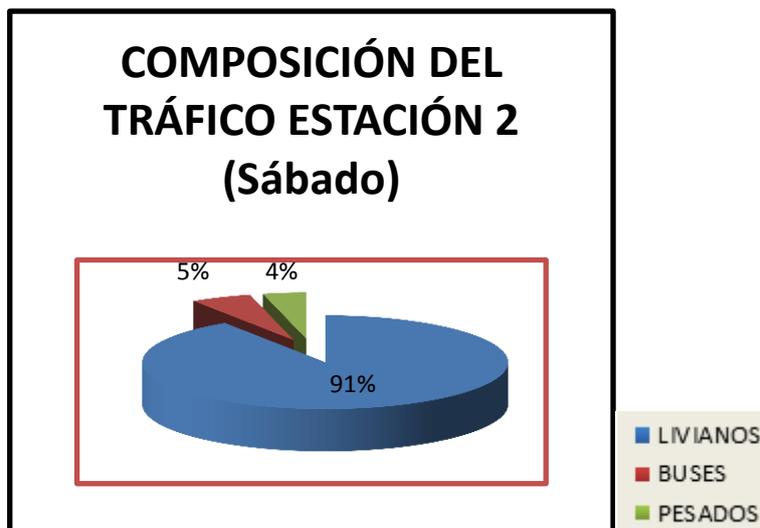


Gráfico N° 38 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3.3. RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 74. Resumen de giros por estación P1 Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 1		
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	4780	1326
BUSES	376	16
PESADOS	147	8
Total	5303	1350

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 75. Resumen de giros por estación P2 Ingreso UNACH miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 2		
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	3313	22
BUSES	234	6
PESADOS	206	7
Total	3753	35

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 76. Resumen de giros por estación P1 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 1		
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	3732	1217
BUSES	338	13
PESADOS	314	11
Total	4384	1241

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 77. Resumen de giros por estación P2 Ingreso UNACH jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 2		
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	3427	12
BUSES	365	0
PESADOS	245	4
Total	4037	16

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 78. Resumen de giros por estación P1 Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 1		
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	5389	1485
BUSES	347	17
PESADOS	268	8
Total	6004	1510

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 79. Resumen de giros por estación P2 Ingreso UNACH viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 2		
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	3489	13
BUSES	343	1
PESADOS	241	3
Total	4073	17

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 80. Resumen de giros por estación P1 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 1		
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	5050	1059
BUSES	344	14
PESADOS	135	14

Total	5529	1087
-------	------	------

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 81. Resumen de giros por estación P2 Ingreso UNACH sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 2		
TIPO VEHI.	GIRO 1	GIRO 2
LIVIANOS	3424	9
BUSES	202	2
PESADOS	140	6
Total	3766	17

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3.4. RESULTADOS DEL ESTUDIOS DEL TRÁFICO, INTERSECCIÓN CALLE INNOMINADA Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE (INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNACH)

5.1.3.5. RESUMEN DE CONTEOS POR ESTACIÓN

FECHA: Miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 82. Resumen de conteos por estación E1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	467	17	33	517
8 A 9	403	8	28	439
9 A 10	377	9	25	411
10 A 11	380	11	25	416
11 A 12	389	16	27	432
12 A 13	438	18	28	484
13 A 14	418	15	25	458
14 A 15	381	15	20	416
15 A 16	354	12	25	391
16 A 17	378	14	25	417
17 A 18	393	17	23	433
18 A 19	445	18	31	494
SUMATORIA	4823	170	315	5308

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 83. Resumen de conteos por estación E2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	674	22	34	730
8 A 9	612	21	25	658
9 A 10	613	14	26	653
10 A 11	577	24	25	626
11 A 12	505	31	31	567
12 A 13	668	36	41	745
13 A 14	481	35	33	549
14 A 15	553	26	33	612
15 A 16	502	29	30	561
16 A 17	503	28	26	557
17 A 18	554	33	36	623
18 A 19	663	38	47	748
SUMATORIA	6905	337	387	7629

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 84. Resumen de conteos por estación El Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	415	32	31	478
8 A 9	345	23	25	393
9 A 10	316	27	22	365
10 A 11	338	28	26	392
11 A 12	346	29	28	403
12 A 13	396	33	32	461
13 A 14	355	29	25	409
14 A 15	344	27	23	394
15 A 16	319	31	22	372
16 A 17	349	28	26	403
17 A 18	358	29	28	415
18 A 19	397	32	34	463
SUMATORIA	4278	348	322	4948

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 85. Resumen de conteos por estación E2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	457	46	22	525
8 A 9	322	28	22	372
9 A 10	315	26	25	366
10 A 11	287	26	37	350
11 A 12	288	26	22	336
12 A 13	326	35	23	384
13 A 14	380	42	20	442
14 A 15	290	27	21	338
15 A 16	372	44	21	437
16 A 17	365	36	12	413
17 A 18	394	35	17	446
18 A 19	432	42	29	503
SUMATORIA	4228	413	271	4912

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 86. Resumen de conteos por estación E1 Ingreso Parqueadero facultad de Ingeniería UNACH viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	445	34	43	522
8 A 9	430	30	39	499
9 A 10	418	28	34	480
10 A 11	423	30	37	490
11 A 12	428	31	37	496
12 A 13	443	34	44	521
13 A 14	415	31	36	482
14 A 15	390	31	35	456
15 A 16	360	28	34	422
16 A 17	384	31	37	452
17 A 18	397	31	39	467
18 A 19	431	35	40	506
SUMATORIA	4964	374	455	5793

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 87. Resumen de conteos por estación E2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) viernes 17 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	565	31	41	637
8 A 9	496	35	35	566
9 A 10	432	19	21	472
10 A 11	513	30	40	583
11 A 12	477	36	39	552
12 A 13	582	30	46	658
13 A 14	503	22	33	558
14 A 15	532	25	36	593
15 A 16	519	29	38	586
16 A 17	527	22	41	590
17 A 18	486	21	43	550
18 A 19	599	33	54	686
SUMATORIA	6231	333	467	7031

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 88. Resumen de conteos por estación E1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 1				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	431	34	38	503
8 A 9	388	28	33	449
9 A 10	368	28	29	425
10 A 11	381	30	33	444
11 A 12	388	31	33	452
12 A 13	420	34	38	492
13 A 14	386	31	32	449
14 A 15	368	29	30	427
15 A 16	340	30	29	399
16 A 17	367	31	33	431
17 A 18	378	21	35	434
18 A 19	415	35	37	487
SUMATORIA	4630	362	400	5392

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 89. Resumen de conteos por estación E4 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

ESTACIÓN 2				
HORA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL
7 A 8	552	28	38	618
8 A 9	477	35	35	547
9 A 10	444	18	31	493
10 A 11	449	30	40	519
11 A 12	409	33	37	479
12 A 13	552	31	43	626
13 A 14	461	22	33	516
14 A 15	445	23	36	504
15 A 16	461	26	35	522
16 A 17	462	22	41	525
17 A 18	470	20	43	533
18 A 19	547	29	53	629
SUMATORIA	5729	317	465	6511

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3.6. PORCENTAJES DE COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO POR DÍA

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

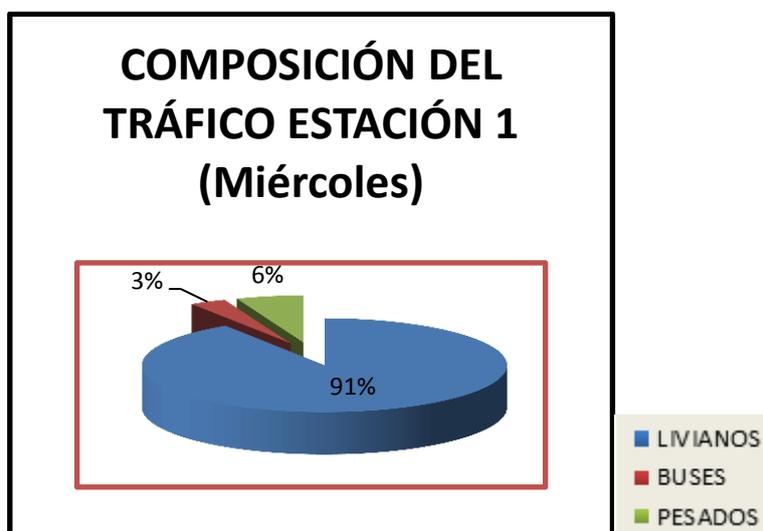


Gráfico N° 39 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

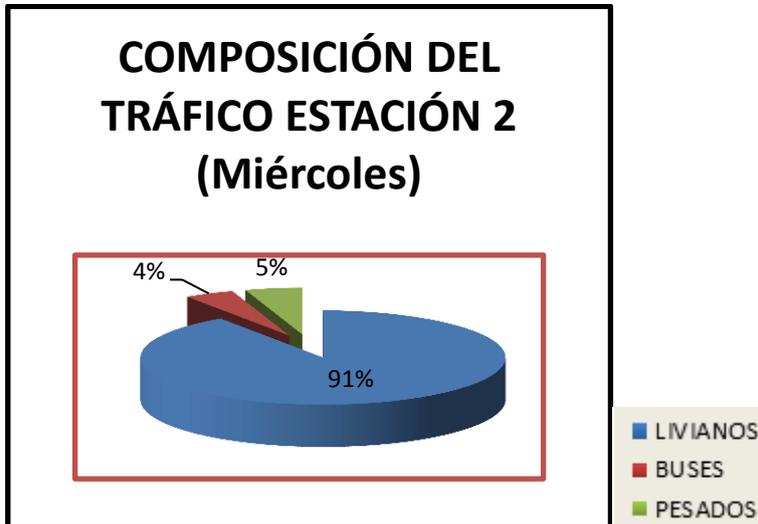


Gráfico N° 40 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

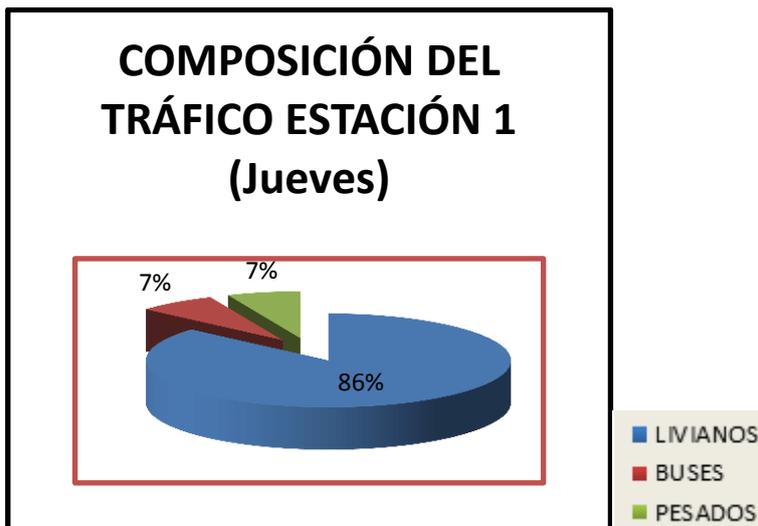


Gráfico N° 41 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

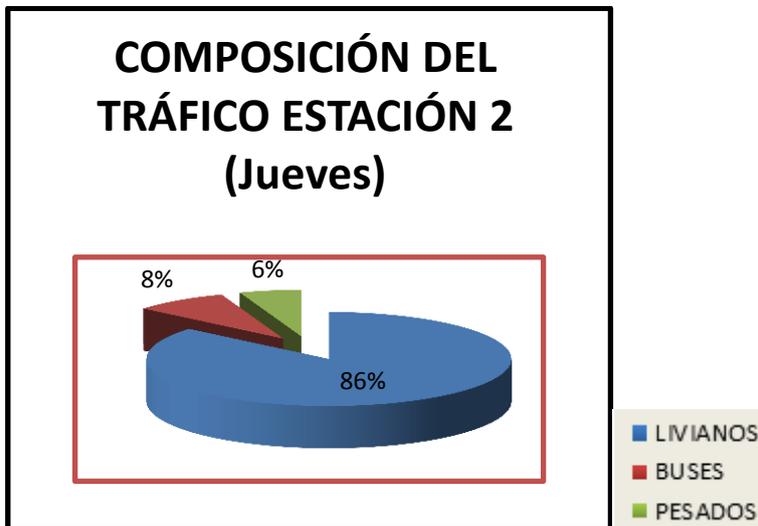


Gráfico N° 42 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

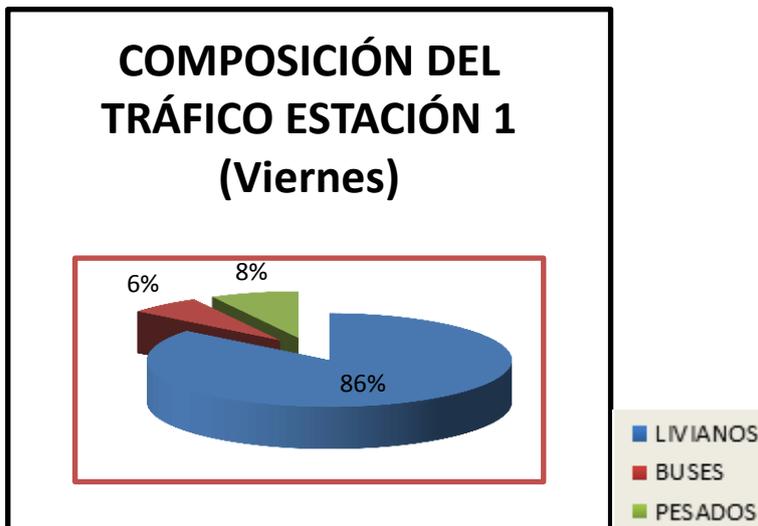


Gráfico N° 43 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 I Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

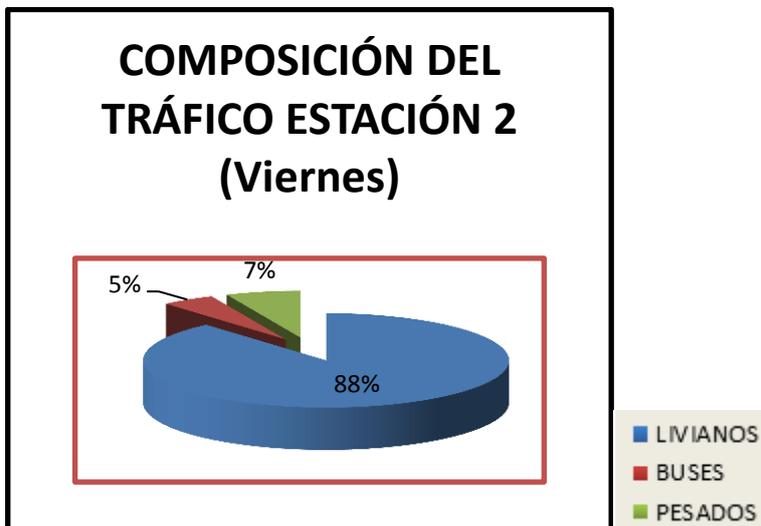


Gráfico N° 44 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) viernes 17 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

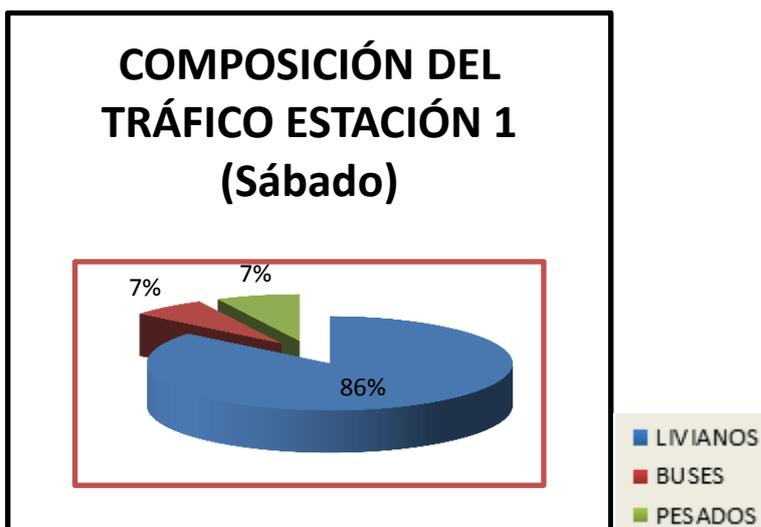


Gráfico N° 45 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

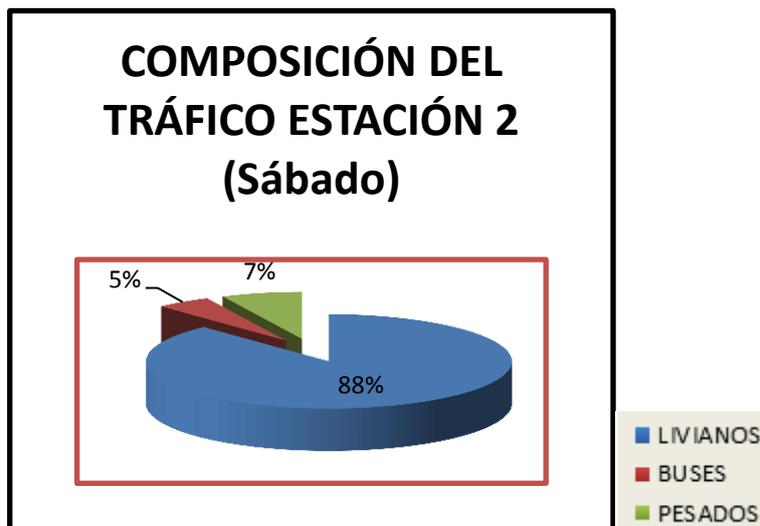


Gráfico N° 46 Porcentajes de composición del tráfico por día en la Estación N° 2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.1.3.7. RESUMEN DE CONTEOS POR GIRO Y POR ESTACIÓN (PUESTO).

FECHA: miércoles 15 de junio del 2011.

Tabla N° 90. Resumen de giros por estación P1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	123	3601	1099
BUSES	19	116	35
PESADOS	20	215	80
Total	162	3932	1214

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 91. Resumen de giros por estación P2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) miércoles 15 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	5424	447	1034
BUSES	273	23	41
PESADOS	164	32	191
Total	5861	502	1266

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Jueves 16 de junio del 2011.

Tabla N° 92. Resumen de giros por estación P1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	104	3484	690
BUSES	7	328	13
PESADOS	5	230	87
Total	116	4042	790

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 93. Resumen de giros por estación P2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) jueves 16 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	3771	422	35
BUSES	384	14	15
PESADOS	240	19	12
Total	4395	455	62

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Viernes 17 de junio del 2011.

Tabla N° 94. Resumen de giros por estación P1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	164	3714	1086
BUSES	13	338	23
PESADOS	13	331	111
Total	190	4383	1220

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 95. Resumen de giros por estación P2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) viernes 17 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	5247	190	794
BUSES	280	22	31
PESADOS	223	22	222
Total	5750	234	1047

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

FECHA: Sábado 18 de junio del 2011.

Tabla N° 96. Resumen de giros por estación P1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 1			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	136	3601	893
BUSES	14	327	21
PESADOS	13	285	102
Total	163	4213	1016

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Tabla N° 97. Resumen de giros por estación P2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH) sábado 18 de junio del 2011.

PUESTO 2			
TIPO VEHL.	GIRO 1	GIRO 2	GIRO 3
LIVIANOS	4849	206	674
BUSES	266	20	31
PESADOS	217	24	224
Total	5332	250	929

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.2. ANÁLISIS GRÁFICO DE LAS HORAS PICO DEL MUESTREO.

Luego de realizar todos los trabajos correspondientes a la recolección de datos, es preciso ordenar y procesar los resultados obtenidos de una manera más comprensible para que su análisis sea lo más claro posible.

El propósito de realizar un análisis gráfico, es obtener por medio de la representación gráfico los volúmenes máximos durante un período determinado de tiempo.

El período pico dentro de una intersección, es igual para todos los movimientos o giros.

Con ayuda del análisis gráfico se pudo determinar las horas pico por estación de los diferentes puntos de estudio:

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

- Las horas de mayor tráfico son: de 07 h00 a 08 h00 por la mañana, de 12 h00 a 13 h00 por la tarde y de 18 h00 a 19 h00 por la noche.

Redondel del Colegio Pedro Vicente Maldonado.

- Las horas de mayor tráfico son: de 07 h00 a 08 h00 por la mañana, de 12 h00 a 13 h00 por la tarde y de 18 h00 a 19 h00 por la noche.

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

- Las horas de mayor tráfico son: de 07 h00 a 08 h00 por la mañana, de 12 h00 a 13 h00 por la tarde y de 18 h00 a 19 h00 por la noche.

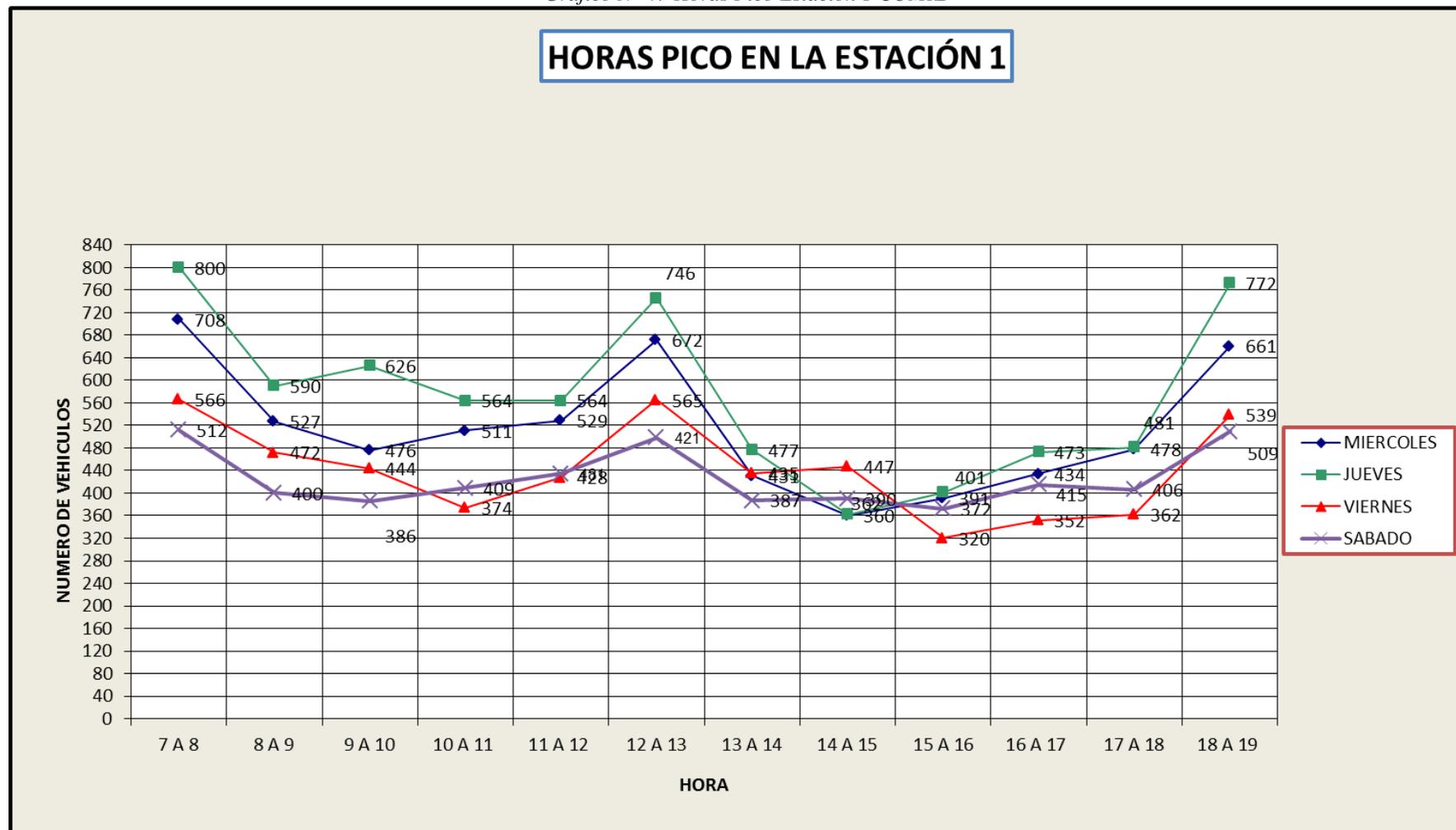
Ingreso al Parqueadero de la Universidad Nacional de Chimborazo (Intersección Av. Antonio José de Sucre y calle Innominada).

- Las horas de mayor tráfico son: de 07 h00 a 08 h00 por la mañana, de 12 h00 a 13 h00 por la tarde y de 18 h00 a 19 h00 por la noche.

En los siguientes gráficos se muestran las variaciones volumétricas de cada una de las estaciones de conteo. De estas curvas se determina a hora pico para cada una de las estaciones.

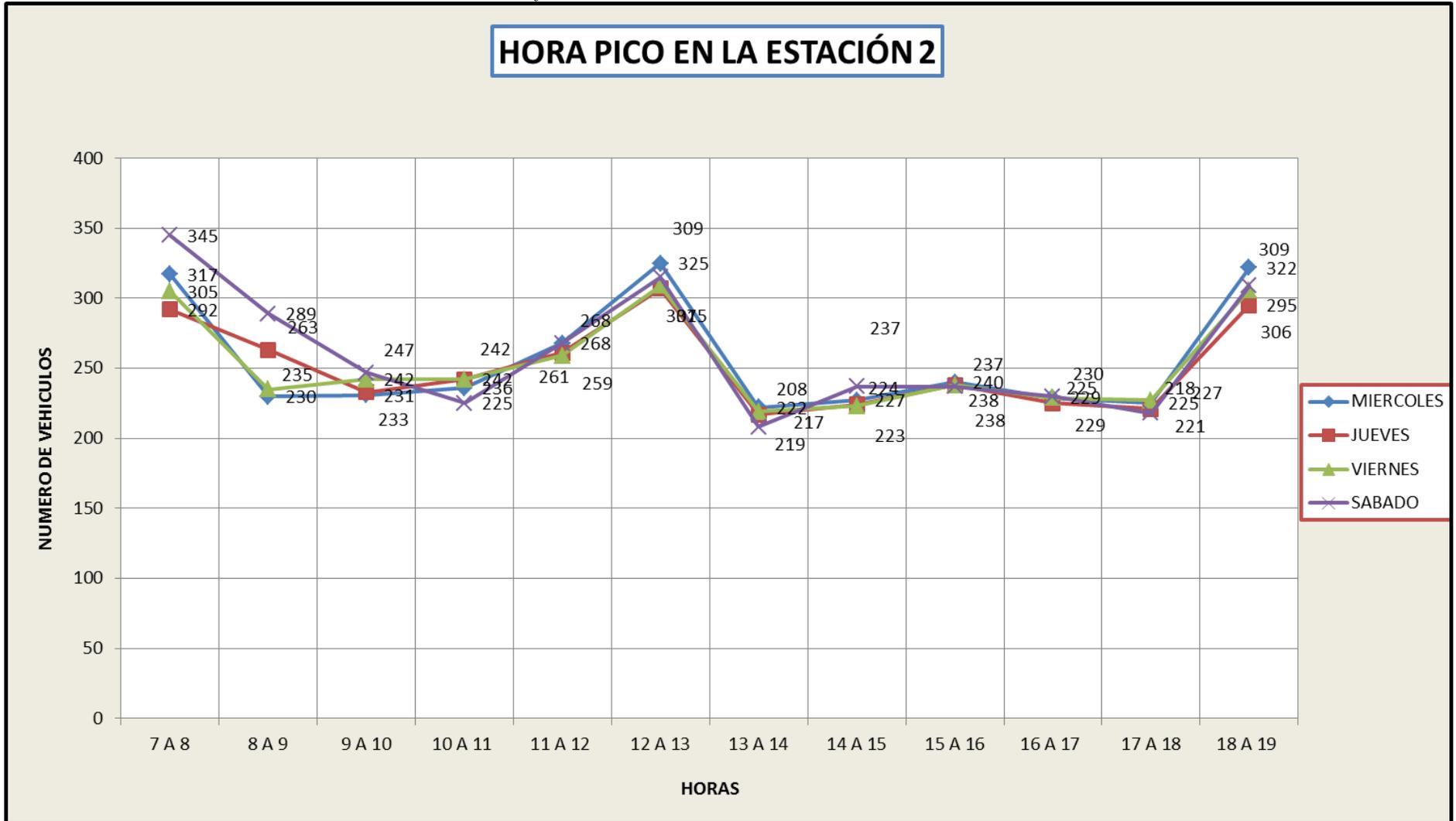
Puesto de conteo: Redondel del Colegio Militar Combatientes de Tapi.

Gráfico N° 47 Horas Pico Estación 1 COMIL



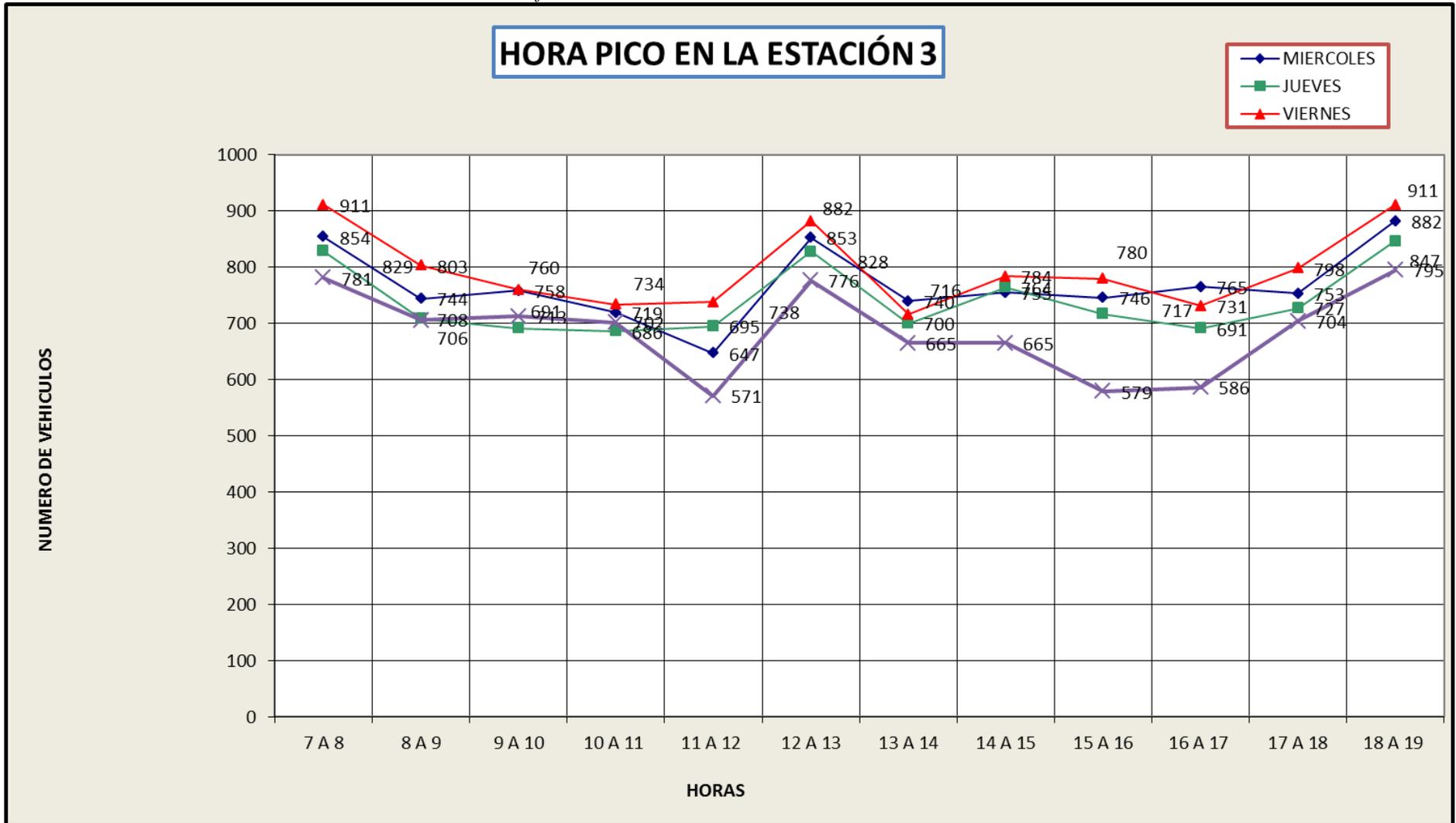
Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Grafico N° 48 Horas Pico Estación 2 COMIL



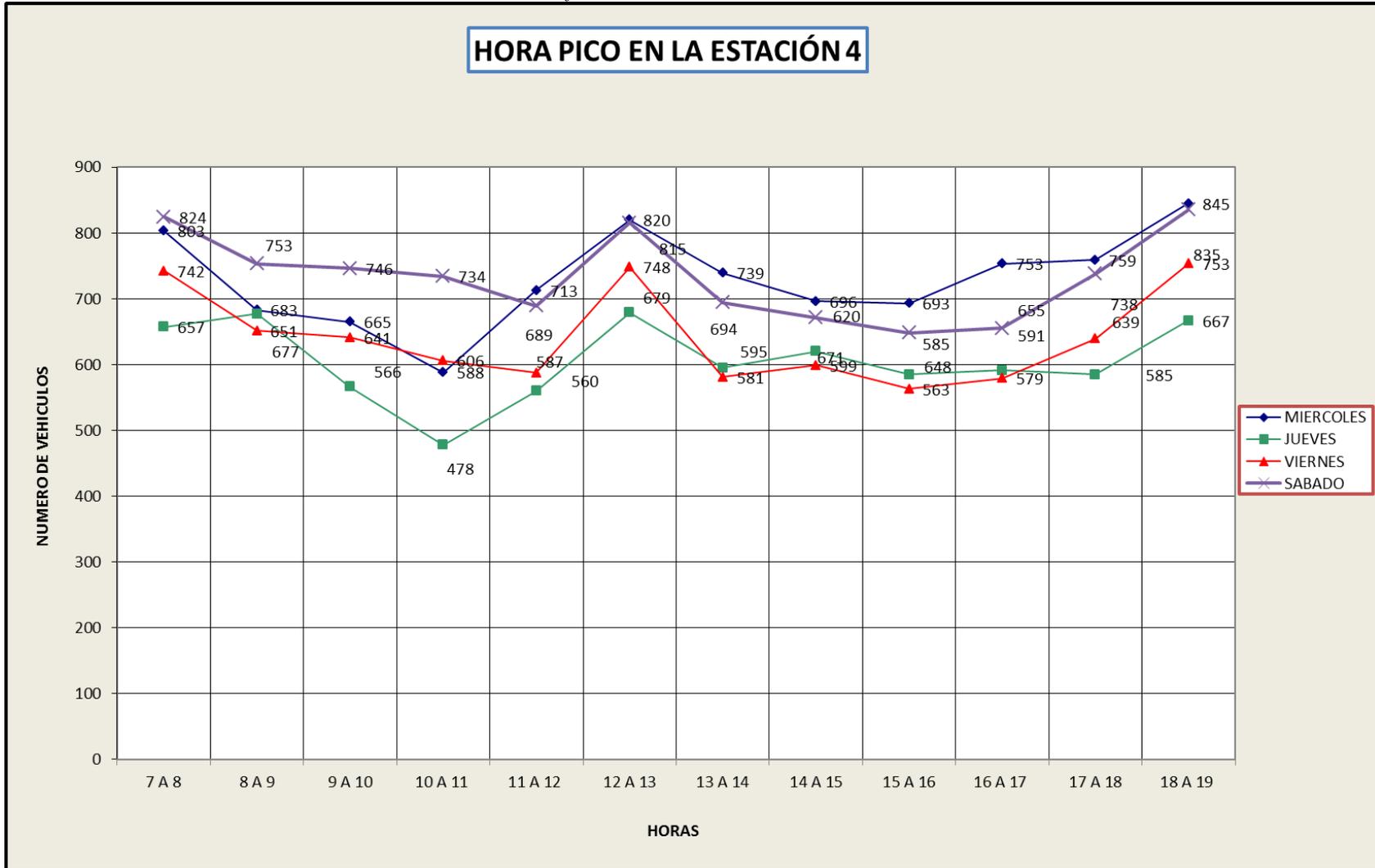
Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Grafico N° 49 Horas Pico Estación 3 COMIL



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

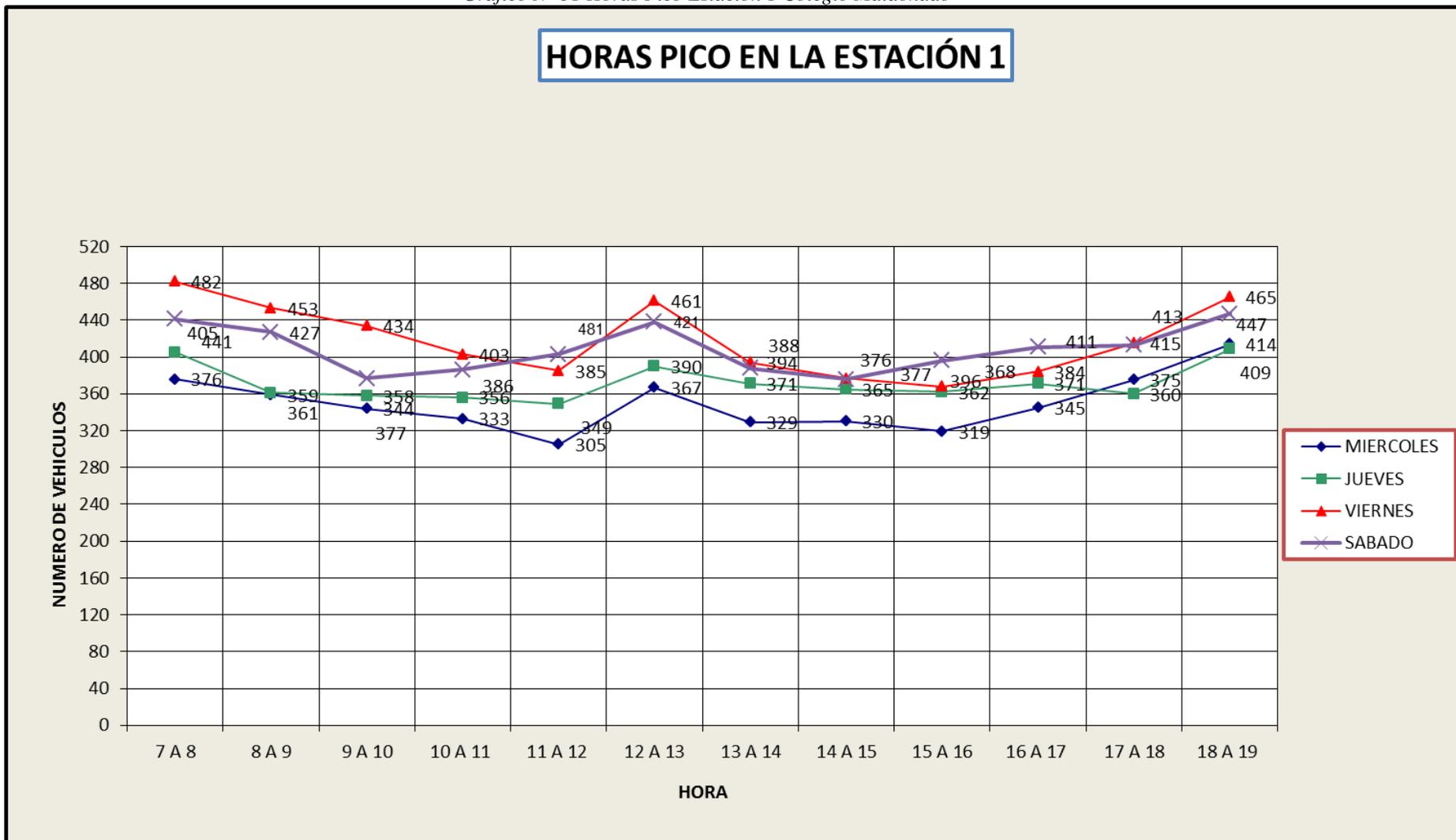
Grafico N° 50 Horas Pico Estación 4 COMIL



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

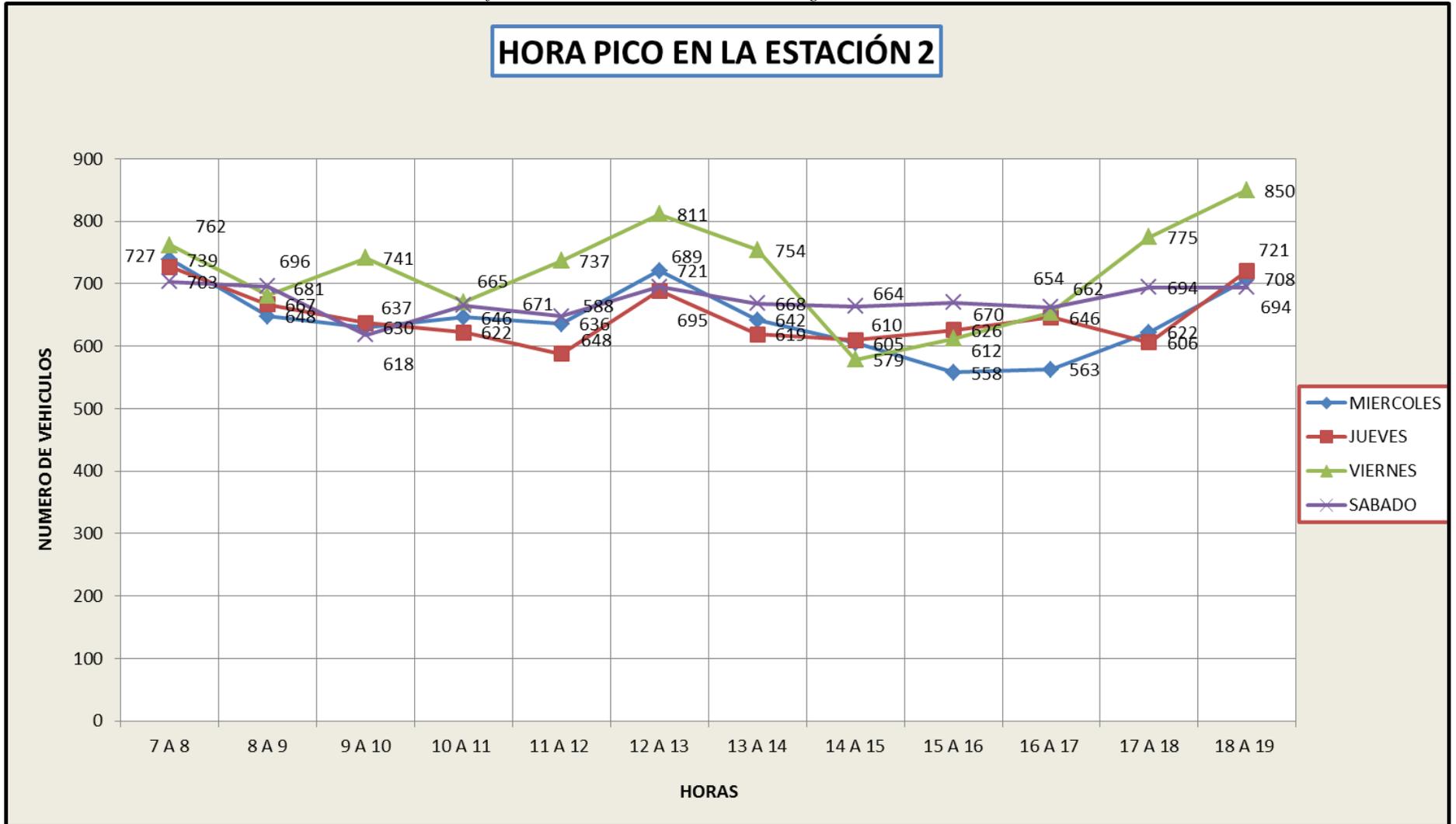
Puesto de conteo: Redondel del Colegio Nacional Maldonado.

Grafico N° 51 Horas Pico Estación 1 Colegio Maldonado



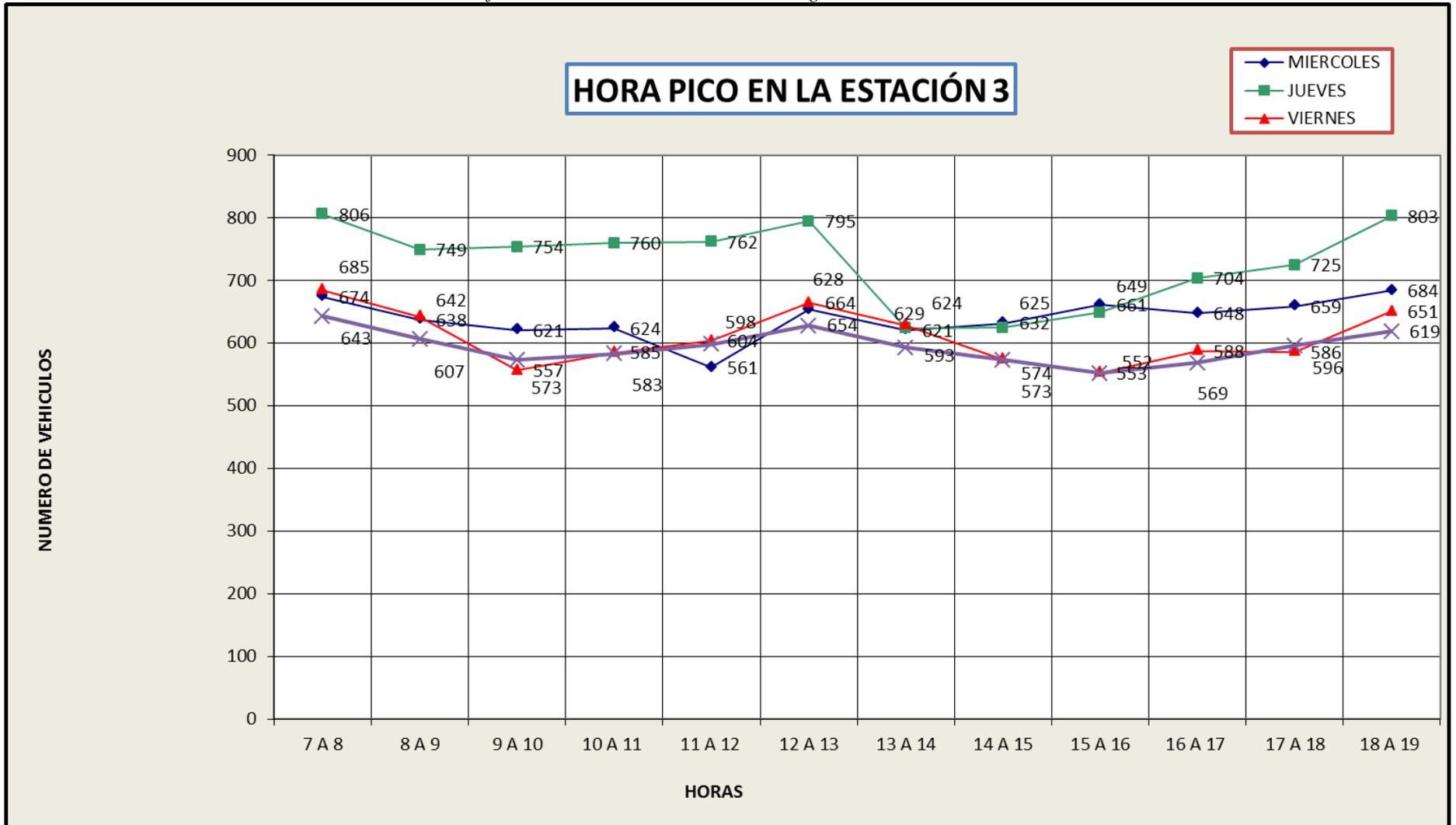
Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Grafico N° 52 Horas Pico Estación 2 Colegio Maldonado



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

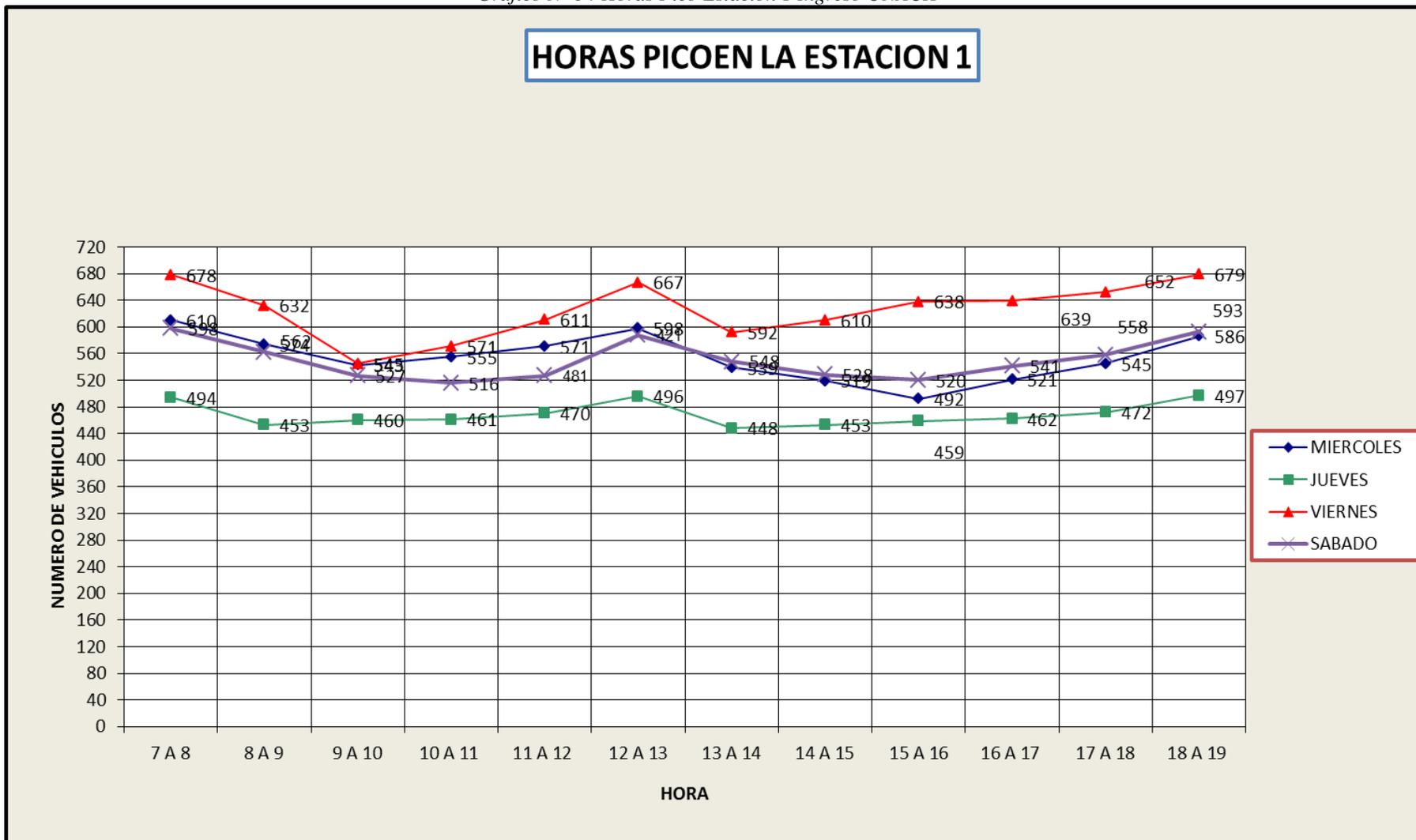
Grafico N° 53 Horas Pico Estación 3 Colegio Maldonado



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

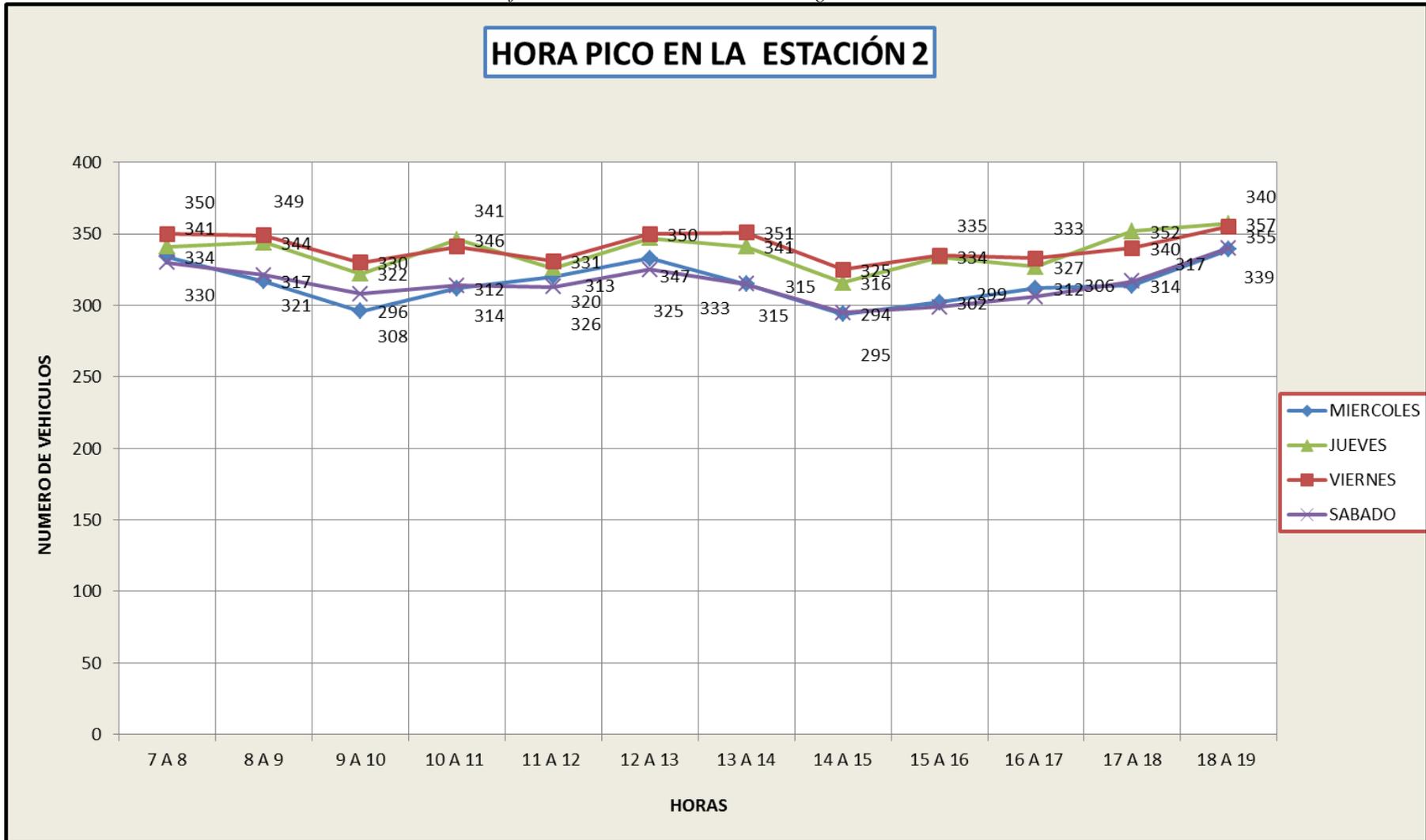
Puesto de conteo: Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo

Grafico N° 54 Horas Pico Estación 1 Ingreso UNACH



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

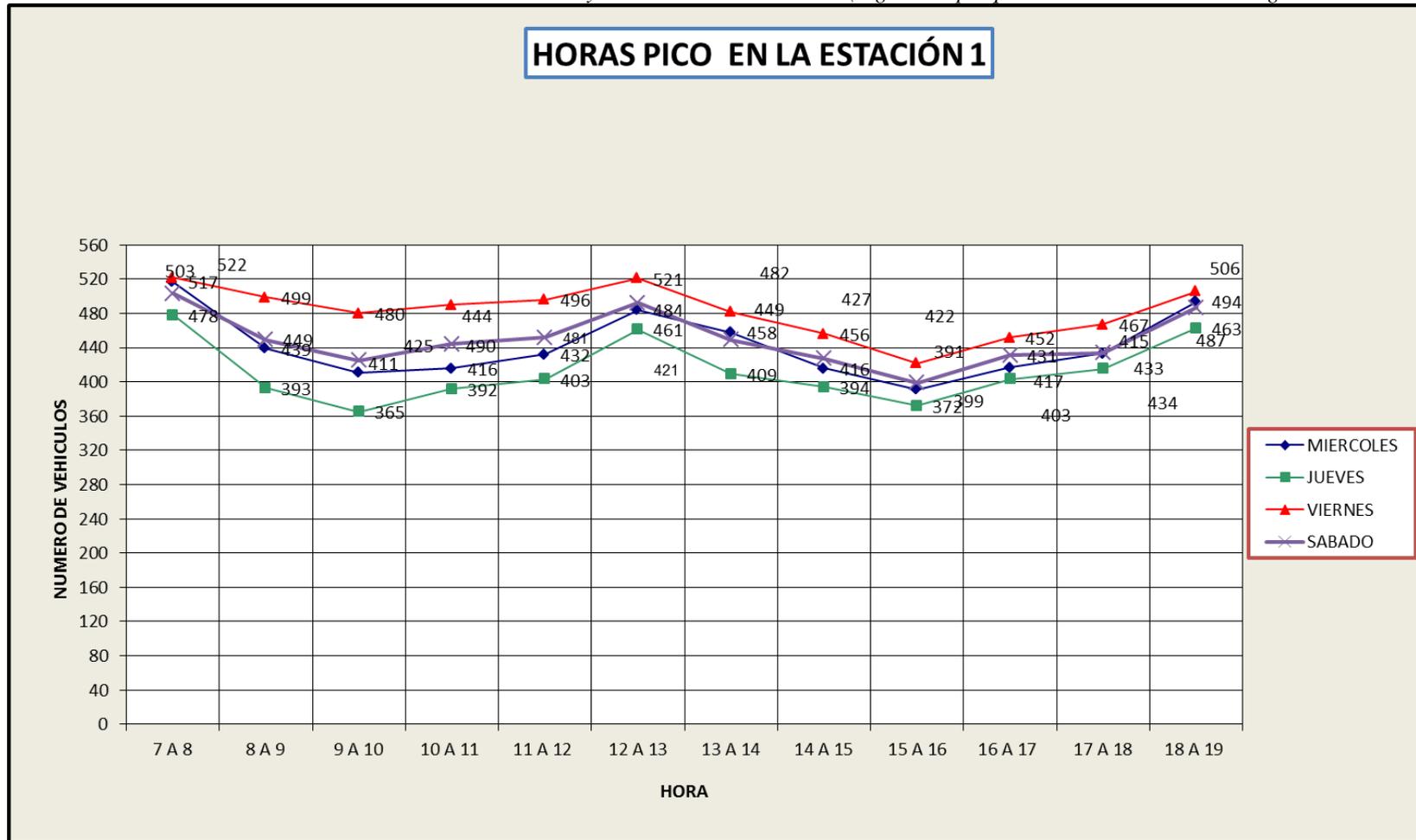
Grafico N° 55 Horas Pico Estación 2 Ingreso UNACH



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

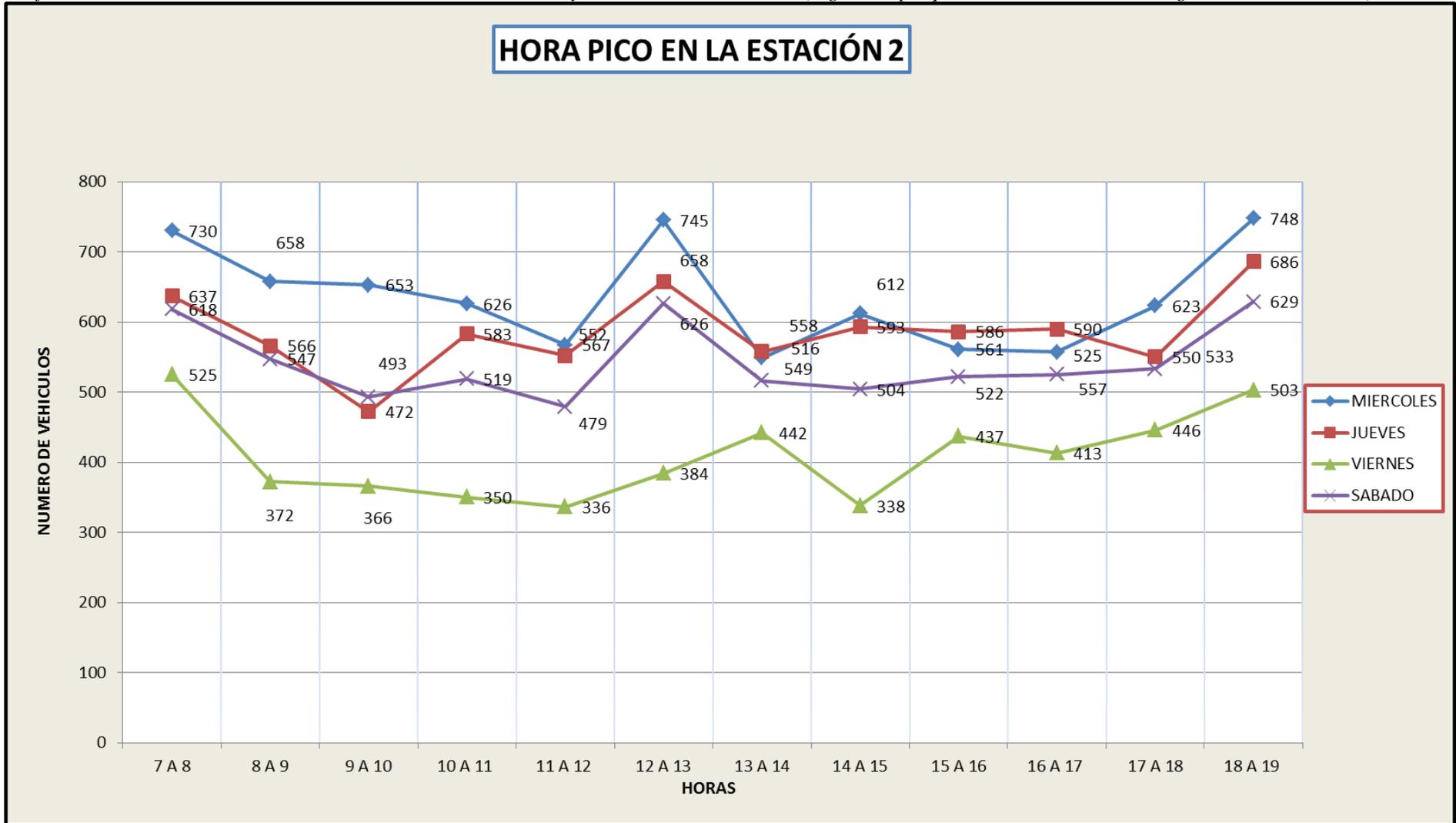
Puesto de conteo: Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)

Grafico N° 56 Horas Pico Estación 1 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Grafico N° 57 Horas Pico Estación 2 Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.3. CÁLCULO DEL TPDA

La unidad de medida del tráfico que circula por una vía es el TPDA (tráfico promedio diario anual) que es el volumen de tráfico anual dividido para 365 días.

El TPDA se determina en base a observaciones, conteos específicos y puntuales del tráfico que permite determinar el volumen actual del tráfico.

Una vez realizado el respectivo conteo vehicular obtuvimos los siguientes datos:

5.3.1. NÚMERO DE VEHÍCULOS DIARIO (PROMEDIO DEL CONTEO)

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi.

Tabla N° 98 Número de Vehículos Diario COMIL.

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
PROMEDIO	6047	257	297	6601
PORCENTAJE	91,60%	3,90%	4,50%	100,00%

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Redondel del Colegio Experimental Maldonado

Tabla N° 99 Número de Vehículos Diario Colegio Maldonado.

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
PROMEDIO	6175	270	359	6804
PORCENTAJE	90,76%	3,96%	5,28%	100,00%

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Tabla N° 100 Número de Vehículos Diario Ingreso UNACH.

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
PROMEDIO	4718	327	220	5265
PORCENTAJE	89,61%	6,22%	4,17%	100,00%

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)

Tabla N° 101 Número de Vehículos Diario Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
PROMEDIO	5224	332	385	5941
PORCENTAJE	87,93%	5,58%	6,49%	100,00%

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Además se realiza un análisis de los diferentes tipos de tráficos que se van a presentar durante la vida útil de la vía, con lo cual se determina el tráfico del proyecto utilizando la siguiente expresión propuesta en el manual de ingeniería de transportes.

$$\text{TPDA Proyecto} = \text{TPDA Futuro} + \text{Tráfico Desviado} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

TPDA DEL PROYECTO.

TPDA Futuro.- Es el volumen de vehículos que se presentarán en la vía, en un período de diseño, que en nuestro caso será de 20 años.

Se aplica la fórmula:

$$\text{TPDA FUTURO} = \text{TPDA ACTUAL} (1 + i)^n$$

TPDA FUTURO.

Dónde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Proyectaremos nuestro estudio de acuerdo a tasas de crecimiento vehicular en la Provincia de Chimborazo, mismas que se presentan a continuación.

Tabla N° 102 Tasa de Crecimiento Vehicular

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR			
PERÍODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2001-2006	4.37	3.01	2.75
2006 - 2011	3.97	2.86	2.42
Promedio	4.17	2.94	2.59

Fuente: Tasa de Crecimiento vehicular M.T.O.P

Tráfico futuro para veinte años.

Período de diseño n = 20 años

Cálculo Tipo Tráfico Futuro:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ actual} (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 6047 (1 + 3.97)^{20} + (1 + 3.97)^{20} + (1 + 3.97)^{20}$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 14104 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro} = TPDA \text{ ACTUAL} (1 + i)^n$$

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro (20 a\u00f1os)} = 14104 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

Redondel del Colegio Experimental Maldonado.

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro} = TPDA \text{ ACTUAL} (1 + i)^n$$

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro (20 a\u00f1os)} = 14405 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro} = TPDA \text{ ACTUAL} (1 + i)^n$$

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro (20 a\u00f1os)} = 11209 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

Intersecci\u00f3n calle innominada y Av. Antonio Jos\u00e9 de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingenier\u00eda de la UNACH)

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro} = TPDA \text{ ACTUAL} (1 + i)^n$$

$$\text{Tr\u00e1fico Futuro (20 a\u00f1os)} = 14389 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

A continuaci\u00f3n se realiza el detalle de cada uno de los elementos que conforman la expresi\u00f3n. Ecuaci\u00f3n para el c\u00e1lculo del TPDA del proyecto.

Tr\u00e1fico Desviado.- Es aquel que se transfiere a la v\u00eda mejorada, desde otras v\u00edas ya existentes debido al abaratamiento de costos de operaci\u00f3n, transferencia de carga y pasajeros, este tr\u00e1fico es el actual de la v\u00eda en mejoras aproximadamente igual al 10% del tr\u00e1fico que circula por la carretera.

$$\text{Tráfico Desviado} = \text{TPDA actual por el 10\%}$$

Tráfico Desviado

Cálculo Tipo Tráfico Desviado:

$$\text{TPDA Desviado} = \text{TPDA actual} * 10\%$$

$$\text{TPDA Desviado} = 6601 * 0.10$$

$$\text{TPDA Desviado} = 660 \text{ vehículos /día}$$

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

$$\text{TPDA Desviado} = 660 \text{ vehículos/día.}$$

Redondel del Colegio Experimental Maldonado.

$$\text{TPDA Desviado} = 680 \text{ vehículos/día.}$$

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

$$\text{TPDA Desviado} = 527 \text{ vehículos/día.}$$

Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)

$$\text{TPDA Desviado} = 594 \text{ vehículos/día.}$$

Tráfico Generado.- Es el tráfico atraído por el mejoramiento de la vía al incrementarse los viajes que no se realizaban antes y se incorporan al tráfico actual, el tráfico generado se produce durante los dos primeros años de servicio de la vía.

$$\text{Tráfico Generado} = 20 \% \text{ del TPDA actual}$$

Tráfico Generado

Cálculo Tipo Tráfico Generado:

$$\text{TPDA Generado} = \text{TPDA actual} * 20\%$$

$$TPDA \text{ Generado} = 6601 * 0.20$$

$$TPDA \text{ Generado} = 1320 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

$$\text{TR\u00c1FICO GENERADO} = 1320 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Redondel del Colegio Experimental Maldonado.

$$\text{TR\u00c1FICO GENERADO} = 1361 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

$$\text{TR\u00c1FICO GENERADO} = 1053 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Intersecci\u00f3n calle innominada y Av. Antonio Jos\u00e9 de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingenier\u00eda de la UNACH)

$$\text{TR\u00c1FICO GENERADO} = 1188 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tr\u00e1fico Por Desarrollarse.- Es el tr\u00e1fico que aparece como consecuencia del crecimiento econ\u00f3mico dentro del \u00e1rea de influencia del proyecto.

Est\u00e1 en funci\u00f3n del an\u00e1lisis de la producci\u00f3n de la zona que se dedicada al turismo, se prevé que en el futuro tendr\u00e1 un desarrollo econ\u00f3mico mucho mayor, por tal raz\u00f3n los veh\u00edculos a utilizarse para la movilizaci\u00f3n de turistas a los centros poblados se incrementará.

Utilizaremos la relaci\u00f3n recomendada por el M.T.O.P.

$$\text{TR\u00c1FICO POR DESARROLLARSE} = [(5\% - 7\%) * \# \text{ veh\u00edculos pesados actualmente que salen cargados}]$$

Tr\u00e1fico Por desarrollarse

C\u00e1culo Tipo Tr\u00e1fico por desarrollarse:

$$TPDA \text{ por desarrollarse} = 6\% * \# \text{ veh\u00edculos pesados actualmente que salen cargados}$$

$$TPDA \text{ por desarrollarse} = 6\% * 297$$

TPDA por desarrollarse = 18 vehículos /día

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * # *vehículos pesados*
actualmente que salen cargados]

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = 18 vehículos/día

Redondel del Colegio Experimental Maldonado

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * # *vehículos pesados*
actualmente que salen cargados]

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = 22 vehículos/día

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * # *vehículos pesados*
actualmente que salen cargados]

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = 13 vehículos/día

**Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al
parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH)**

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * # *vehículos pesados*
actualmente que salen cargados]

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = 23 vehículos/día

Con los resultados anteriores tenemos:

$\text{TPDA PROYECTO} = \text{TRÁFICO FUTURO} + \text{TRÁFICO DESVIADO} +$ $\text{TRÁFICO GENERADO} + \text{TRÁFICO DESARROLLADO}$
--

Cálculo Tipo Tráfico Proyecto:

$$\text{TPDA Proyecto} = \text{TRÁFICO FUTURO} + \text{TRÁFICO DESVIADO} +$$
$$\text{TRÁFICO GENERADO} + \text{TRÁFICO DESARROLLADO}$$

$$\text{TPDA Proyecto} = 14104 + 660 + 1320 + 18$$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 16102 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

Redondel del Colegio Combatientes de Tapi

$$TPDA \text{ PROYECTO} = 16102 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda) Para 20 a\u00f1os}$$

Redondel del Colegio Experimental Maldonado

$$TPDA \text{ PROYECTO} = 16568 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda) Para 20 a\u00f1os}$$

Ingreso a la Universidad Nacional de Chimborazo.

$$TPDA \text{ PROYECTO} = 12802 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda) Para 20 a\u00f1os}$$

Intersecci\u00f3n calle innominada y Av. Antonio Jos\u00e9 de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingenier\u00eda de la UNACH)

$$TPDA \text{ PROYECTO} = 14389 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda) Para 20 a\u00f1os}$$

5.4. C\u00c1LCULO DE TIEMPOS PARA LA SINCRONIZACI\u00d3N DE LOS SEM\u00c1FOROS.

Puesto N\u00b0 1.- Redondel del Colegio Combatientes de Tapi.

C\u00e1culo Tipo

Sumatoria de hora pico

$$\sum HP = \sum \# \text{Veh\u00edculos hora pico } 7h-8h + \sum \# \text{Veh\u00edculos hora pico } 12h-13h + \sum \# \text{Veh\u00edculos hora pico } 18h-19h.$$

$$\sum HP = 379 + 360 + 368$$

$$\sum HP = 1107$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ} h$$

$$VHP_{pm} = 1107/3$$

$$VHP_{pm} = 369$$

Tabla N° 103 Volumen horas pico Puesto 1COMIL giro recto.

PUESTO 1				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	340	23	16	379
8 A 9	290	10	12	312
9 A 10	273	9	9	290
10 A 11	259	13	9	281
11 A 12	270	13	12	294
12 A 13	323	21	17	360
13 A 14	256	14	6	276
14 A 15	212	17	12	240
15 A 16	202	16	7	225
16 A 17	232	16	7	255
17 A 18	264	15	7	285
18 A 19	328	21	19	368
SUB TOTAL	3246	186	132	3563
TOTAL AFEC.	3246	278	197	3722
% = (St/Ta)*100	91	5	4	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 1107$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 369$$

Tabla N° 104 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 2 a la izquierda.

PUESTO 1				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	108	4	5	118
8 A 9	65	1	2	67
9 A 10	70	1	2	73
10 A 11	75	0	2	77
11 A 12	78	2	3	83
12 A 13	104	5	6	115
13 A 14	69	3	3	75
14 A 15	71	1	3	75
15 A 16	72	1	1	74
16 A 17	68	3	3	74
17 A 18	72	3	3	77
18 A 19	89	6	6	100
SUB TOTAL	940	29	38	1007
TOTAL AFEC.	940	44	57	1040
% = (St/Ta)*100	93	3	4	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 332$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 111$$

Tabla N° 105 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 3 a la derecha.

PUESTO 1				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	54	2	5	61
8 A 9	47	1	3	50
9 A 10	43	1	3	47
10 A 11	37	1	2	40
11 A 12	38	1	2	41
12 A 13	53	4	5	62
13 A 14	38	1	2	41
14 A 15	26	1	2	29
15 A 16	36	1	1	38
16 A 17	43	1	1	45
17 A 18	36	1	2	39
18 A 19	59	3	5	67
SUB TOTAL	507	18	32	557
TOTAL AFEC.	507	27	48	582
% = (St/Ta)*100	91	3	6	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 190$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 63$$

Tabla N° 106 Volumen horas pico Puesto 1 COMIL giro 4 a la derecha.

PUESTO 1				
GIRO 4				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	82	3	4	89
8 A 9	65	1	2	69
9 A 10	70	2	2	74
10 A 11	65	1	1	67
11 A 12	68	2	2	71
12 A 13	77	3	4	84
13 A 14	39	2	1	41
14 A 15	44	2	1	46
15 A 16	33	1	1	35
16 A 17	42	2	1	45
17 A 18	30	1	1	32
18 A 19	78	4	4	85
SUB TOTAL	691	23	23	737
TOTAL AFEC.	691	34	35	760
% = (St/Ta)*100	94	3	3	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 258$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 86$$

Tabla N° 107 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 1 recto.

PUESTO 2				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	176	6	5	187
8 A 9	150	5	3	158
9 A 10	143	3	2	148
10 A 11	146	4	2	152
11 A 12	161	3	4	168
12 A 13	176	7	6	190
13 A 14	128	4	1	133
14 A 15	124	2	3	129
15 A 16	143	2	1	146
16 A 17	126	1	4	131
17 A 18	118	5	1	125
18 A 19	170	7	7	183
SUB TOTAL	1760	50	39	1848
TOTAL AFEC.	1760	74	58	1892
% = (St/Ta)*100	95	3	2	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 560$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 187$$

Tabla N° 108 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 2 izquierda.

PUESTO 2				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	105	5	4	114
8 A 9	86	2	2	90
9 A 10	81	2	2	84
10 A 11	76	1	2	79
11 A 12	89	2	2	93
12 A 13	103	4	4	111
13 A 14	73	2	2	77
14 A 15	92	1	2	95
15 A 16	88	1	1	90
16 A 17	89	1	1	90
17 A 18	91	1	1	93
18 A 19	102	5	5	111
SUB TOTAL	1073	25	26	1125
TOTAL AFEC.	1073	38	39	1150
% = (St/Ta)*100	95	2	2	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 335$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 112$$

Tabla N° 109 Volumen horas pico Puesto 2 COMIL giro 3 derecha.

PUESTO 2				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	9	4	2	14
8 A 9	5	2	1	7
9 A 10	5	2	1	7
10 A 11	4	1	1	6
11 A 12	3	0	0	3
12 A 13	9	3	2	14
13 A 14	6	1	0	7
14 A 15	3	1	1	4
15 A 16	2	0	0	2
16 A 17	5	1	1	7
17 A 18	5	0	1	6
18 A 19	9	4	2	14
SUB TOTAL	63	17	10	91
TOTAL AFEC.	63	26	15	104
% = (St/Ta)*100	70	19	11	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 42$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 14$$

Tabla N° 110 Volumen horas pico Puesto 3 COMIL giro 1 recto.

PUESTO 3				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	352	21	13	386
8 A 9	319	17	8	343
9 A 10	324	17	8	349
10 A 11	316	16	9	340
11 A 12	310	16	8	334
12 A 13	363	22	13	398
13 A 14	333	17	10	360
14 A 15	326	13	8	347
15 A 16	295	17	8	319
16 A 17	303	18	10	330
17 A 18	330	17	8	356
18 A 19	359	23	16	397
SUB TOTAL	3929	212	117	4259
TOTAL AFEC.	3929	318	176	4423
% = (St/Ta)*100	92	5	3	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 1181$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 394$$

Tabla N° 111 Volumen horas pico Puesto 3 COMIL giro 1 izquierda.

PUESTO 3				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	29	3	4	36
8 A 9	17	1	2	19
9 A 10	14	1	2	17
10 A 11	11	2	2	15
11 A 12	20	2	2	23
12 A 13	27	3	5	35
13 A 14	9	1	1	11
14 A 15	14	1	1	16
15 A 16	19	2	3	24
16 A 17	19	1	2	23
17 A 18	23	2	2	27
18 A 19	30	4	5	38
SUB TOTAL	231	23	30	283
TOTAL AFEC.	231	34	44	309
% = (St/Ta)*100	82	8	10	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 109$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 36$$

Tabla N° 112 Volumen horas pico Puesto COMIL giro 3 derecha.

PUESTO 3				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	366	19	37	422
8 A 9	339	15	23	378
9 A 10	323	14	28	364,75
10 A 11	316	11	29	355
11 A 12	269	11	25	306
12 A 13	352	18	33	402
13 A 14	296	14	24	335
14 A 15	339	14	26	379
15 A 16	320	15	28	362
16 A 17	301	13	27	341
17 A 18	329	11	23	363
18 A 19	369	20	35	424
SUB TOTAL	3919	174	338	4431
TOTAL AFEC.	3919	261	507	4687
% = (St/Ta)*100	88	4	8	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 1248$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 416$$

Tabla N° 113 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 1 recto.

PUESTO 4				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	277	9	12	298
8 A 9	244	5	10	258
9 A 10	234	6	9	249
10 A 11	188	6	9	202
11 A 12	230	5	10	245
12 A 13	278	11	13	301
13 A 14	239	7	9	254
14 A 15	235	5	8	248
15 A 16	219	5	8	232
16 A 17	219	6	8	234
17 A 18	247	6	9	261
18 A 19	287	9	14	309
SUB TOTAL	2895	78	117	3091
TOTAL AFEC.	2895	117	176	3188
% = (St/Ta)*100	94	3	4	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 909$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 303$$

Tabla N° 114 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 2 izquierda.

PUESTO 4				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	304	15	25	344
8 A 9	304	11	20	335
9 A 10	282	10	18	310
10 A 11	275	11	19	304
11 A 12	267	12	19	298
12 A 13	309	14	25	348
13 A 14	275	11	21	307
14 A 15	274	10	21	305
15 A 16	266	10	20	297
16 A 17	282	12	21	315
17 A 18	297	12	19	328
18 A 19	305	16	27	347
SUB TOTAL	3439	144	254	3836
TOTAL AFEC.	3439	216	381	4035
% = (St/Ta)*100	90	4	7	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 1038$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 346$$

Tabla N° 115 Volumen horas pico Puesto 4 COMIL giro 3 derecha.

PUESTO 4				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	107	4	4	115
8 A 9	94	2	2	98
9 A 10	93	2	1	96
10 A 11	92	1	2	95
11 A 12	93	2	1	95
12 A 13	109	4	4	117
13 A 14	87	2	2	91
14 A 15	90	2	2	93
15 A 16	91	2	2	94
16 A 17	92	2	2	96
17 A 18	88	2	1	91
18 A 19	112	4	4	119
SUB TOTAL	1148	27	26	1200
TOTAL AFEC.	1148	40	38	1226
% = (St/Ta)*100	96	2	2	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 351$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 117$$

Tabla de Acceso

Tabla N° 116 Tabla de Acceso COMIL.

ESTACIÓN	GIRO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	Tif
1	Norte	1554	48	62	1665	7265
	Sur	1739	59	80	1878	
	Este	3391	194	137	3722	
2	Norte	1802	51	39	1892	2038
	Este	102	28	17	146	
	Oeste	1756	41	43	1840	
3	Norte	5803	258	501	6562	11480
	Sur	403	40	52	495	
	Oeste	4081	220	122	4423	
4	Sur	2942	159	88	3188	11361
	Este	5787	242	427	6456	
	Oeste	1642	38	36	1717	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Cálculo Tipo Tabla de acceso COMIL

- **Volumen Crítico**

$$\text{Volumen Crítico 1} = \frac{\text{Total de la Suma de los giros}}{\text{Número de carriles}}$$

$$\text{Volumen Crítico 1} = \frac{7265}{2}$$

$$\text{Volumen Crítico 1} = 3632,31$$

De igual manera se calcula N2, N3, N4.

- **Saturación**

$$\text{Saturación} = \sum \text{NA}$$

$$\text{Saturación} = 3632,31 + 1018,98 + 5739,94 + 5680,69$$

$$\text{Saturación} = 16071,91$$

- **Flujo de Saturación**

$$\text{Flujo de Saturación 1} = \frac{\text{Volumen Crítico}}{\text{Saturación}}$$

$$\text{Flujo de Saturación 1} = \frac{3632,31}{16071,91}$$

$$\text{Flujo de Saturación 1} = 0,23$$

De igual manera se calcula Fs2, Fs3, Fs4.

- **Tiempo de amarillo**

$$Y1 = \left(t + \frac{V}{2a} \right) + \frac{L + W}{V}$$

$$Y1 = \left(1 + \frac{11.11}{2 * 3.05} \right) + \frac{38.8 + 6.1}{11.11}$$

$$Y1 = 6.86 \text{ seg}$$

De igual manera se calcula Y2, Y3, Y4.

- **Tiempo total período por ciclo (L)**

$$L = Y1 + Y2 + Y3 + Y4$$

$$L = 7 + 6 + 7 + 6$$

$$L = 26 \text{ seg}$$

- **Cálculo ciclo óptimo**

$$C = \frac{1.5L + 5}{1 - (1 - Yi)}$$

$$C = \frac{1,5(26) + 5}{1 - (1 - 0,36)}$$

$$C = 68 \text{ seg}$$

- **Verde total**

$$Gt = C - L$$

$$Gt = 68 - 26$$

$$Gt = 42 \text{ seg}$$

- **Tiempo del verde**

$$G1 = \frac{Yx}{\sum Y} (Gt)$$

$$G1 = \frac{0,23}{1} (42)$$

$$G1 = 9 \text{ seg}$$

De igual manera se calcula G2, G3, G4.

- **Comprobación Tiempo total del verde**

$$G1 + G2 + G3 + G4 = \text{Tiempo total verde}$$

$$9 + 3 + 15 + 15 = 42 \text{ seg}$$

- **Tiempo del rojo**

$$R1 = G2 + G3 + G4 + Y2 + Y3 + Y4$$

$$R1 = 3 + 15 + 15 + 6 + 7 + 6$$

$$R1 = 52 \text{ seg}$$

De igual forma calculamos R2, R3, R4, sin tomar en cuenta el giro al que corresponde.

- **Tiempo del peatón cruzar el semáforo en rojo**

$$PR1 - 3 = t + \frac{Wp}{Vp}$$

$$PR1 - 3 = 1 + \frac{38,8}{0,85}$$

$$PR1 - 3 = 46.65 \text{ seg}$$

De igual manera se calcula PR2, PR4, porque tienen el mismo tiempo de cruce.

- **Comprobación de los tiempos**

$$Ct1 = G + Y + R = C$$

$$Ct1 = 9 + 7 + 52 = 68$$

CÁLCULOS

Volumen Crítico

Estación 1

Número de carriles =(#C)

$$NA1 = \frac{Tlf1}{\#C}$$

$$NA1 = \frac{7265}{2}$$

$$NA1 = 3632,31$$

$$NA2 = \frac{Tlf2}{\#C}$$

$$NA2 = \frac{2038}{2}$$

$$NA2 = 1018,98$$

$$NA3 = \frac{Tlf3}{\#C}$$

$$\begin{aligned} \text{NA3} &= 11480/2 \\ \text{NA3} &= 5739,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NA4} &= \text{Tlf4/\#C} \\ \text{NA4} &= 11480/2 \\ \text{NA4} &= 5680,69 \end{aligned}$$

Saturación

$$\begin{aligned} S &= \sum \text{NA} \\ S &= 16071,91 \end{aligned}$$

Flujo de saturación

$$\begin{aligned} \text{Fs} &= \text{NA/S} \\ \text{Fs1} &= 0,23 \\ \text{Fs2} &= 0,06 \\ \text{Fs3} &= 0,36 \\ \text{Fs4} &= 0,35 \end{aligned}$$

Tiempo Amarillo

$$\begin{aligned} t &= 1 \text{ seg} \\ \text{V1} &= 12,5 \text{ m/s} \\ \text{V2} &= 11,11 \text{ m/s} \\ a &= 3,05 \text{ m/s}^2 \\ \text{W} &= 6,1 \text{ m} \\ \text{L1} &= 27,27 \text{ m} \\ \text{L2} &= 38,8 \text{ m} \\ \text{Y1} &= 6,86 \text{ seg} \\ \text{Y2} &= 5,72 \text{ seg} \\ \text{Y3} &= 6,86 \text{ seg} \\ \text{Y4} &= 5,72 \text{ seg} \end{aligned}$$

Si redondeamos los tiempos en cada fase, el tiempo en amarillo será igual a:

$$\begin{aligned} \text{Y1} &= 7 \text{ seg} \\ \text{Y2} &= 6 \text{ seg} \\ \text{Y3} &= 7 \text{ seg} \\ \text{Y4} &= 6 \text{ seg} \end{aligned}$$

Tiempo total por ciclo

$$L = Y1+Y2+Y3+Y4$$

$$L = 26 \text{ seg}$$

Calculo Ciclo Óptimo

$$C = (1,5L+5)/1-Yi$$

$$C = 68$$

Verde Total

$$Gt = C-L$$

$$Gt = 42$$

Tiempo del verde

$$G = (Fs/\Sigma Fs) Gt$$

$$G1 = 9 \text{ seg}$$

$$G2 = 3 \text{ seg}$$

$$G3 = 15 \text{ seg}$$

$$G4 = 15 \text{ seg}$$

$$G1+G2+G3+G4 = 42 \text{ seg}$$

Tiempo del rojo

$$R = Yx+Gx$$

$$R1 = G2+Y2+G3+Y3+G4+Y4$$

$$R1 = 52 \text{ seg}$$

$$R2 = 59 \text{ seg}$$

$$R3 = 46 \text{ seg}$$

$$R4 = 47 \text{ seg}$$

Tiempo del peatón cruzar el semáforo en rojo

$$PR = t + (Wp/Vp)$$

$$\begin{aligned} Vp &= 0,85 \text{ m/s} \\ Wp1 &= 38,8 \text{ m} \\ Wp2 &= 27,27 \text{ m} \\ t &= 1 \text{ seg} \end{aligned}$$

$$R1 = R3 \quad 46,65 \text{ seg}$$

$$R2 = R4 \quad 33,08 \text{ Seg}$$

Comprobación de los tiempos

Tabla N° 117 Comprobación de los Tiempos de los semáforos COMIL.

Fase	G	Y	R	Ciclo
1	9	7	52	68
2	3	6	59	68
3	15	7	46	68
4	15	6	47	68

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Puesto N° 2.- Redondel del Colegio Experimental Maldonado.

Tabla N° 118 Volumen horas pico Puesto 1 Colegio Maldonado giro 1 recto.

PUESTO 1				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	6	2	2	10
8 A 9	5	1	0	6
9 A 10	6	1	1	8
10 A 11	5	1	1	7
11 A 12	4	1	1	6
12 A 13	7	2	2	10
13 A 14	5	1	1	7
14 A 15	5	2	1	7
15 A 16	5	1	2	8
16 A 17	6	2	2	9
17 A 18	6	1	1	8
18 A 19	7	2	2	10
SUB TOTAL	64	17	14	94
TOTAL AFEC.	64	25	21	109
% = (St/Ta)*100	68	18	15	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 30$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 10$$

Tabla N° 119 Volumen horas pico Puesto 1 Colegio Maldonado giro 2 izquierda.

PUESTO 1				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	273	15	26	314
8 A 9	267	14	23	303
9 A 10	244	14	23	282
10 A 11	244	11	22	277
11 A 12	234	12	22	268
12 A 13	268	14	25	308
13 A 14	240	13	22	274
14 A 15	232	12	23	266
15 A 16	228	11	22	261
16 A 17	242	12	23	277
17 A 18	257	12	22	290
18 A 19	284	15	25	324
SUB TOTAL	3012	153	276	3442
TOTAL AFEC.	3012	230	414	3656
% = (St/Ta)*100	88	4	8	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 945$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 315$$

Tabla N° 120 Volumen horas pico Puesto 1 Colegio Maldonado giro 3 derecha.

PUESTO 1				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	89	5	9	103
8 A 9	81	4	7	91
9 A 10	79	4	7	89
10 A 11	76	4	7	86
11 A 12	77	4	7	87
12 A 13	83	6	8	97
13 A 14	80	4	6	90
14 A 15	80	4	6	89
15 A 16	81	4	8	92
16 A 17	83	4	6	93
17 A 18	82	4	8	93
18 A 19	86	6	8	100
SUB TOTAL	976	49	85	1109
TOTAL AFEC.	976	73	127	1176
% = (St/Ta)*100	88	4	8	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 299$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 100$$

Tabla N° 121 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 1 recto.

PUESTO 2				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	527	24	19	570
8 A 9	498	22	17	536
9 A 10	491	20	16	527
10 A 11	477	21	15	514
11 A 12	490	21	18	528
12 A 13	522	24	19	565
13 A 14	506	20	17	543
14 A 15	438	20	17	475
15 A 16	437	20	18	475
16 A 17	460	21	16	497
17 A 18	493	21	18	531
18 A 19	541	24	21	585
SUB TOTAL	5878	256	210	6345
TOTAL AFEC.	5878	384	315	6578
% = (St/Ta)*100	93	4	3	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 1720$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 573$$

Tabla N° 122 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 2 izquierda.

PUESTO 2				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	46	3	3	51
8 A 9	40	1	2	42
9 A 10	36	2	1	39
10 A 11	37	2	2	40
11 A 12	35	1	1	37
12 A 13	47	3	3	53
13 A 14	33	1	2	35
14 A 15	37	1	2	40
15 A 16	37	1	2	40
16 A 17	34	1	1	36
17 A 18	35	2	2	38
18 A 19	47	3	2	52
SUB TOTAL	463	19	20	502
TOTAL AFEC.	463	29	30	521
% = (St/Ta)*100	92	4	4	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum \text{HP} = 156$$

Volumen de hora pico promedio

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = \frac{\sum \text{HP}}{N^{\circ}h}$$

$$\text{VHP}_{\text{pm}} = 52$$

Tabla N° 123 Volumen horas pico Puesto 2 Colegio Maldonado giro 3 derecha.

PUESTO 2				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	88	3	21	112
8 A 9	78	1	17	95
9 A 10	72	2	17	91
10 A 11	78	2	18	98
11 A 12	70	2	16	88
12 A 13	88	4	19	111
13 A 14	76	1	17	93
14 A 15	81	1	17	100
15 A 16	83	2	17	102
16 A 17	79	2	18	98
17 A 18	86	2	18	105
18 A 19	84	3	20	107
SUB TOTAL	961	24	214	1199
TOTAL AFEC.	961	35	321	1318
% = (St/Ta)*100	80	2	18	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 330$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 110$$

Tabla N° 124 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 1 recto.

PUESTO 3				
GIRO 1				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	462	22	13	497
8 A 9	450	19	10	480
9 A 10	428	19	10	458
10 A 11	442	19	11	471
11 A 12	431	20	10	460
12 A 13	452	22	12	486
13 A 14	424	18	10	451
14 A 15	408	18	11	437
15 A 16	414	20	12	445
16 A 17	429	18	11	458
17 A 18	428	20	11	459
18 A 19	450	22	12	484
SUB TOTAL	5216	237	131	5584
TOTAL AFEC.	5216	355	197	5768
% = (St/Ta)*100	93	4	2	
				

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 1466$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 489$$

Tabla N° 125 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 2 izquierda.

PUESTO 3				
GIRO 2				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	183	5	12	199
8 A 9	164	3	9	175
9 A 10	153	2	10	165
10 A 11	150	3	11	164
11 A 12	154	3	10	167
12 A 13	178	4	12	194
13 A 14	150	3	9	161
14 A 15	148	3	9	159
15 A 16	143	3	9	155
16 A 17	153	4	8	165
17 A 18	168	3	9	180
18 A 19	184	4	11	199
SUB TOTAL	1925	40	117	2082
TOTAL AFEC.	1925	60	176	2161
% = (St/Ta)*100	92	2	6	



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 592$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \sum HP / N^{\circ}h$$

$$VHP_{pm} = 197$$

Tabla N° 126 Volumen horas pico Puesto 3 Colegio Maldonado giro 3 derecha.

PUESTO 3				
GIRO 3				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	VHP
7 A 8	3	2	1	6
8 A 9	2	1	1	4
9 A 10	2	1	1	4
10 A 11	1	1	1	3
11 A 12	2	2	1	5
12 A 13	3	2	1	5
13 A 14	3	1	1	5
14 A 15	3	1	1	5
15 A 16	2	1	1	3
16 A 17	3	2	1	5
17 A 18	1	1	1	4
18 A 19	4	2	1	7
SUB TOTAL	29	16	11	56
TOTAL AFEC.	29	24	16	69
% = (St/Ta)*100	52	29	19	



Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Sumatoria de Hora pico

$$\sum HP = 18$$

Volumen de hora pico promedio

$$VHP_{pm} = \frac{\sum HP}{N^{\circ}h}$$

$$VHP_{pm} = 6$$

Tabla de Acceso

Tabla N° 127 Tabla de Acceso Colegio Maldonado.

ESTACIÓN	GIRO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	Tif
1	Norte	74	19	16	109	7108
	Este	4480	228	411	5119	
	Oeste	1655	82	143	1881	
2	Norte	769	32	33	834	2679
	Sur	1479	36	329	1845	
	Este	6094	265	218	6578	
3	Norte	50	28	19	96	9321
	Sur	3196	66	195	3457	
	Oeste	5388	244	135	5768	

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

Volumen Critico

Estación 1

Número de carriles (#C)=

$$NA1 = Tlf1/\#C$$

$$NA1 = 7265/2$$

$$NA1 = 3554,13$$

$$NA2 = Tlf2/\#C$$

$$NA2 = 2038/2$$

$$NA2 = 1339,25$$

$$NA3 = Tlf3/\#C$$

$$NA3 = 11480/2$$

$$NA3 = 4660,46$$

Saturación

$$S = \sum NA$$

$$S = 9553,84$$

Flujo de saturación

$$Fs = NA/S$$

$$Fs1 = 0,37$$

$$Fs2 = 0,14$$

$$Fs3 = 0,49$$

Tiempo Amarillo

$$Y = (t + (V/2a) + ((L+W)/V))$$

$$t = 1 \text{ seg}$$

$$V1 = 12,5 \text{ m/s}$$

$$V2 = 11,11 \text{ m/s}$$

$$a = 3,05 \text{ m/s}^2$$

$$W = 6,1 \text{ m}$$

$$L1 = 21,79 \text{ m}$$

$$L2 = 19,39 \text{ m}$$

$$Y1 = 5,09 \text{ seg}$$

$$Y2 = 5,09 \text{ seg}$$

$$Y3 = 5,33 \text{ seg}$$

Si redondeamos los tiempos en cada fase, el tiempo en amarillo será igual a:

$$Y1 = 5 \text{ seg}$$

$$Y2 = 5 \text{ seg}$$

$$Y3 = 5 \text{ seg}$$

Tiempo total por ciclo

$$L = Y1+Y2+Y3+Y4$$

$$L = 15 \text{ seg}$$

Calculo Ciclo Óptimo

$$C = (1,5L+5)/1-Yi$$

$$C = 54$$

Verde Total

$$n = C-L$$

$$Gt = 39$$

Tiempo del verde

$$G = (Fs/\sum Fs) Gt$$

$$G1 = 15 \text{ seg}$$

$$G2 = 5 \text{ seg}$$

$$G3 = 19 \text{ seg}$$

$$G1+G2+G3 = 39 \text{ seg}$$

Tiempo del rojo

$$R = Yx+Gx$$

$$R1 = G2 + Y2 + G3 + Y3 + G4 + Y4$$

$$R1 = 34 \text{ seg}$$

$$R2 = 44 \text{ seg}$$

$$R3 = 30 \text{ seg}$$

Tiempo del peatón cruzar el semáforo en rojo

$$PR = t + (Wp/Vp)$$

$$Vp = 0,85 \text{ m/s}$$

$$Wp1 = 38,8 \text{ m}$$

$$Wp2 = 27,27 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ seg}$$

$$R1 = 46,65 \text{ seg}$$

$$R2 = R2 = 33,08 \text{ seg}$$

Comprobación de los tiempos

Fase	G	Y	R	Ciclo
1	15	5	34	54
2	5	5	44	54
3	19	5	30	54

Tabla N° 128 Comprobación de los Tiempos de los Semáforos Colegio Maldonado.

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.5. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL

5.5.1. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR REDONDEL DEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPI.



Gráfico N° 58 Composición del Tráfico Total COMIL.
ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

TABLA N° 129 Composición del tráfico COMIL

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	TOTAL
LIVIANOS	32249
BUSES	1372
PESADOS	1584
TOTAL GENERAL	35205

ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.5.2. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.



Gráfico N° 59 Composición del Tráfico Total Colegio Maldonado.

ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

TABLA N° 130 Composición del tráfico Colegio Maldonado

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	TOTAL
LIVIANOS	24698
BUSES	867
PESADOS	1139
TOTAL GENERAL	26704

ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.5.3. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR INGRESO PRINCIPAL A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.



Gráfico N° 60 Composición del Tráfico Total Ingreso UNACH.
ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

TABLA N° 131 Composición del tráfico Ingreso UNACH.

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	TOTAL
LIVIANOS	12582
BUSES	662
PESADOS	463
TOTAL GENERAL	13707

ELABORADO POR: Ángel Castro y Dani Cevallos

5.5.4. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL SECTOR INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.



Gráfico N° 61 Composición del Tráfico Total Ingreso Facultad de Ingeniería UNACH.
Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

TABLA N° 132 Composición del tráfico Ingreso Facultad de Ingeniería UNACH.

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	TOTAL
LIVIANOS	13929
BUSES	716
PESADOS	793
TOTAL GENERAL	15438

Elaborado por: Ángel Castro y Dani Cevallos

VI. DISCUSIÓN.

6.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN DIARIAMENTE POR EL REDONDEL DEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPIA.

De acuerdo a los datos obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A) en la Av. Antonio José de Sucre específicamente en el redondel del Colegio Combatientes de Tapi se puede determinar que el número de vehículos promedio que circulan los días Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado es de 6047 vehículos livianos, 257 buses, 297 vehículos pesados; dando un total general de 6601 vehículos que transitan por la vía señalada, lo cual ha provocado la excesiva congestión vehicular en el sector y por ende el incremento de accidentes de tránsito, causando malestar y preocupación a los moradores que habitan este sector; problemas que han empeorado por la mala geometría existente en los parterres adyacentes al redondel.

6.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN DIARIAMENTE POR EL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.

Cuando se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A) en la Av. Antonio José de Sucre, específicamente en el redondel del Colegio Pedro Vicente Maldonado se puede determinar que el número de vehículos promedio que circulan los días Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado es de 6175 vehículos livianos, 270 buses, 359 vehículos pesados; dando un total general de 6804 vehículos que transitan por la vía señalada, lo cual ha provocado la excesiva congestión vehicular en el sector y por ende el incremento de accidentes de tránsito, causando malestar y preocupación a los moradores que habitan este sector y ciudadanía en general.

6.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN DIARIAMENTE EN EL SECTOR DEL INGRESO PRINCIPAL A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.

De los datos obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A) en la Av. Antonio José de Sucre, en el Sector de la Universidad Nacional de Chimborazo, se puede determinar que el número de vehículos promedio que circulan los días Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado, antes de la fecha de colocación de los muros de división de carriles realizado por el Ilustre Municipio del Cantón Riobamba; fueron de 4718 vehículos livianos, 327 buses, 220 vehículos pesados; dando un total general de 5265 vehículos que transitan por la vía señalada, lo cual ha provocado la excesiva congestión vehicular obstaculizando el libre tránsito; por el alto índice de vehículos que transitan en esta vía se han cometido muchas infracciones de tránsito ya sea estas como delitos o contravenciones; teniendo como resultados daños materiales considerables así como heridos y muertos; hay que puntualizar que la infraestructura colocada por el Municipio para dividir las vías en lo actuales momentos se constituye en una amenaza tanto para conductores como para peatones.

6.4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN DIARIAMENTE EN EL SECTOR DE LA INTERSECCIÓN CALLE INNOMINADA Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE (INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNACH)

En base a los datos obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A), en la Intersección calle innominada y Av. Antonio José de Sucre (Ingreso al parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la UNACH), se puede determinar que el número de vehículos promedio que circulan Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado es de 5224 vehículos livianos, 332 buses, 385 vehículos pesados; dando un total general de 5941 vehículos que transitan por la vía señalada, lo cual ha provocado la excesiva congestión vehicular al momento de ingresar al Parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de

Chimborazo; también hay que señalar que influye de gran manera la colocación del muro de división de carriles construidos por el Cabildo Riobambeño; a esto hay que agregar que las calles adyacentes a la Universidad se encuentran en pésimo estado por no contar con la capa de rodadura, lo cual levanta al polvo al momento de circular cualquier vehículo; situación que provoca enfermedades respiratorias a moradores estudiantes y ciudadanía que transita por el sector.

CAPITULO IV

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.

- Por los datos obtenidos se puede señalar que debido a que en el tramo comprendido entre el redondel de Colegio Militar Combatientes de Tapi hasta la Universidad Nacional de Chimborazo por no existir vías de descongestión existe un congestionamiento excesivo de vehículos en las horas 7-8, 12-13 y 18 a 19
- Del análisis de los resultados se concluye señalando que los vehículos que transitan con mayor frecuencia los días viernes y sábados en los tramos Colegio Militar Combatientes de Tapi hasta la Universidad Nacional de Chimborazo y viceversa son buses y vehículos pesados; los buses como es característica llenos totalmente de pasajeros y los vehículos cargados de materiales que muchas veces se derraman en la vía provocando malestar a los moradores y peligro al transitar por la vía.
- Debido a que la Universidad Nacional de Chimborazo posee solo dos entradas vehiculares, en el sector de ingreso a la facultad de ingeniería y ciencias médicas de lunes a viernes se denota una congestión vehicular que ha causado problemas como enfermedades a quienes transitan y viven en este sector.
- Con la implementación de los semáforos no se trasladan los problemas existentes en la zona de estudio a otras intersecciones, sino se pretende conseguir un mejoramiento local en toda la red vial existente.
- La implementación de los semáforos nos permitiría dar una prioridad a la circulación vehicular en la avenida Antonio José de Sucre, ya que de acuerdo a los estudios realizados es la que tiene mayor flujo de circulación. De igual manera se proporciona una fluidez ininterrumpida en los sentidos transversales (Av. De los Héroes y la Av. Circunvalación).

- Los resultados del estudio de Impacto Ambiental para la alternativa seleccionada, tanto para suelo, agua, aire, flora y fauna, están calificadas con una importancia medio – bajo.
- Se optó por la presente alternativa, debido a que por las características del sector, esta opción es la más conveniente ya que se ajusta a las condiciones geométricas existentes, produciría un impacto ambiental bajo en lo que se refiere a la imagen urbana, tomando en cuenta las edificaciones aledañas, y nos permitiría conseguir el mejoramiento en la fluidez del tráfico en el sector en estudio.
- La colocación de los muros separadores de carril evitarán los giros indebidos que realizaban los vehículos a lo largo de la Av. Antonio José de Sucre lo cual ocasionaba dificultades a los usuarios de dicha vía y permiten un flujo ordenado y continuo, con bajos volúmenes, sin demoras por paradas.
- Con la implementación del redondel en el sector denominado Ingreso a la Urbanización San Antonio de las Abras se permiten todos los movimientos, aunque se requiere de distancias adicionales de recorrido para todos excepto para las vueltas a la derecha.
- La ejecución del Ingreso al nuevo Parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo se descongestionaría el ingreso y salida vehicular en las horas pico al existir dos accesos y obtendría una mejor organización de los parqueaderos al mejorar la movilidad dentro de ellos.
- Con la apertura de nuevas vías y el arreglo de las vías existentes que se encuentran en los alrededores de la Universidad Nacional de Chimborazo, se proporcionaría alternativas de descongestión a los usuarios para movilizarse en el sentido Guano-Riobamba y viceversa, además beneficiará a los estudiantes, docentes y autoridades de la Universidad Nacional de Chimborazo y a la ciudadanía en general.
- Al ampliar la calle innominada que está ubicada en la puerta principal del Colegio Militar Combatientes de Tapi, se desviaría el tráfico que se dirige en sentido ESTE-OESTE y que giran a la derecha, así

descongestionaríamos de mejor manera la intersección denominada redondel del Colegio Combatientes de Tapi.

7.2 RECOMENDACIONES.

- Mejorar la geometría de los extremos de los parterres que desembocan en los redondeles del COMIL y del Colegio Pedro Vicente Maldonado.
- Planificación conjunta entre las Instituciones Beneficiarias del Presente Proyecto de Investigación.
- Solicitar el arreglo de las vías perimetrales a la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Reubicación de los Postes de Energía Eléctrica de Alta Tensión localizados en el nuevo parqueadero.
- Solicitar la apertura de las vías ubicadas atrás de la Universidad Nacional de Chimborazo, para que exista una mejor fluidez en la Circulación Vehicular.
- Construcción de Obras de Servicios Básicos en el nuevo parqueadero, para la posterior construcción del Pórtico y Garita del nuevo ingreso al parqueadero.
- Se podría asignar exclusivamente el Parqueadero que cuenta con el sistema de vigilancia ojos de águila, para Autoridades y Docentes y así garantizar la seguridad de sus vehículos.
- Se recomienda realizar un estudio de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la zona, ya que por este sector pasa uno de los colectores principales de la ciudad de Riobamba.
- Se deberían realizar diseños similares en otros sectores de la ciudad, ya que por la expansión e incremento excesivo del parque automotor serían indispensables para evitar accidentes vehiculares y problemas en la fluidez del tráfico.
- Se debería rediseñar los muros separadores de carril que están colocados por el I.M.R. en la Av. Antonio José de Sucre ya que su geometría es sobre dimensionada y por lo tanto si llegaría a existir una colisión de un vehículo podría ocasionar daños severos.

- Recubrir los muros separadores de carril con pintura reflectiva para una mejor visibilidad de los usuarios al momento de transitar por la vía.

CAPITULO V

VIII. PROPUESTA

8.1. DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA AVENIDA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE.

Debido al alto número de Accidentes Vehiculares y gran Congestión Vehicular que se producen en la Av. Antonio José de Sucre comprendida entre la calle Juan Montalvo y el Puente de las Abras, se propone la siguiente alternativa global para la disminución de los Accidentes Vehiculares y de la Congestión Vehicular que se producen en dicha avenida.

Se propone la eliminación del redondel del Colegio Combatientes de Tapi y del redondel del Colegio Pedro Vicente Maldonado, para poder colocar semáforos que permitan dar fluidez al tráfico en las intersecciones antes mencionadas.

La ampliación de la calle innominada que está ubicada en la puerta principal del Colegio Militar Combatientes de Tapi.

Además proponemos la colocación de muros separadores de carril de Hormigón simple de (1.50x0.30x0.30)cm, en los tramos comprendidos entre:

- El redondel del Colegio Pedro Vicente Maldonado y la calle Vicente Román Roca
- La calle Vicente Román Roca y el ingreso a la urbanización San Antonio de las abras.

También se colocarán muros de (0.30x0.30x0.30) en los pasos cebras de los semáforos tanto en el ubicado en la parte exterior del Colegio Pedro Vicente Maldonado como en el ubicado en la parte exterior de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Se propone la implantación de un redondel en el sector denominado Ingreso a la Urbanización San Antonio de las Abras

Además se propone la apertura del Ingreso Sur-Este al nuevo parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para la disminución de los Accidentes Vehiculares y de la Congestión Vehicular es necesaria la apertura de nuevas vías y el arreglo de las vías existentes que se encuentran en los alrededores de la Universidad Nacional de Chimborazo.

8.1.1. ELIMINACIÓN DEL REDONDEL DEL COLEGIO MILITAR COMBATIENTES DE TAPI, MEJORAMIENTO DE LA GEOMETRÍA DE LOS EXTREMOS DE LOS PARTERRES QUE DESEMBOCAN EN EL REDONDEL, COLOCACIÓN DE SEMÁFOROS Y SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN LAS INTERSECCIONES (Ver Anexo 5 y 6).

La eliminación del redondel del Colegio Combatientes de Tapi, no es tan solo necesaria sino que, de acuerdo con las normas de redondeles este funciona con una afluencia de 3000 vehículos por hora, lo cual de acuerdo con el Estudio de Tráfico Promedio Diario nos dio un promedio de 2900 vehículos que circulan por el mismo en las horas pico, por lo cual se ha generado una gran congestión vehicular, debido al gran crecimiento del parque automotor en la ciudad y la apertura del Shopping Riobamba, en pocos meses se superaría la capacidad de este redondel.

Se propone retirar el redondel existente y colocar semáforos que permitan dar fluidez al tráfico en el sector de estudio, debido a que las redes de semáforos constituyen el principal medio de regulación del tráfico en las zonas urbanas y su costo no es muy elevado, mejorar la geometría de los extremos de los parterres, que desembocan en dicho redondel, señalar tanto horizontal como verticalmente para así disminuir el número de accidentes vehiculares que se presentan en dicha intersección.

8.1.2. AMPLIACIÓN DE LA CALLE INNOMINADA QUE ESTA UBICADA EN LA PARTE FRONTAL DE LA PUERTA PRINCIPAL DEL COLEGIO MILITAR COMBATIENTES DE TAPI (Ver Anexo 7 y 8).

Se propone la ampliación de la calle innominada que está ubicada en la puerta principal del Colegio Militar Combatientes de Tapi, para desviar el tráfico que se dirige en sentido ESTE-OESTE y que giran a la derecha para así descongestionar aún más la intersección denominada redondel del Colegio Combatientes de Tapi.

8.1.3. ELIMINACIÓN DEL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO, MEJORAMIENTO DE LA DE LOS EXTREMOS DE LOS PARTERRES QUE DESEMBOCAN EN EL REDONDEL, COLOCACIÓN DE SEMÁFOROS Y SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN LAS INTERSECCIONES (Ver Anexo 9 y 10).

La eliminación del redondel del Colegio Pedro Vicente Maldonado no es tan solo necesaria sino que, de acuerdo con las normas de redondeles este funciona con una afluencia de 3000 vehículos por hora, lo cual de acuerdo con el Estudio de Tráfico Promedio Diario nos dio un promedio de 2950 vehículos que circulan por el mismo en las horas pico, por lo cual se ha generado una gran congestión vehicular, debido al gran crecimiento del parque automotor en la ciudad y la apertura del Shopping Riobamba, en pocos meses se superaría la capacidad de este redondel.

Se propone retirar el redondel existente y colocar semáforos que permitan dar fluidez al tráfico en el sector de estudio, debido a que las redes de semáforos constituyen el principal medio de regulación del tráfico en las zonas urbanas y su costo no es muy elevado, mejorar la geometría de los extremos de los parterres, que desembocan en dicho redondel, señalar tanto horizontal como verticalmente para así disminuir el número de accidentes vehiculares que se presentan en dicha intersección.

8.1.4. COLOCACIÓN DE MUROS SEPARADORES DE CARRIL VEHICULAR DE HORMIGÓN SIMPLE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL REDONDEL DEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO Y LA CALLE VICENTE ROMÁN ROCA (Ver Anexo 11).

Proponemos la colocación de muros separadores de carril de Hormigón simple (1.50x0.30x0.30)cm, recubiertos de pintura reflectiva de dos colores, para facilitar su visibilidad y su correspondiente señalización, los cuales impedirán que los vehículos realicen giros indebidos, los cuales son la causa principal de los atropellamientos y accidentes vehiculares, además la colocación de muros de (0.30x0.30x0.30) en el paso cebra del semáforo ubicado en la parte exterior del Colegio Pedro Vicente Maldonado, para facilitar que los peatones crucen la Av. Antonio José de Sucre por dicho paso cebra.

8.1.5. COLOCACIÓN DE MUROS SEPARADORES DE CARRIL VEHICULAR DE HORMIGÓN SIMPLE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE VICENTE ROMÁN ROCA Y EL INGRESO A LA URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE LAS ABRAS (Ver Anexo 11).

Proponemos la colocación de muros separadores de carril de Hormigón simple (1.50x0.30x0.30)cm, recubiertos de pintura reflectiva de dos colores, para facilitar su visibilidad y su correspondiente señalización, los cuales impedirán que los vehículos realicen giros indebidos, los cuales son la causa principal de los atropellamientos y accidentes vehiculares, además la colocación de muros de (0.30x0.30x0.30) en el paso cebra del semáforo ubicado en la parte exterior de la Universidad Nacional de Chimborazo, para facilitar que los peatones crucen la avenida Antonio José de Sucre por dicho paso cebra.

8.1.6. IMPLANTACIÓN DE UN REDONDEL EN EL INGRESO A LA URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE LAS ABRAS (Ver Anexo 12).

Se propone la implantación de un redondel de 15 metros de diámetro en el sector denominado Ingreso a la Urbanización San Antonio de las Abras, para permitir un flujo ordenado y continuo de los vehículos que transitan por la Av. Antonio José de Sucre, disminuyendo los conflictos. Las entradas y salidas se efectuarán con movimientos convergentes y divergentes, y permitiendo todos los movimientos posibles, requiriendo distancias adicionales de recorrido para todos los giros, excepto para las vueltas a la derecha.

Con la implantación de dicho redondel se disminuirá el número de Accidentes de Tránsito ocasionados por giros indebidos de los vehículos.

8.1.7. APERTURA DEL INGRESO SUR-ESTE AL NUEVO PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO UBICADO JUNTO AL EDIFICIO INTELIGENTE(Ver Anexo 13 y 14).

Se propone la apertura del Ingreso Sur-Este al nuevo parqueadero de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, ya que con dicho ingreso se descongestionaría el ingreso y salida vehicular en las horas pico al existir dos accesos, también se obtendría una mejor organización de los parqueaderos al mejorar la movilidad dentro de ellos.

8.1.8. APERTURA Y ARREGLO DE LAS VÍAS DE DESCONGESTIÓN VEHICULAR QUE SE ENCUENTRAN EL LOS ALREDEDORES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO (Ver Anexo 15).

Debido al gran flujo vehicular que se presenta en la Av. Antonio José de Sucre y con la apertura del Shopping Riobamba que generara un mayor flujo vehicular es necesaria la apertura de nuevas vías y el arreglo de las vías existentes que se encuentran en los alrededores de la Universidad Nacional de Chimborazo, para así descongestionar dicha avenida facilitando a los usuarios, vías alternas para movilizarse en el sentido Guano-Riobamba y viceversa, además beneficiara a los Estudiantes, Docentes y Autoridades de la Universidad Nacional de Chimborazo y a la ciudadanía en general.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. CAL Y MAYOR, Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, 7ma edición.
2. CONSULTORES LOUIS BERGER INTERNACIONAL, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Quito 2003.
3. KRAEMER, Carlos. Ingeniería de Carreteras, Volumen I, España 2003
4. MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS, Ministerio de obras Públicas y comunicaciones. República del Ecuador. MTOP – 001- e
5. Ministerio del Ambiente del Ecuador
6. PAREDES, Ángel. Declaratoria de Impacto Ambiental de la Vía Ozogoche – El Atillo. Trabajo de grado previa a la Obtención del Título de Magíster en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua. Riobamba 2002.
7. PAREDES, Ángel y RODRÍGUEZ Jorge. Estudio de Tráfico, Impacto Ambiental y Diseño Geométrico del Intercambiador (Naciones >Unidas y Shirys). Tesis de grado previa a la Obtención del Título de Ingeniero Civil. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, Quito 1999.
8. SALGADO Antonio. Caminos en el Ecuador Estudio y Diseño., Quito 1989
9. SEDESOL, Manual técnico de Impacto Ambiental en estudios de transporte urbano. 2001
10. VELÁSQUEZ, Víctor y otros. Nueva Vía Oriental Tramo II, Tesis de grado previa a la Obtención del Título de Ingeniero Civil. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería, Quito 1992

X. ANEXOS

- ANEXO N° 1 REGISTRO FOTOGRÁFICO
 - ANEXO N° 2 REGISTRO TIPO DE CONTEO VEHICULAR
 - ANEXO N° 3 RESUMEN DE CONTEOS
 - ANEXO N° 4 SENTIDO DE CIRCULACIÓN DE LAS VÍAS
 - ANEXO N° 5 SITUACIÓN ACTUAL REDONDEL COLEGIO COMBATIENTES DE TAPIA.
 - ANEXO N° 6 ELIMINACIÓN DEL REDONDEL, SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN DEL COMIL
 - ANEXO N° 7 SITUACIÓN ACTUAL CALLE INNOMINADA INGRESO PRINCIPAL COMIL.
 - ANEXO N° 8 AMPLIACIÓN CALLE INNOMINADA INGRESO PRINCIPAL COMIL.
 - ANEXO N° 9 SITUACIÓN ACTUAL REDONDEL COLEGIO PEDRO VICENTE MALDONADO.
 - ANEXO N° 10 ELIMINACIÓN DEL REDONDEL, SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN DEL COLEGIO MALDONADO.
 - ANEXO N° 11 SEPARADORES DE CARRIL
 - ANEXO N° 12 IMPLANTACIÓN DEL REDONDEL EN EL INGRESO A LA URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE LAS ABRAS.
 - ANEXO N° 13 SITUACIÓN ACTUAL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.
 - ANEXO N° 14 IMPLANTACIÓN DEL INGRESO AL PARQUEADERO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.
 - ANEXO N° 15 VÍAS DE DESCONGESTIÓN A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
 - ANEXO N° 16 PRESUPUESTO.
 - ANEXO N° 17 ZONA DE ESTUDIO.
 - ANEXO N° 18 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR.
-