

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

JOSÉ FREDDY ORTUÑO FLORES

SEGUNDO DAVID PILA CAIZA

DIEGO XAVIER VITERI NICOLALDE

EDISON FRANCISCO YAGCHIREMA ARBOLEDA

DIRECTOR: ING. JOSÉ SALVADOR UZCÁTEGUI

Quito, Junio del 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, José Freddy Ortuño Flores, Segundo David Pila Caiza, Diego Xavier Viteri Nicolalde, Edison Francisco Yagchirema Arboleda, declaramos que el trabajo aquí desarrollado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Politécnica Salesiana, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por las normas institucionales vigentes.

José Ortuño Flores

David Pila Caiza

Diego Viteri Nicolalde

Edison Yagchirema Arboleda

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ortuño Flores José Freddy, Pila Caiza Segundo David, Viteri Nicolalde Diego Xavier, Yagchirema Arboleda Edison Francisco, bajo mi supervisión y que cumple condiciones básicas de un proyecto de Ingeniería Civil.

Ing. José Salvador Uzcátegui

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar nuestros pasos, por iluminar nuestro camino y darnos la fortaleza para continuar en los momentos difíciles.

A nuestras familias por el apoyo positivo y la confianza que han puesto en nosotros para lograr que esta meta se cumpla y se lleve a cabo.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana y en especial a los docentes quienes conforman la Carrera de Ingeniería Civil, que a diario brindan sus conocimientos experiencias y la formación fundamentada en la sabiduría y el respeto

Los integrantes del Escalón 2, de manera muy especial, agradecemos a los buenos amigos y profesionales que han colaborado en el desarrollo técnico del proyecto para que llegue a un fin exitoso.

De manera especial nuestros más sinceros agradecimientos a los Ingenieros Leonardo Tupiza Simbaña y Fernando Andrade por su apoyo técnico para la realización del presente proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres y mi abuelita por el amor y el apoyo incondicional a cada momento, porque han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante, buscando siempre el mejor camino.

A mí amada esposa Ana María, por su gran amor, cariño, comprensión, paciencia y colaboración a cada instante, porque ha contribuido positivamente para llevar a cabo esta ardua jornada, todo el esfuerzo se lo debo a ella por ser lo mejor y maravilloso de mi vida, te amo.

A mi adorada hija Lia, que es mi fortaleza y mi razón de vivir, por llenar mi vida de dicha y felicidad, que Dios te bendiga siempre mi pequeña amada.

A mis hermanos, gracias a sus consejos y por compartir sus vidas en todo momento.

A los amigos que colaboraron desinteresadamente para que este proyecto finalice con satisfacción.

José

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado para las personas más importantes en el mundo y quienes siempre estuvieron a mi lado en los momentos malos y buenos, que sus palabras y consejos siempre tenían un propósito concluir con éxito el trabajo.

Es a mi Hermosa Esposita Vicky por su comprensión y cariño, a mis Padres y Hermanos que tuvieron paciencia para permitir tomar el tiempo necesario y que recompenso con este trabajo una parte de su tiempo y sé que debo mucho a ellos, el no haber podido compartir momentos muy especiales y únicos en la vida....merezco mil disculpas...por siempre con mucho orgullo por ustedes y para ustedes los dedico.....gracias por todo y gracias a Dios por darme salud y vida.

David

“Algún día en cualquier parte, en cualquier lugar indefectiblemente te encontrarás a ti mismo, y ésa, sólo ésa, puede ser la más feliz o la más amarga de tus horas”

Pablo Neruda

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a:

Mi querida esposa María José compañera inseparable del día a día, a mis hermosos ángeles Camila, Gabriela y Micaela quienes han sido la motivación y razón para haber alcanzado esta añorada meta, siempre estaré junto a ustedes así como ahora lo han hecho conmigo, entregando su comprensión, paciencia y amor.

Mis padres que han sido el apoyo fundamental en el desarrollo de mi vida, sin ustedes hubiese sido imposible conseguir lo hasta ahora logrado. Su constancia y lucha incansable han hecho de ellos el mejor ejemplo a seguir.

Mis hermanos por estar junto a mí en esos momentos difíciles, quiero decirles que ser perseverante en la vida viene acompañado de éxitos.

Y en especial a mis abuelitos, tíos, primos quienes conformamos esta linda familia.

Diego

DEDICATORIA

Me es muy grato poder dedicar esta Tesis de Grado aquellas personas que han marcado el rumbo de mi vida con consejos, alientos de superación, apoyo moral, cuando habido la oportunidad de compartir una conversación.

A MIS FAMILIARES

Doy gracias a Dios y a la Virgen María por tener el apoyo primordial de mi familia que han sido el pilar fundamental para guiar mi formación como persona y como profesional, para culminar mis metas, a mi esposa e hija por brindarme el apoyo diario.

Edison

RESUMEN TÉCNICO

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2. Tesis de Grado previa la obtención del título de Ingeniero Civil. Quito. Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Ingeniería Civil, 2011.

Dada la importancia que tiene para el desarrollo social, económico y cultura un proyecto vial, el presente trabajo de graduación está dirigido a seleccionar la mejor opción para solucionar el problema: “La falta de una ruta más corta que permita la movilidad y el comercio entre los dos extremos del sur de la ciudad y el extremo norte, a través de una carretera de excelentes condiciones.

La fase de investigación trata sobre la monografía del lugar, ya que se observó a las poblaciones desde los siguientes puntos de vista: geográfico, climático, social, productivo, educativo y de salud. Determinando que las poblaciones pertenecientes a la Administración Zonal Quitumbe, tienen condiciones económicas medias, con niveles educativos medios y que por sus actividades se definen como comunidades agropecuarias y artesanales. Para dar una posible solución técnica al problema, se efectuaron todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculo topográfico, diseño geométrico, movimiento de tierras y sus volúmenes, drenajes transversales y longitudinales, diseño de pavimento, presupuesto y dibujo de planos. El resultado de lo anterior es el diseño de la geometría y el pavimento, sección tipo Colectora I, con las siguientes características: veredas de 2m a cada lado, calzadas de 8m, separadas por un parterre de 3m carpeta de rodadura de pavimento flexible. El costo estimado para esta fase es de USD 6'030.755,77 dólares incluido colector con una longitud final de 6 kilómetros con 28 metros.

Se entrega un diseño que garantiza seguridad y comodidad al usuario, así como también contribuye al descongestionamiento vehicular del Sur de la ciudad.

INDICE GENERAL

TITULO	Página
CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	2
1.2.1 FUENTE DEL PROBLEMA	5
1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.2.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	7
1.3 JUSTIFICACION	8
1.3.1 JUSTIFICACION SOCIAL	8
1.3.2 JUSTIFICACION ECONOMICA	9
1.4 OBJETIVOS	9
1.4.1 OBJETIVO DE DESARROLLO	9
1.4.2 OBJETIVO GENERAL	9
1.4.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.5 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	10
1.6 IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	13
1.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	15
1.8 ALCANCE DEL PROYECTO	15
CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA RUTA	17
2.1 METODOLOGÍA	17
2.2 RECONOCIMIENTO EN CAMPO	18
2.3 PUNTOS DE CONTROL	18
2.4 SELECCIÓN DE RUTA DE CAMPO	19

CAPITULO 3: ESTUDIO GEOLÓGICO	20
3.1 ANTECEDENTES	20
3.2 OBJETIVO	20
3.2.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	20
3.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	21
3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS	21
3.5 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	23
3.6 GEOMORFOLOGÍA	24
3.7 TECTONICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA	25
3.8 RIESGOS NATURALES	25
3.9 FORMACIONES GEOLOGICAS Y DEPOSITOS SUPERFICIALES	27
3.10 TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO	30
3.11 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (CBR)	34
3.12 MATERIAL DE PRESTAMO	36
3.13 MATERIALES PETREOS	36
CAPITULO 4: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	42
4.1 ALCANCE	42
4.1.1 INFORMACION UTILIZADA	44
4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO	45
4.3 CAUDAL PLUVIAL	45
4.3.1 ECUACION RACIONAL	46
4.3.2 AREA DE LA CUENCA	47
4.3.3 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	48
4.3.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	52
4.3.5 INTENSIDAD MAXIMA	53
4.3.6 DESCARGAS EXISTENTES	56

4.4	CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS	60
4.4.1	NÚMERO DE HABITANTES	61
4.4.2	CONSUMO DE AGUA	62
4.4.3	FACTOR DE RETORNO	62
4.5	CAUDAL DE DISEÑO	63
4.6	CONDICIONES DE DISEÑO	66
4.6.1	VELOCIDADES EN LOS CONDUCTOS	67
4.6.2	VELOCIDAD MINIMA	67
4.6.3	VELOCIDAD MAXIMA	67
4.6.4	PENDIENTE MINIMA	68
4.6.5	PENDIENTE MAXIMA	69
4.6.6	PROFUNDIDADES	69
4.7	SECCIÓN TIPO	73
4.8	ESTRUCTURAS ESPECIALES	74
4.9	POZOS DE REVISIÓN	76
4.10	CONEXIONES DOMICILIARIAS	76
4.11	DRENAJE MENOR	77
4.11.1	CÁLCULO DEL CAUDAL	79
4.11.2	CÁLCULO DEL CAUDAL INTERCEPTADO	81
4.11.3	VALORES DE RUGOSIDAD	81
4.11.4	ESPACIAMIENTO DE SUMIDEROS	81
4.11.5	TIPOS DE SUMIDERO	82
4.11.6	SELECCIÓN DE SUMIDERO	84
4.12	SUMIDEROS NORMALIZADOS	85
4.13	SISTEMA DE DRENAJE	85

CAPITULO 5: DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN		
DE IMPACTO AMBIENTAL		87
5.1	INTRODUCCIÓN	87
5.2	OBJETIVOS	88
5.2.1	OBJETIVO GENERAL	88
5.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	88
5.3	METODOLOGÍA	88
5.4	MARCO JURÍDICO	89
5.4.1	LEGISLACIÓN NACIONAL	89
5.4.2	LEYES	90
5.4.3	LEGISLACIÓN DISTRITAL	93
5.4.4	CONTROL VEHICULAR	94
5.5	DATOS DE LÍNEA BASE	96
5.5.1	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	96
5.5.2	CLIMATOLOGÍA Y PLUVIOSIDAD	97
5.6	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	97
5.6.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA POR LA CONSTRUCCIÓN	97
5.6.2	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y SU OPERACIÓN	98
5.7	MEDIO FÍSICO	98
5.7.1	CONDICIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS	98
5.7.2	CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	100
5.8	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO	101
5.9	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ANTRÓPICO	102
5.9.1	DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN	103
5.9.2	ZONIFICACIÓN	103
5.9.3	POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA	103

5.9.4	DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS, CULTURAL, EDUCACIÓN Y DE SANEAMIENTO DEL SECTOR.	106
5.10	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	106
5.10.1	CARACTERIZACIÓN Y NORMATIVAS PARA EXPROPIACIÓN DE TERRENOS Y CONSTRUCCIONES	107
5.11	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	112
5.12	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	116
5.13	PREDICCIÓN DE IMPACTOS: CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	116
5.14	CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	121
5.15	DESCRIPCIÓN DE LAS AFECTACIONES AL MEDIO AMBIENTE	122
5.16	AFECTACIONES AL COMPONENTE ABIÓTICO	123
5.17	AFECTACIONES AL COMPONENTE ANTRÓPICO	123
5.18	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
5.18.1	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	126
5.19	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	127
5.20	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	128
5.20.1	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE RUIDO	128
5.20.2	TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS	129
5.20.3	MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO	131
5.20.4	CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS, BODEGAS, Y TALLERES DE OBRA	133
5.20.5	CAMINOS DE ACCESO	133
5.20.6	DESVÍOS	138
5.20.7	DESVÍO Y CONTROL DE CURSOS DE AGUA	138
5.20.8	CONTROL DEL POLVO	138
5.20.9	PATIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	139
5.20.10	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	140

5.20.11	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO	143
5.20.12	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	143
5.20.13	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	144
5.20.14	PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES	146
5.20.15	EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	150
5.20.16	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	151
5.20.17	SERVICIOS BÁSICOS	152
5.20.18	MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	153
5.20.19	PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL	154
5.20.20	METODOLOGÍA	155
5.20.21	FICHAS DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL	155
5.20.22	FISCALIZACIÓN AMBIENTAL	167
5.20.23	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	170
CAPITULO 6: ESTUDIO DE TRÁFICO		172
6.1	OBJETIVOS	172
6.2	ALCANCE	172
6.3	UBICACIÓN	173
6.4	CONTEOS VOLUMETRICOS DE TRÁFICO	175
6.5	TASA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR	188
6.6	OBTENCION DE RESULTADOS	189
6.7	CONSIDERACIONES GENERALES	193

CAPITULO 7: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA E INTERSECCIONES		195
7.1	LEVANTAMIENTO DE LA FAJA TOPOGRAFICA	195
7.2	EL PROCESO DE DISEÑO	195
7.3	CARACTERISTICAS PARA LA DEFINICION DEL TRAZADO	196
7.4	OBTENCION DE LA FAJA TOPOGRAFICA	196
7.5	CRITERIOS DE DISEÑO	197
7.6	CLASE DE CARRETERA	198
7.7	NORMAS DE DISEÑO	199
7.8	DEFINICION DE LOS ELEMENTO QUE FORMAN PARTE DE LA GEOMETRIA DE LA VIA	200
7.9	VELOCIDAD DE DISEÑO	201
7.10	SECCION TIPICA ADOPTADA	203
7.11	PROYECTO HORIZONTAL	205
7.11.1	DISEÑO DE TANGENTES	205
7.11.2	DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES	205
7.11.3	PERALTE DE CURVAS	208
7.11.4	TANGENTE INTERMEDIA MINIMA	214
7.11.5	RADIO MINIMO A PARTIR DEL CUAL NO SE REQUIERE CURVAS ESPIRALES	215
7.11.6	SOBREANCHO EN CURVAS	217
7.11.7	DISTANCIA DE VISIBILIDAD	220
7.11.8	RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	223
7.11.9	RESUMEN DE PROYECTO HORIZONTAL	224
7.12	PROYECTO VERTICAL	233
7.12.1	PENDIENTES	233
7.12.2	DISEÑO DE LAS CURVAS VERTICALES	236
7.12.3	RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	241
7.12.4	RESUMEN DE PROYECTO VERTICAL	242

7.13	RELACION ENTRE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL	251
7.14	CONCLUSIONES	252
7.15	SECCIONES TRANSVERSALES TIPICAS	255
7.16	DISEÑO GEOMETRICO DE INTERCAMBIADORES	260
7.17	DISEÑO DE SEÑALIZACION	260
7.17.1	INTRODUCCION	260
7.17.2	OBJETIVOS	261
7.17.3	ALCANCE	262
7.17.4	NORMAS PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA CARRETERAS	262
7.17.5	MANUAL COLOMBIANO DE SEÑALIZACIÓN VIAL	264
7.17.6	NORMAS PARTICULARES	264
7.17.7	MANUAL DE SEÑALIZACIÓN INEN	264
7.17.8	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	265
7.18	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	279
7.18.1	GENERALIDADES	279
7.18.2	CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	280
7.18.3	SEÑALES REGLAMENTARIAS	282
7.18.4	SEÑALES PREVENTIVAS.	283
7.18.5	SEÑALES DE GUÍA.	283
7.18.6	SEÑALES DE SERVICIO ESPECÍFICOS, TURÍSTICAS, RECREATIVAS Y AMBIENTALES.	287
7.18.7	ORIENTACIÓN Y DISTANCIA LATERAL.	287
7.18.8	MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL	289
7.18.9	INSTALACIÓN DE LA SEÑALES VERTICALES	290
7.18.10	UBICACIÓN DE LA SEÑALES	290
7.19	DISEÑO DE ILUMINACION	290

CAPITULO 8: PAVIMENTOS	291
8.1 GENERALIDADES	291
8.2 OBJETIVOS	291
8.3 TIPOS DE PAVIMENTOS	291
8.3.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES	292
8.3.2 PAVIMENTOS RIGIDOS	292
8.4 TRABAJOS DE CAMPO	293
8.5 CLIMA Y LLUVIAS	293
8.6 GEOLOGIA DE LA ZONA	294
8.7 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	294
8.8 CONDICIONES DE LA SUBRASANTE	294
8.9 FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	296
8.10 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO	297
8.11 DATOS DE TRÁFICO	297
8.12 DISEÑO DE PAVIMENTO	298
8.12.1 PAVIMENTO FLEXIBLE	298
8.12.2 REFUERZO CON GEOMALLA	311
8.13 PAVIMENTOS RÍGIDOS	313
8.14 TIPOS DE JUNTAS	318
8.15 ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS	321
8.16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	325
CAPITULO 9: DIAGRAMA DE MASAS	327
9.1 VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO	327
9.2 METODO DE CÁLCULO PARA LA CURVA DE MASAS	328
9.3 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE ACARREO LIBRE	329
9.4 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE SOBRECARRERO	331
9.5 DETERMINACION DE SITIOS DE CORTE Y RELLENO	331

9.6	SITIOS DE DEPÓSITO	331
9.7	COMPENSACION DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO	332
9.8	MUROS	332

CAPITULO 10: ANALISIS ECONÓMICO-FINANCIERO 333

10.1	INTRODUCCIÓN	333
10.2	OBJETIVO	333
10.3	ESCENARIO SIN PROYECTO	334
10.4	ESCENARIO CON PROYECTO	334
10.5	CONCLUSIONES	339

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS DE DISEÑO

INDICE DE CUADROS

CUADRO NO.3.1	ANUARIO METEREOLÓGICO	21
CUADRO NO.3.2	MAPA GEOLÓGICO GENERAL	29
CUADRO NO.3.3	UBICACIÓN DEL PROYECTO “AV. ESCALON 2”	30
CUADRO NO.3.4	ENSAYOS DE LABORATORIO	31
CUADRO NO.3.5	HOJA DE RESUMEN DE CLASIFICACIÓN AASHTO	32
CUADRO NO.3.6	VALORES DE CBR DE DISEÑO	35
CUADRO NO.3.7	DATOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	37
CUADRO NO.3.8	PROPORCIONES RECOMENDADAS	39
CUADRO NO.4.4	CAUDAL DSE AGUA LLUVIA DESCARGAS NO. 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8	60
CUADRO NO.4.5	PROYECCION DE LA POBLA. PARROQUIAL DE GUAMANI	61
CUADRO NO.4.8	CAUDAL TOTAL PARA DISEÑO DE SECCION HIDRAULICA DE COLECTOR	63
CUADRO NO.4.9	SISTEMA DE DRENAJE	86
CUADRO NO.5.2	CRECIMIENTO POBLACIONAL	104
CUADRO NO.5.3	DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS	105
CUADRO NO.6.1	DATOS DE CONTEOS VOLUMETRICOS	175
CUADRO NO.6.3	PROYECCION VEHICULOS LIVIANOS PARROQUIA GUAMANI	178
CUADRO NO.6.4	PROYECCION VEHÍCULOS LIVIANOS PARROQUIA TURUBAMBA	178
CUADRO NO.6.5	CONTEO DE BUSES TRAMO 1	179
CUADRO NO.6.6	CONTEO DE BUSES TRAMO 2	180
CUADRO NO.6.7	CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 1 SECTOR DE MUSCULOS Y RIELES	183

CUADRO NO.6.8	CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 2 SECTOR GUAMANÍ	185
CUADRO NO.6.9	CONTEOS VOLUMETRICOS PESADOS 2 Y 3 EJES	187
CUADRO NO.6.10	CANTIDAD DE VEHÍCULOS PESADOS POR CLASE	188
CUADRO NO.6.11	TPDA DE VEHÍCULOS POR CLASE	188
CUADRO NO.6.12	TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO ANUAL (%)	189
CUADRO NO.6.13	ANÁLISIS DE TRÁFICO (FLEXIBLE)	190
CUADRO NO.6.14	ANÁLISIS DE TRÁFICO (RIGIDO)	192
CUADRO NO.7.1	VALORES PARA LA VELOCIDAD DE DISEÑO	202
CUADRO NO.7.2	VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN EL TIPO DE CAMINO	202
CUADRO NO.7.3	VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCION DE LOS VOLUMENES DE TRÁFICO	203
CUADRO NO.7.4	VALORES DEL RADIO MINIMO DE CURVATURA	207
CUADRO NO.7.5	PERALTES MAXIMOS DE CURVATURA	210
CUADRO NO.7.6	GRADIENTES LONGITUDINALES PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE EN FUNCION DE LA VELOCIDAD	211
CUADRO NO.7.7	PENDIENTE RELATIVA EN LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VIA	213
CUADRO NO.7.8	RADIO MINIMO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y A PARTIR DEL CUAL YA NO ES NECESARIO ESPIRALES	216
CUADRO NO.7.9	VALORES DEL RADIO DE CURVATURA	217
CUADRO NO.7.10	VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES AT = 6.00 M	218
CUADRO NO.7.11	VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES AT = 6.70 M	218
CUADRO NO.7.12	VALORES DE DISEÑO PARA ENSANCHAMIENTO DE CURVAS HORIZONTALES RECOMENDACIÓN DE BARNET	218
CUADRO NO.7.13	CÁLCULO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL	224
CUADRO NO.7.14	CÁLCULO DE CURVAS HORIZONTALES	225

CUADRO NO.7.15	CÁLCULO DE PERALTES MAXIMOS EN CURVAS SIMPLES	230
CUADRO NO.7.16	VALORES DE LAS PENDIENTES SEGÚN EL ORDEN DE LA VIA	234
CUADRO NO.7.17	CUADRO DE COEFICIENTES “K” PARA EL CALCULO DE LA LONGITUD MINIMA DE CURVAS VERTICALES	239
CUADRO NO.7.18	ALINEAMIENTO VERTICAL	242
CUADRO NO.7.19	RESUMEN GENERAL – DISEÑO GEOMETRICO	254
CUADRO NO.7.20	ANCHO DE ESPALDONES SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA Y EL TPDA	257
CUADRO NO.7.21	CLASIFICACION DE SUPERFICIE DE RODADURA	259
CUADRO NO.7.22	NIVELES MÍNIMOS DE RETROREFLEXIÓN EN PINTURAS SOBRE PAVIMENTO (MCD/LUX – M2).	271
CUADRO NO.7.23	TOLERANCIAS MÁXIMAS EN LAS DIMENSIONES DE SEÑALIZACIONES.	278
CUADRO NO.8.2	NIVELES DE CONFIABILIDAD	301
CUADRO NO.8.3	VALORES DE ZR EN FUNCIÓN DE LA CONBIABILIDAD	302
CUADRO NO.8.4	ABACO DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	304
CUADRO NO.8.5	VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO.	305
CUADRO NO.8.6	VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a2) DE LA CAPA BASE	306
CUADRO NO.8.7	VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a3) DE LA CAPA DE SUB-BASE	307
CUADRO NO.8.8	ESPEORES MINIMOS SUGERIDOS	307
CUADRO NO.8.9	CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	308

CUADRO NO.8.10	ESPEORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (10 AÑOS)	310
CUADRO NO.8.11	ESPEORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (20 AÑOS)	310
CUADRO NO.8.12	ESPEORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA	312
CUADRO NO.8.13	VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGAS (J)	315
CUADRO NO.8.14	CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC)	316
CUADRO NO.8.15	OBTENCIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN (K)	317
CUADRO NO.8.16	NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE REACCIÓN COMPUESTO DE LA SUBRASANTE	317
CUADRO NO.8.17	ESPEORES DE PAVIMENTO RÍGIDO	318
CUADRO NO.8.18	CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA JUNTA TRANSVERSAL	321
CUADRO NO.8.19	CALCULO DE ACERO LONGITUDINAL	323
CUADRO NO.8.20	CALCULO DE LONGITUD DE LA BARRA DE ANCLAJE	324
CUADRO NO.10.1	COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (GRAND VITARA SZ)	335
CUADRO NO.10.2	COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (BUS HINO JO8C)	335
CUADRO NO.10.4	COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (VOLQUETA HINO HG 2E)	336
CUADRO NO.10.5	COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (CAMIÓN HINO 3E)	336
CUADRO NO.10.6	COMPARACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN	338
CUADRO NO.10.7	COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE	339

INDICE DE TABLAS

TABLA NO.4.1	COEFICIENTE DE MANING	67
TABLA NO.4.2	VELOCIDADES MAXIMAS	68
TABLA NO.4.3	COEFCIENTES DE RUGOSIDAD DE MANING	81
TABLA NO.5.1	ÁREAS DE LOS BARRIOS	98
TABLA NO.5.2	NOMBRES CIENTÍFICOS DE ANIMALES	102
TABLA NO.5.3	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN PARROQUIAS URBANAS	104
TABLA NO.5.4	VIVIENDAS PARTICULARES Y COLECTIVAS POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES SEGUN PARROQUIA	105
TABLA NO.5.5	FACTORES AMBIENTALES CONSIDERADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	113
TABLA NO.5.6	ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	114
TABLA NO.5.7	ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN	115
TABLA NO.5.8	CRITERIOS DE PUNTUACIÓN DE LA IMPORTANCIA Y VALORES ASIGNADOS	118
TABLA NO.5.9	FASE DE CONSTRUCCIÓN	122
TABLA NO.5.10	FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	123
TABLA NO.5.11	MEDICIÓN Y PAGO	170
TABLA NO.5.12	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA 6 KM DE VÍA	170

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO NO.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
GRÁFICO NO.2	PROYECTOS VIALES PROPUESTOS Y MAPA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	12
GRÁFICO NO.3	UBICACIÓN DEL CANTON QUITO EN EL ECUADOR Y SUS LÍMITES	13
GRÁFICO NO.4.1	UBICACIÓN DE LA SUB-CUENCA DE LA QUEBRADA CAUPICHO	43
GRÁFICO NO.4.2	DELIMITACIÓN SUB-CUENCA QUEBRADA CAUPICHO	47
GRÁFICO NO.4.6	UBICACIÓN DESCARGAS	57
GRÁFICO NO.4.9	SECCIÓN DE COLECTOR 1.0M X 1.0M	73
GRÁFICO NO.4.10	SECCIÓN DE COLECTOR 1.5M X 1.5M ADOPTADA	74
GRÁFICO NO.4.11	POZO DE BANDEJAS ADOPTADO	75
GRÁFICO NO.4.12	TIPOS DE SUMIDEROS	83
GRÁFICO NO.4.13	SUMIDERO DE REJA	84
GRÁFICO NO.6.1	UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN NO. 1	174
GRÁFICO NO.6.2	UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN NO. 2	174
GRÁFICO NO.6.3	INCREMENTO VEHICULAR	176
GRÁFICO NO.6.4	BARRIOS ALEDAÑOS A LA VÍA	177
GRÁFICO NO.7.1	GRAFICO DE CURVA HORIZONTAL	206
GRÁFICO NO.7.2	ESQUEMA DE CURVA VERTICAL	237
GRÁFICO NO.7.3	DIVISIONES DE CALZADA	266
GRÁFICO NO.7.4	LÍNEAS LONGITUDINALES	270
GRÁFICO NO.7.5	ÁNGULOS DE ILUMINACIÓN Y OBSERVACIÓN	271
GRÁFICO NO.7.6	FLECHAS HORIZONTALES	273

GRÁFICO NO.7.7	LÍNEAS TRANSVERSALES	274
GRÁFICO NO.7.8	SEÑALES REGLAMENTARIAS	279
GRÁFICO NO.7.9	SEÑALES REGLAMENTARIAS	280
GRÁFICO NO.7.10	SEÑAL PREVENTIVA	280
GRÁFICO NO.7.11	SEÑALES DE GUIA	281
GRÁFICO NO.7.12	SEÑALES INFORMATIVAS	281
GRÁFICO NO.7.13	SEÑALES DE PROPOSITOS ESPECIALES	282
GRÁFICO NO.7.14	MÉTODOS CONVENIENTES DE SOPORTE - SEÑALES LATERALES	283
GRÁFICO NO.7.15	ESTRUCTURA	285
GRÁFICO NO.7.16	ALTURAS Y UBICACIONES LATERALES DE SEÑALES PARA INSTALACIONES TÍPICAS	288
GRÁFICO NO.8.1	COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS	291
GRÁFICO NO.8.2	SECCIÓN TIPICA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE	311
GRÁFICO NO.8.3	TRANSFERENCIA DE CARGA A TRAVES DEL PASADOR	319
GRÁFICO NO.8.4	TRANSFERENCIA DE CARGAS POR TRABAZÓN ENTRE AGREGADOS	319
GRÁFICO NO.8.5	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	320
GRÁFICO NO.8.6	JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	320
GRÁFICO NO.8.7	PLANTA PAÑOS DE LOSA	322
GRÁFICO NO.8.8	TRANSFERENCIA DE CARGAS	322
GRÁFICO NO.8.9	TRANSMISIÓN DE CARGAS	323

INDICE FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA NO.3.1	TOMA DE MUESTRAS – ENSAYO (CBR)	34
FOTOGRAFÍA NO.4.1	DESCARGA NO. 1	57
FOTOGRAFÍA NO.4.2	DESCARGA NO. 2	58
FOTOGRAFÍA NO.4.3	DESCARGA NO. 3	58
FOTOGRAFÍA NO.4.6	DESCARGA NO. 6	58
FOTOGRAFÍA NO.4.7	DESCARGA NO. 7	58
FOTOGRAFÍA NO.4.4	DESCARGA NO. 4	59
FOTOGRAFÍA NO.4.5	DESCARGA NO. 5	59
FOTOGRAFÍA NO.4.8	DESCARGA NO. 8	59
FOTOGRAFÍA NO.4.9	SITUACIÓN ACTUAL COLECTOR EXISTENTE	65
FOTOGRAFÍA NO.4.10	SUMIDEROS EXISTENTES SECTOR MÚSCULOS Y RIELES	78
FOTOGRAFÍA NO.6.1 Y 6.2	TIPOS DE VEHÍCULOS PESADOS	181
FOTOGRAFÍA NO.7.1		267
FOTOGRAFÍA NO.7.2		268
FOTOGRAFÍA NO.7.3		269
FOTOGRAFÍA NO.7.4		276
FOTOGRAFÍA NO.7.5		277
FOTOGRAFÍA NO.7.6		284
FOTOGRAFÍA NO.7.7		285
FOTOGRAFÍA NO.7.8		286
FOTOGRAFÍA NO.8.1	CONFORMACIÓN DE ESPESORES ENTRE EL KM 1+750 Y KM 2+440 AV. LEONIDAS DOUBLES (ESCALÓN 2)	296



CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está encaminado a elaborar el diseño geométrico y del pavimento del proyecto denominado Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2 que inicia en el ingreso al barrio Músculos y Rieles a la altura de la planta de tratamiento de agua potable El Troje con las siguientes Coordenadas **Norte: 9963826.641; Este: 497679.677** jurisdicción del Municipio del Sur “Administración Zonal Quitumbe”, en la Provincia de Pichincha hasta enlazar con el Corredor Nueva Avenida Occidental con las coordenadas **Norte: 9963638.137; Este: 492434.126**, este proyecto consta aproximadamente de 6.028 kilómetros.

El presente trabajo consiste en desarrollar la fase de diseño definitivo que consta dentro del proyecto macro de vías propuesto por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

El Escalón 2 está consolidado en algunos tramos y presenta un alineamiento tipo S, está conformado con lastre en algunos tramos iniciales y de suelo natural en otros tramos, las características de este tipo de vía se indica en la **Ordenanza Metropolitana No. 3746 de fecha 10 de junio del 2008**, con un ancho de 23.00 metros como una vía Tipo Colectora. Las condiciones físicas del Escalón 2 son malas, y en algunas partes presenta exceso de pendiente lo que dificulta el acceso de vehículos de transmisión sencilla.

Lo anteriormente descrito es parte del problema, sin embargo, uno de los problemas principales es la falta de una ruta corta que permita mejorar el comercio, educación, cultura entre los extremos sur este y sur oeste además, con el extremo norte y los valles los cuales tienen un mejor estilo de vida y un alto nivel de desarrollo social.



En el presente estudio se muestran las actividades que se efectuaron para elaborar la investigación y el diseño. Las alternativas desarrolladas para diseñar el pavimento en este trabajo, son de tipo flexible (asfalto) y rígido (hormigón), con una sección tipo, con todos los componentes necesarios como: cunetas, drenajes transversales, sub base, base y carpeta de rodadura.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La infraestructura vial es fundamental para el Desarrollo Económico – Social, provee el fundamento de la actividad económica moderna. Quito tiene rezagos en infraestructura vial especialmente que afectan la calidad de vida de la población y reduce la competitividad de la economía debido a que durante muchos años no se invirtió lo suficiente en estructura vial. En la actualidad, en nuestra capital existen necesidades de conservación, modernización y expansión de la infraestructura que deben ser atendidas, la inversión pública no alcanza para atender la totalidad de los requerimientos de infraestructura que requiere la población, por lo que en muchos casos es complementado con recursos privados.

Para aumentar la inversión en infraestructura vial específicamente, tanto pública como privada, se requiere emplear nuevos mecanismos de desarrollo de infraestructura, perfeccionar los esquemas de asociación público-privada, fortalecer la capacidad institucional modernizando el marco legal y regulatorio, entre otros factores.

El crecimiento poblacional existente en el Distrito Metropolitano de Quito, ha planteado la necesidad de crear vías alternas dentro de un *Plan Maestro de Movilidad* para descongestionar en gran cantidad el tráfico que se presenta todos los días especial en las horas pico en los sectores sur y centro de la ciudad, implementando varias vías que conecten con los corredores: **Avenida Nueva Vía Occidental y Corredor Sur Oriental Av. Simón Bolívar** permitiendo así reducir el tiempo de traslado de los habitantes con sus automotores y mejorando el aspecto socio económico de la ciudad.



Para ello se realizó una inspección técnica en conjunto con delegados de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA y del MUNICIPIO DE QUITO (ADMINISTRACION ZONAL QUITUMBE) del Escalón 2, se constató que el relieve y los accidentes topográficos donde se diseñará el proyecto definitivo del Escalón 2, y que comparado con la realidad no corresponden con los estudios realizados hace 19 años.(Agosto/1991).

Por lo que la necesidad de consolidar un proyecto vial no solo corresponde a determinar la estructura de su capa de rodadura si no también, en buscar soluciones a los problemas sociales que se presentarán luego del diseño horizontal definitivo, en el que se analizará costos y beneficios de indemnización de las propiedades afectadas por el trazado definitivo del Escalón 2.

Al encontrar varios antecedentes en el lugar del proyecto es necesario tomar varias alternativas de diseño del cual se toma uno con el fin de no agrandar los problemas sociales tanto de vivienda como de propiedades y al mismo tiempo evitar complicaciones con el Municipio el cual ha venido buscando formas seguras de incorporar proyectos viales que ayuden a que los habitantes obtengan los beneficios de comodidad y excelencia tanto en salud, transporte, vialidad y educación mejorando la calidad para todos los usuarios.

En base a las visitas de campo y la topografía realizada se ha constatado que en varios tramos de la vía existente se encuentran sin definición vial, es mas no tienen una delimitación definitiva del Escalón, encontrando varios inconvenientes para el desarrollo del proyecto, en el cual las acciones que se toman son de diferentes índoles; una de ellas es buscar la mejor alternativa de diseño geométrico, que no afecten en gran magnitud las propiedades y que las mismas no encarezcan al proyecto.

La Coordinación del Municipio y los Representantes Barriales son de gran importancia para tener en cuenta las consideraciones de tipo social.



El ingreso principal desde la parte Oriental hasta el Barrio Músculos y Rieles está el Escalón sin definición a pesar de que existe una Ordenanza Aprobada por el Consejo Metropolitano y en el cual existe la dimensión total del Escalón 2 como se muestra a continuación:

Ancho Total:	23,00m
Veredas Laterales:	2,00m a cada lado.
Parterre Central:	3,00m
Ancho Vial Libre:	8,00m por cada dirección.

Desde la avenida Simón Bolívar, existe la primera curva de ingreso al Barrio Músculos y Rieles hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Troje, el Escalón 2 se encuentra físicamente consolidado con un ancho total de 23,00m con un parterre central y bordillos los cuales delimitan el ancho vial, sin embargo desde el tramo que corresponde a la Planta de Tratamiento El Troje hasta la parada de buses Caupicho-Límite entre los barrios Músculos y Rieles – Caupicho, se encuentra abierto con un ancho de 23,00m, en este tramo no existe bordillos laterales ni parterre central que delimiten el ancho vial.

Desde el límite oriental del barrio Caupicho hasta el ingreso o deflexión en la Iglesia principal de Caupicho se encuentra consolidada y asfaltada; la consolidación de edificaciones es un 90% de su totalidad en el cual solo se tomará como parte de diseño y de mejoramiento un recapeo en la capa de rodadura ya que en ella para una ampliación del ancho de vía sería un problema social muy grande.

Deflexión a la altura de la Iglesia principal de Caupicho y a comienzos de la Quebrada Caupicho se localiza un cruce de la línea férrea por lo que según Ordenanza Metropolitana Aprobada por Consejo Metropolitano se debe respetar el retiro desde el eje del carril 10,00m a cada lado que en su totalidad es de 20,00m, a mas de ello se localiza áreas de recreación deportiva, áreas comunales, edificaciones que se encuentran tomadas el borde de quebrada en aéreas muy extensas, los cuales no respetaron el borde superior de quebrada que delimita la Dirección de Avalúos y



Catastros. Es decir las edificaciones existentes formarían parte de las construcciones ilegales que realizan en el Distrito Metropolitano de Quito, quienes no poseen ningún tipo de planos ni permisos de construcción.

En el siguiente tramo desde el comienzo de la Quebrada Caupicho hasta la Avenida Pedro Vicente Maldonado se considera el Diseño del Escalón prácticamente sobre la Quebrada la cual tiene una altura promedio al inicio de 6,00m y al final de 25,00m de altura, al cual se agrega los antecedentes de edificaciones que persisten en irrespetar el retiro de 10,00m desde el borde superior de quebrada.

Desde la Avenida Pedro Vicente Maldonado hasta la Av. Mariscal Sucre se encuentran tomadas las áreas de diseño para vías que conforman redondeles o intercambiadores, además algunas construcciones de hormigón están dentro del área correspondiente a la Av. Escalón 2.

Desde la av. Mariscal Sucre hasta el enlace con el **Corredor Sur Nueva Vía Occidental** se encuentra un relieve muy variado, áreas actualmente utilizadas para cultivos y pastizales, además de ello se ubica la quebrada Cornejo que atraviesa transversalmente con una altura promedio de 35,00m de altura.

1.2.1 FUENTE DEL PROBLEMA

Los motivos son diversos, el crecimiento de la ciudad, mayor número de habitantes, excesivo número de autos, aumento de las distancias entre áreas residenciales, zonas de empleo, y comercio, además de un limitado crecimiento en infraestructura vial y un pésimo servicio de transporte público. Lo que provoca molestias a la gente, problemas de congestión, tiempo excesivo para movilizarse, sectores sin servicio, contaminación y más.

Todo esto ocurre pese a que el Municipio de Quito tiene vigente el Plan Maestro de Red Vial los que no se han ejecutado para que hoy sea eficiente confiable, equitativo,



seguro y menos contaminante que aumente la productividad y mejore el nivel de vida.

Hoy en día la ciudad de Quito presenta un crecimiento poblacional excesivo y sin planificación de forma desordenada, de manera que la estructura vial, se ve colapsada ocasionando así caos vehicular en la ciudad que día tras día va creciendo aceleradamente tendiendo al desplazamiento habitacional más aun hacia el Sur, Valle de los Chillos, Tumbaco y Pomasqui.

Para el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito hoy en día representa una elevada inversión económica para la construcción del Escalón 2, cabe señalar que los últimos estudios de diseño vial del Escalón 2 fueron realizados por el Municipio de Quito en el año 1992. De estos estudios se puede verificar que la información no concuerda con la realidad, tanto que las viviendas construidas actualmente se encuentra dispersadas con los límites de la línea de fábrica del Escalón 2, como también la topografía ha sido modificada en su mayoría por cambios climáticos bruscos y la intervención de la mano del hombre que cada día busca reformar el relieve con obras de infraestructura básica como es agua potable, alcantarillado, vías de acceso y entre otras; perdiendo así el relieve natural y original del terreno.

“En Quito existen 415 mil vehículos activos, y la tasa de crecimiento automotor en el Distrito es del 7,4%, con lo que cada 11 años se duplica el parque vehicular de la ciudad”.

“El parque vehicular del Ecuador y particularmente el de Quito, se ha venido “robusteciendo”, es decir no solo hemos crecido en el número de vehículos, sino que también estos vehículos son de mayor peso y volumen, que significa mayor uso del espacio público, mayor consumo de combustible, y mayor emisión de contaminantes”. Índices tomados de CORPAIRE y COVIAL



1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de infraestructura vial dificulta la movilidad vehicular de la ciudad, en especial desde el sector sur hasta los sectores centro y norte de la capital debido a la falta de rutas o avenidas con capacidad de mayor fluidez.

Es necesario realizar un estudio a nivel de diseño final del *Escalón 2*, que inicia desde el Corredor Sur Oriental Av. Simón Bolívar y termina en el Corredor Sur Avenida Nueva Vía Occidental, el mismo que permitirá que la movilidad vehicular del sur hacia varios lugares de la ciudad que sea menos congestionada y de menor tiempo de traslado.

A demás el proyecto denominado Diseño Vial Definitivo del Escalón 2 será de gran importancia para solucionar problemas de orden social que se presentarán en el transcurso de la ejecución del escalón en especial, afectaciones en edificaciones y terrenos.

1.2.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Durante los últimos años, la preocupación principal de las autoridades municipales ha sido la dotación e implementación de los servicios básicos, como la construcción de redes de agua potable, alcantarillado, tendido de redes eléctricas, manejo de residuos sólidos, recreación familiar, etc. dejando de lado la creación de vías alternas para el movimiento vehicular dentro de una ciudad en crecimiento acelerado como es la de Quito, lo que esto ah ocasionado el congestionamiento vehicular público como privado, si bien se han dando soluciones parciales o temporales, estas no satisfacen el volumen de tráfico actual, a esto se suma la falta de espacio dentro de la urbe para la implementación de nuevas vías.

Gran parte de la población que actualmente vive en los sitios periféricos del sur de la ciudad de Quito, requiere moverse a sus lugares de trabajo, estudio y labores cotidianas por vías alternas evitando la aglomeración vehicular dentro de la ciudad.



1.3 JUSTIFICACION

Este proyecto, merece su ejecución física, puesto que en el área de influencia se producen adoquines, ladrillos y cultivos situación que indudablemente con nuevas vías mejorará la calidad de vida de la población.

Actualmente gran parte de la vía se encuentra en condiciones deficientes, solo parte de un tramo es accesible para la comunicación entre sectores alejados que forman parte de esta zona de gran producción o potencialmente explotables en diversos campos productivos como el ganadero, agrícola y artesanal.

Si a futuro el proyecto se ejecuta se estima que el mismo brindará accesos de primer orden lo que mejorara la velocidad promedio de circulación, dando seguridad y comodidad al usuario, contribuyendo de esta manera a que los habitantes del sector mejoren su calidad de vida, elevando la plusvalía del sector y mejorando el aspecto visual urbano.

El objetivo de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la Carrera de Ingeniería Civil en convenio con la Administración Zonal Quitumbe del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, es el de brindar apoyo y soluciones adecuadas a los diferentes problemas o necesidades que presentan la sociedad por lo que dentro de las Propuestas Universitarias y Planes del Municipio de Quito **se considera este tipo de proyecto como tema de tesis de carácter social.**

1.3.1 JUSTIFICACION SOCIAL

Las autoridades del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito están interesadas en realizar un plan de desarrollo municipal a corto, mediano y largo plazo, así mismo existen entidades no gubernamentales interesadas en brindar apoyo para que estos proyectos que son de carácter social brinden el servicio a las poblaciones menos atendidas, mejorando significativamente el aspecto socio-económico.



1.3.2 JUSTIFICACION ECONOMICA

Este tipo de proyectos casi nunca presentan una rentabilidad económica hacia quien impulsa la ejecución del mismo, que en este caso es el Municipio de Quito, salvo el caso en el que se cobre una tarifa tipo peaje, sin embargo y viendo el lado social del proyecto, se espera una gran rentabilidad para los usuarios y habitantes cercanos al mismo ya que permitirá mejorar las condiciones de vida e indicadores como educación, salud, transporte y servicios, que a la larga representarían un beneficio económico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO DE DESARROLLO

Contribuir con el desarrollo del diseño vial definitivo para el proyecto vial Escalón 2, y en lo posible disminuir los problemas sociales con los habitantes del sector mediante una planificación estratégica que desarrolle el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito con los más afectados.

1.4.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar el Diseño Vial Definitivo del Escalón 2, cumpliendo con normativas tanto de diseño como urbanísticas dando una solución definitiva al problema vial existente, mejorando el sistema actual.

1.4.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un sistema geométrico de red vial con su respectiva proyección de crecimiento del parque automotor, poblacional y urbanístico.
2. Descongestionar las vías que actualmente se encuentran saturadas.



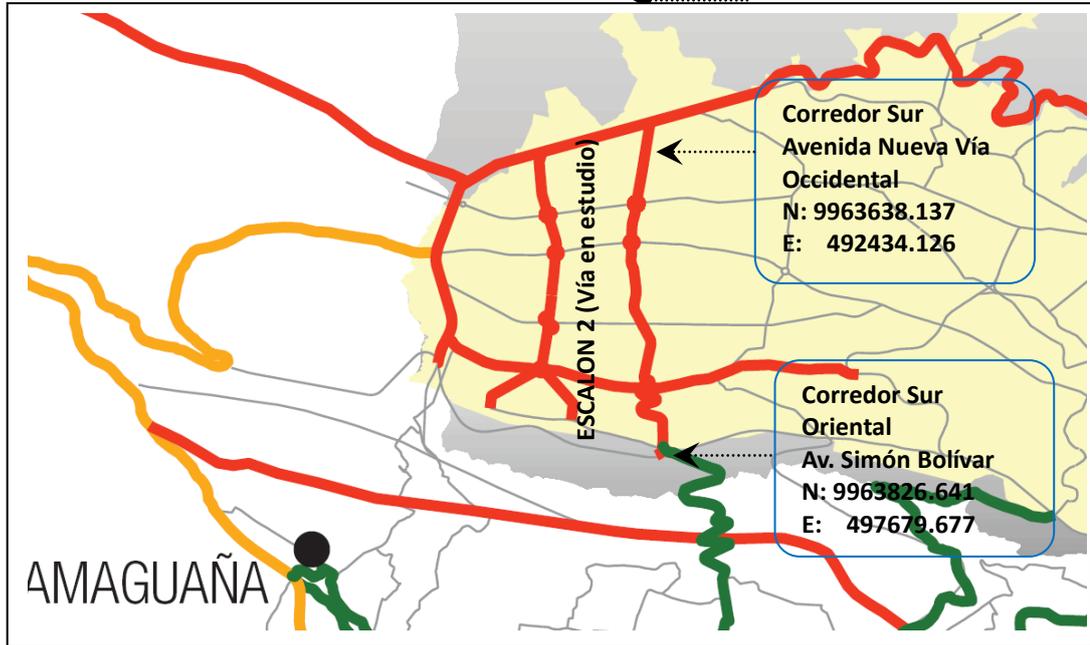
3. Realizar el cálculo del TPDA (tráfico promedio diario anual), para el trazado real del escalón en estudio, acorde a la realidad física, económica y social.
4. Disminuir los tiempos de traslado desde el sur de Quito hacia los valles ubicados en la parte Sur Oriental de la ciudad, optimizando el consumo de combustible y dando origen a una menor contaminación.
5. Mejorar las rutas de servicio para el transporte público.
6. Obtener un presupuesto estimado de la alternativa de diseño.
7. Coordinar con los Organismos Municipales como la EPMAPS, EMMOP, EEQ, MTOP, durante la ejecución del estudio y posterior construcción.
8. Determinar los grados de afectación social, en especial los de indemnización.
9. Determinar los valores reales de indemnización de afectaciones y coordinar con el municipio lugares de reubicación.

1.5 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto, Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2, tiene como punto de partida la intersección del Corredor Sur Oriental Avenida Simón Bolívar y como punto de llegada enlace con el Corredor Sur Avenida Nueva Vía Occidental, pasando por los barrios: Músculos y Rieles, La Cocha, Bellavista del Sur, Santa Gloria, Caupicho I,II,III y IV Etapa, La Venecia 2, Matilde Álvarez, Guamaní Alto, Praderas del Sur, Añoranza, Santa Elena, San Vicente de Cornejo, Marianita de Jesús, Fudurma, entre otros. El proyecto con respecto a la ciudad de Quito se ubica en la parte sur como se indica en el siguiente gráfico:



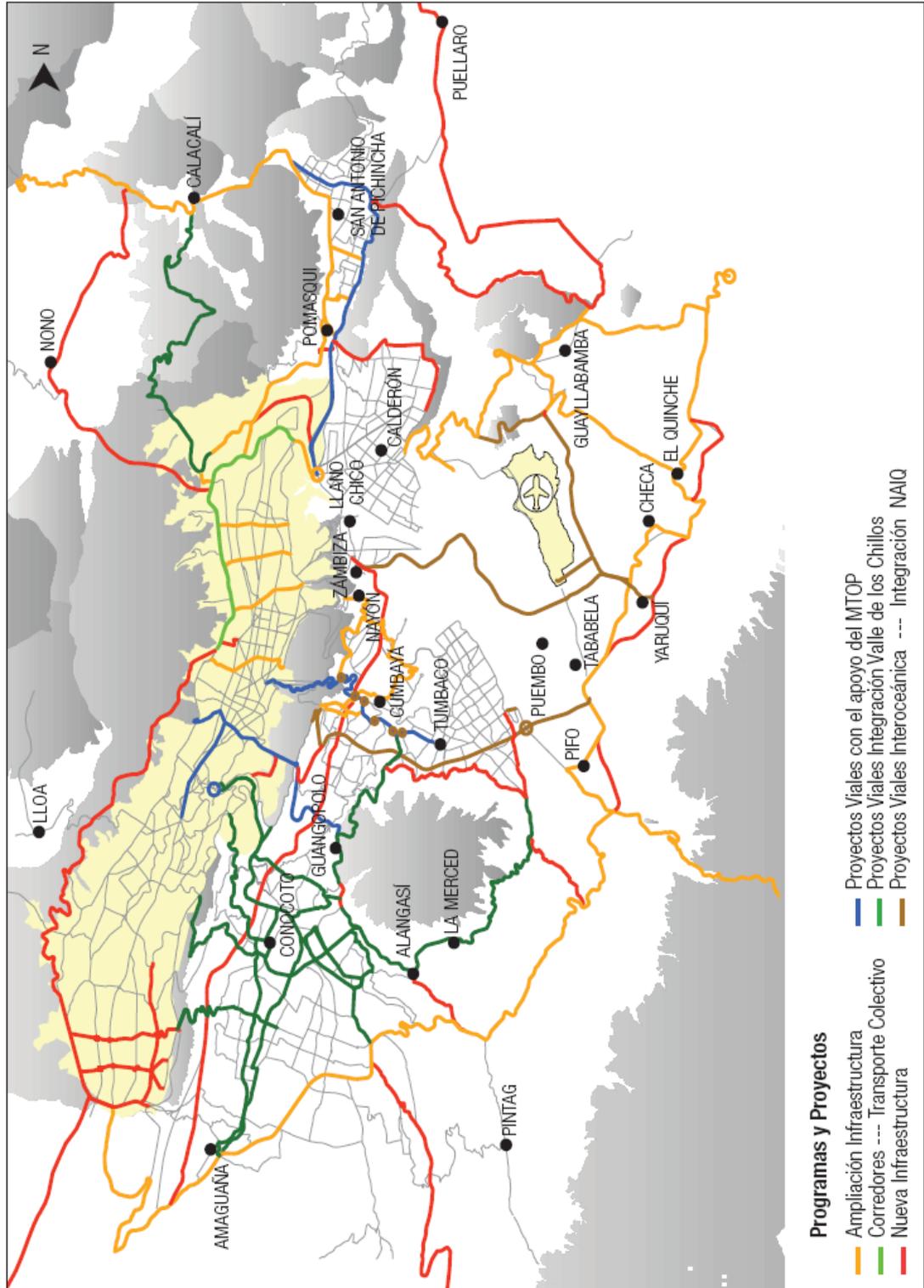
GRAFICO No. 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO



FUENTE: DMQ



GRAFICO No. 2 PROYECTOS VIALES PROPUESTOS Y MAPA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

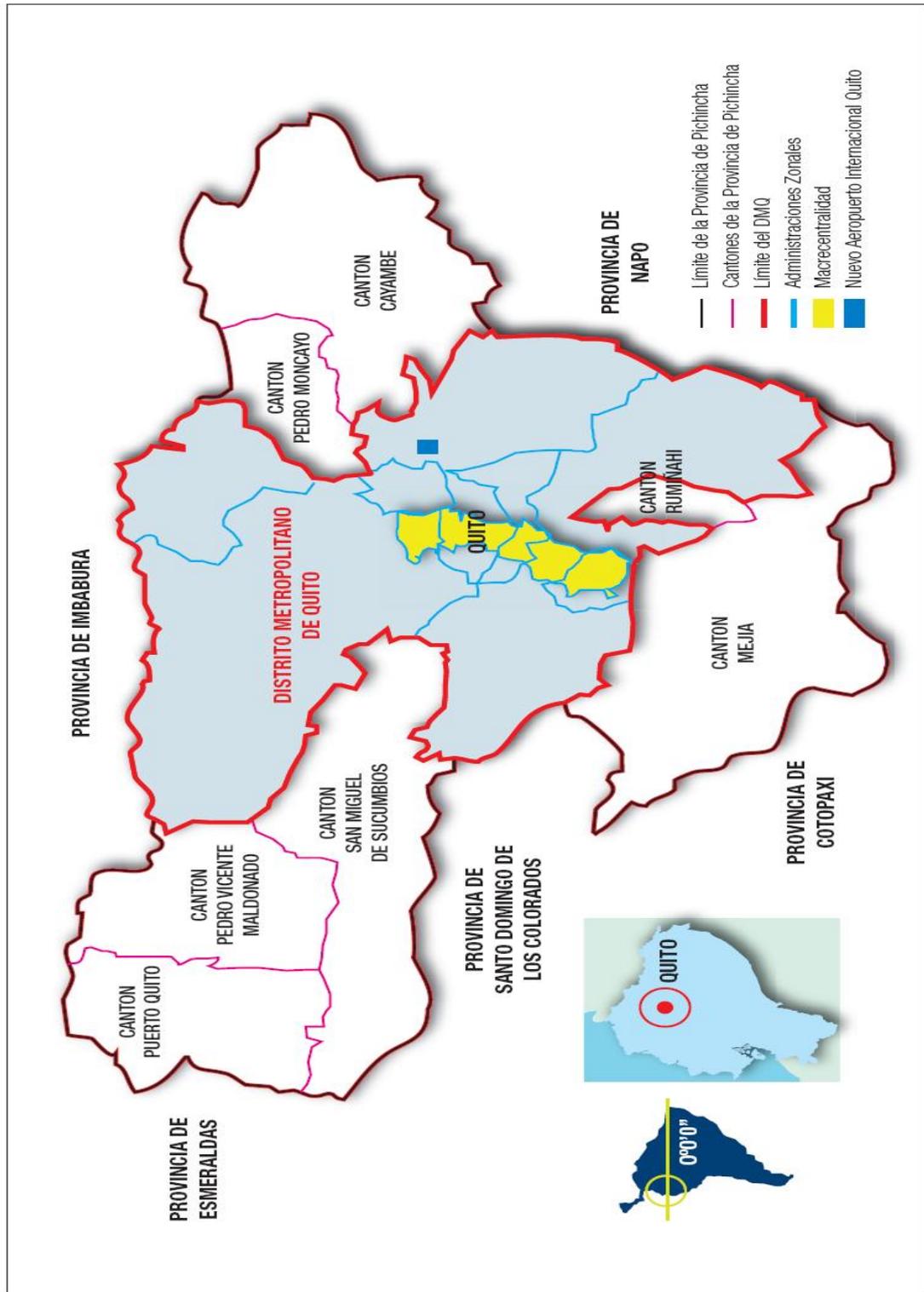


FUENTE: DMQ 2008

Babonador. DMQ 2008



GRAFICO No. 3 UBICACIÓN DEL CANTON QUITO EN EL ECUADOR Y SUS LIMITES



FUENTE: DMQ 2008



El diseño definitivo para la construcción de esta vía tipo Colectora permitirá mejorar la fluidez del tráfico vehicular de otras avenidas principales que hoy están saturadas (Av. Pedro V. Maldonado, Av. Tnte. Hugo Ortiz y Av. Mariscal A. José de Sucre).

Un sistema vial urbano de este tipo mejorará el transporte de pasajeros en sus distintas modalidades (público y privado), facilitará el comercio de negocios cercanos al Escalón 2, por lo que los habitantes de esa zona tendrán un beneficio socio – económico relativamente superior al actual y a su vez reducirá significativamente la congestión vehicular en las horas pico de las avenidas principales del sur de la ciudad.

Es importante recalcar que todo proyecto tiene costos y beneficios, el costo que deberemos pagar será el malestar en la construcción, la dificultad en ser disciplinados y, el beneficio será, que habremos logrado un proyecto de gran magnitud para bien de toda la comunidad, en la que indudablemente estamos involucrados todos.

La importancia de la vía radica en que es la columna vertebral del transporte, su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos. El invertir o no invertir menos de lo necesario conduce a pérdidas de capital o bien a gastos mayores en el futuro.

Esta situación requiere de una planificación de la infraestructura de carreteras en cuanto a su construcción (calidad en los trabajos, control en las especificaciones y aplicación de nuevas tecnologías), mantenimiento con programas de aplicación de recursos económicos en los tiempos requeridos con los trabajos adecuados y de calidad, seleccionados a través de una metodología que permita aplicar conceptos de costo y beneficio como la relación del análisis de costo del ciclo de vida como herramienta para la toma de decisiones en la inversión de proyectos de carreteras son estudios que demuestran de una manera cuantitativa la importancia que reviste el costo de operación de un vehículo por el deterioro y terminación de un camino y sus efectos en los niveles de inversión.



En consecuencia se vuelve tarea prioritaria mantener costos de operación lo más bajo posible para incrementar la productividad y competitividad de un país.

1.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

El Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2 ayudará para que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ejecute dicho proyecto, el mismo que es necesario para implementar rutas de fácil acceso hacia los lugares más alejados de la ciudad, mejorando la calidad de vida de los habitantes del Sur del Distrito Metropolitano de Quito, que en la actualidad no disponen de accesibilidad para movilizarse rápidamente y sin comodidades generando grandes pérdidas de tiempo y economía de los habitantes.

1.8 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del presente proyecto tiene el propósito de llegar a la población más olvidada y desordenada en crecimiento constructivo el que obstaculiza y disminuye el tráfico vehicular, además de ello debemos señalar que en el sector del transporte, las inversiones previstas para la construcción y modernización de infraestructura constituyen montos sin precedentes en la historia moderna del país.

Al igual que todo proyecto de infraestructura vial uno de los mayores anhelos de la población es que haya prioridad a la conservación de las avenidas más transitadas de la red vial metropolitana y mantenerlas en condiciones buenas y óptimas.

El proyecto beneficiará a mas de 200.000 habitantes del Sur del Distrito Metropolitano de Quito los mismos que tendrán fácil acceso a uno de los principales Terminales Terrestres Modernos del Ecuador “Quitumbe”, Centros Educativos, Deportivos, de Salud y al Mercado Mayorista de Quito principal Centro de Abastecimiento Comercial y Productivo del sur de la ciudad.



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



En si el Escalón 2 en estudio cubre cerca de 6,028 km que conecta con los corredores principales Sur Oriental Avenida Simón Bolívar que es la avenida principal hacia el Nuevo Aeropuerto de Quito y la Nueva Avenida Occidental que cruza el Camal Metropolitano de Quito.



Contenido

CAPITULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	2
1.2.1 FUENTE DEL PROBLEMA	5
1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.2.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	7
1.3 JUSTIFICACION	8
1.3.1 JUSTIFICACION SOCIAL	8
1.3.2 JUSTIFICACION ECONOMICA	9
1.4 OBJETIVOS	9
1.4.1 OBJETIVO DE DESARROLLO	9
1.4.2 OBJETIVO GENERAL	9
1.4.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.5 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	10
1.6 IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	13
1.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	15
1.8 ALCANCE DEL PROYECTO	15
GRAFICO No. 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
GRAFICO No. 2 PROYECTOS VIALES PROPUESTOS Y MAPA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	12
GRAFICO No. 3 UBICACIÓN DEL CANTON QUITO EN EL ECUADOR Y SUS LIMITES	13



CAPITULO 2

DESCRIPCION DE LA RUTA

2.1 METODOLOGÍA

La investigación que se aplicó en la elaboración del presente proyecto de diseño fue *Descriptiva y Experimental*, basada en el propósito de dar una alternativa de solución vial definitiva de construcción al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Para la investigación se utilizó información básica, por lo que fue necesario aplicar técnicas como la entrevista, conteos diarios, observación de campo, visitas al lugar del proyecto.

A mas de ser una metodología investigativa y experimental aquí se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en toda la carrera universitaria en el que se enfatizará los conocimientos de proyectos viales, estos conocimientos serán de gran beneficio sobre todo para la población que requiere soluciones frente a las innumerables necesidades, la misma que nos servirá de gran experiencia en nuestra vida profesional, la cual son experiencias para asumir grandes retos y responsabilidades.

Sin embargo las fuentes de consultas a las que se acudieron para un mejor desarrollo del proyecto fueron entidades involucradas en este tipo de proyectos. Con lo antes expuesto y con algunos ítems de las capitulaciones debemos indicar que para agilizar el proyecto tomaremos como bases de diseño el estado actual de la vía misma, mejorando sus radios de giro, curvatura e ingresos a calles secundarias, esto a su vez para disminuir costos de indemnización y afectar en la menor cantidad posible predios y edificaciones colindantes con la vía en estudio.



2.2 RECONOCIMIENTO EN CAMPO

Por medio de una visita de campo al Escalón 2, se determinaron los lugares con mayor pendiente y geometría que no se ajustaba a la velocidad de diseño, se determinaron los lugares donde podrían hacerse los cambios de línea necesarios para darle una mayor longitud de desarrollo a las pendientes y mayor grado de curvatura a la geometría del Escalón para que el diseño geométrico cumpliera con la velocidad de diseño de 50 Km/h y en otras ajustar al diseño existente mejorando así su estética actual.

La selección de ruta es muy importante, pues en ella se determina por donde pasará la línea central del Escalón 2, en los tramos donde no es posible determinar un cambio de línea en campo fue indispensable utilizar los mapas cartográficos del sector y cotejar con el levantamiento actual.

La selección de ruta es la etapa de mayor importancia de un proyecto de carreteras, pues ésta consta de dos puntos fijos, el inicial y el final, entre los cuales se pueden definir varias alternativas de ruta. Se podrían evaluar principalmente en costos estimativos, y elegirse la que mejor se adapte a las condiciones sociales, económicas, al transporte promedio diario que circularía al ponerse en servicio la vía y al derecho de vía con que se puede contar.

2.3 PUNTOS DE CONTROL

Dentro del proyecto en estudio fue necesario implantar puntos de control los mismos que fueron ubicados cerca o en la ruta definitiva de campo, estos puntos fueron colocados en lugares estratégicos como en pozos, bordillos y mojones por donde necesariamente deberá pasar la vía. Estos puntos se ubicaron con el propósito de facilitar el diseño geométrico de la mencionada ruta, la tabla de los puntos de control se encuentran en el anexo No. 2.



2.4 SELECCIÓN DE RUTA DE CAMPO

Éste es un trabajo que requiere de experiencia, ya que para el caso se utiliza un clinómetro, que sirve para la medición de la pendiente entre dos puntos.

Si en algún tramo de la ruta la pendiente es muy alta y ésta es mayor que la permisible, el topógrafo tendrá que buscar una solución en el campo recorriendo varias alternativas de ruta. Si en ninguna de ellas se puede solucionar el problema, se desecha completamente la ruta y se elige otra o el ingeniero diseñador toma la decisión de hacer grandes cortes o rellenos, que elevan significativamente los costos del proyecto.

Para el caso particular del Escalón 2, que inicia desde el Corredor Sur Oriental Av. Simón Bolívar y termina en el Corredor Sur Avenida Nueva Vía Occidental, la vía está consolidada en un 20% con bordillos y parterre central, el otro 55% se encuentra en terreno natural delimitado por los postes de luz, y el otro 25% corresponde a la quebrada.

Las pendientes máximas a chequear con el clinómetro no deben ser mayores del 16% para tramos largos y del 20% para tramos entre 100 y 200 metros de longitud, sin embargo por la misma topografía del sector hace que forcé las pendientes llegando a tener una máxima de 14.88% como es el caso del sector de Músculos y Rieles y una mínima del 0.5% en el cruce del Escalón 2 en proyecto y la Av. Pedro Vicente Maldonado que por Normas de Diseño Geométrico para Carreteras del Ecuador se establece para escurrimiento de las precipitaciones a su vez no ocasione daño a la capa de rodadura.

El proyecto tiene una longitud de 6,028 kilómetros y como vías principales de comunicación con el centro de la ciudad a las avenidas: Pedro Vicente Maldonado, Teniente Hugo Ortiz y Mariscal Antonio José de Sucre.



Contenido

CAPITULO 2	17
DESCRIPCION DE LA RUTA	17
2.1 METODOLOGÍA	17
2.2 RECONOCIMIENTO EN CAMPO	18
2.3 PUNTOS DE CONTROL	18
2.4 SELECCIÓN DE RUTA DE CAMPO	19



CAPITULO 3

ESTUDIO GEOLÓGICO

3.1 ANTECEDENTES

El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha en la zona sur del Distrito Metropolitano de Quito, parroquia de Turubamba, teniendo como punto de inicio el Corredor Sur Oriental Avenida Simón Bolívar, sector del Barrio El Troje y como punto final la intersección del Corredor Sur Occidental con la Av. Camal Metropolitano, en el Barrio Praderas del Sur. El proyecto tiene una longitud de 6,028 kilómetros y como vías principales de comunicación con el centro de la ciudad a las avenidas: Pedro Vicente Maldonado, Teniente Hugo Ortiz y Mariscal Antonio José de Sucre.

3.2 OBJETIVO

3.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer las condiciones de estabilidad del terreno, en procura de diseñar esta importante artería vial de la ciudad, de tal manera que resista los efectos de la naturaleza y de las cargas de los vehículos.

3.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Las labores de investigación geológico-geotécnicas, tienen como objetivo:

- Determinar las características del suelo y evaluar el suelo de la sub rasante
- Determinar las características de los materiales y sus propiedades geológicas que se encuentran en el proyecto
- Calificar el material de diferentes minas, que serán utilizadas para la estructura del pavimento.



3.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El citado proyecto se encuentra localizado en las siguientes coordenadas geográficas:

- Punto de partida ubicado en el “Barrio El Troje” con coordenadas:
9964000 Norte; 776000Este; Cota: 3121,722 m.s.n.m.
- Como punto de llegada en el “Barrio Praderas del Sur” con coordenadas:
9964100Norte; 771000Este, Cota: 3124,48 m.s.n.m.

3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima de la zona del Proyecto, está determinada por la incidencia de factores meteorológicos, las condiciones climáticas depende de la ubicación geográfica, la topografía, el tipo de cobertura (vegetal, acuosa, etc.) y la época del año, teniendo un clima generalmente templado húmedo. Para el sur de Quito, para los sectores que se ubican en las faldas del Cerro Atacazo, en el cuadro No 3.1, según el anuario meteorológico (INAMHI) se indica la estadística meteorológica obtenida de la estación Izobamba

CUADRO No. 3.1 ANUARIO METEREOLÓGICO

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

ANUARIO METEOROLÓGICO 2008 - 3

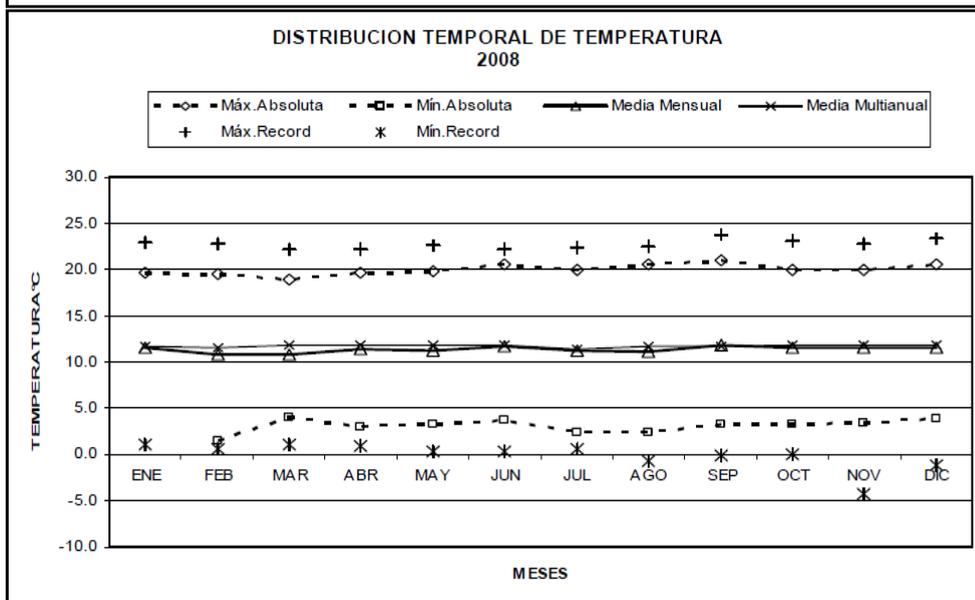
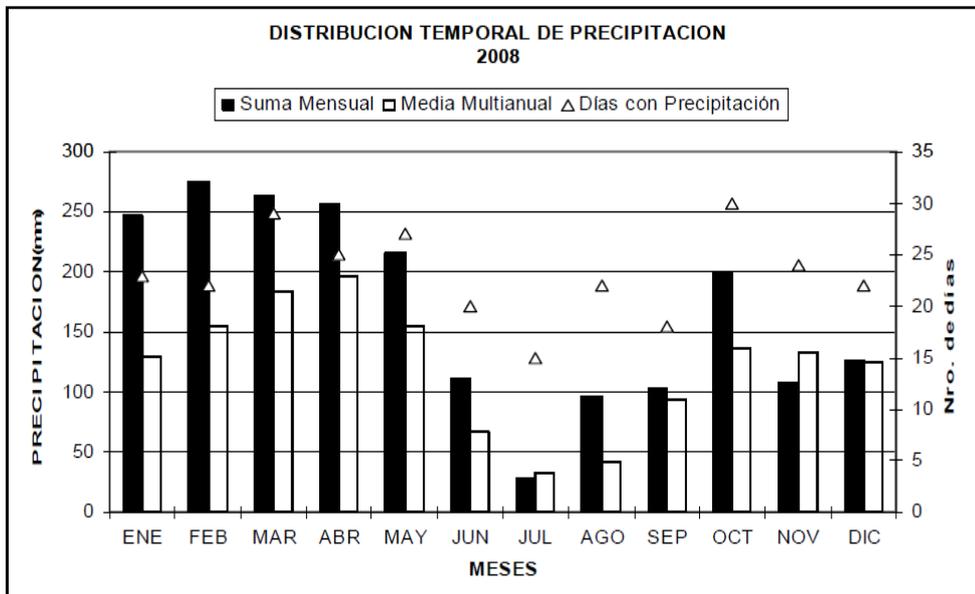
M003		IZOBAMBA						INAMHI									
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)					HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media	Suma Mensual			Máxima en 24hrs	Máxima en día			
ENERO	118.9	19.7	21	17.2	7.1	11.5					99	29			50	23	85
FEBRERO	125.9	19.5	7 1.5 19	16.4	6.4	10.8	100	20	43	7	86	8.2	10.9	275.5	30.0	15	22
MARZO	82.8	19.0	23 4.0 27	16.6	6.7	10.8	100	17	57	25	87	8.5	11.1	263.5	37.4	19	29
ABRIL	108.2	19.6	17 3.0 5	17.1	6.7	11.4	100	10	51	17	86	8.9	11.4	257.0	38.3	9	25
MAYO	123.0	19.8	8 3.3 18	16.8	6.6	11.3	99	24	49	8	86	8.8	11.4	216.4	20.3	17	27
JUNIO	163.9	20.5	12 3.7 18	17.9	5.9	11.7	99	24	50	5	81	8.3	11.0	111.5	20.0	12	20
JULIO	157.6	19.9	31 2.4 31	17.2	5.5	11.3	98	9	49	31	78	7.3	10.3	28.5	10.3	18	15
AGOSTO	151.0	20.5	12 2.4 12	17.4	5.3	11.1	98	18	44	17	79	7.2	10.2	96.7	28.2	28	22
SEPTIEMBRE	125.9	21.0	12 3.3 19	18.2	6.0	11.8	100	28	42	12	78	7.7	10.6	103.1	32.0	21	18
OCTUBRE	143.1	20.0	2 3.3 15	17.7	6.4	11.6	100	7	51	26	84	8.6	11.2	199.5	42.6	13	30
NOVIEMBRE	133.1	20.0	6 3.4 7	17.5	6.6	11.6	99	2	50	28	86	9.0	11.5	108.0	13.8	12	24
DICIEMBRE	148.3	20.5	10 3.9 1	17.9	7.0	11.6	99	19	50	31	85	8.9	11.4	126.0	21.6	14	22
VALOR ANUAL	1581.7	21.0		17.3	6.4	11.4	100	42	83			8.4	11.0	2032.3	42.6		



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)			
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA %	Nro OBS	
	(m/s)	%		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%							
ENERO	81.7	5.1	2	1.8	9	1.9	14	1.0	12	2.0	2	1.2	8	0.0	0	0.0	0	0.0	0	56	93	14.0	NE	3.5
FEBRERO	65.6	5.5	10	1.1	6	1.2	7	1.3	10	1.0	3	1.7	9	1.0	1	0.0	0	0.0	0	63	87	3.5	S	3.0
MARZO	67.8	3.7	23	1.2	5	1.4	5	1.1	9	3.3	3	1.7	15	1.5	2	0.0	0	0.0	0	60	93	5.0	SE	2.9
ABRIL	87.1	6.2	17	1.6	10	1.5	7	1.8	10	1.0	4	1.4	9	1.0	3	1.3	3	0.0	0	53	90	5.5	E	3.2
MAYO	79.3	5.2	7	1.0	5	1.1	5	1.2	10	2.5	4	1.1	20	1.4	5	1.0	1	0.0	0	48	93	6.0	SE	3.3
JUNIO	87.1	5.2	20	0.9	8	1.6	9	1.0	2	1.8	2	1.6	20	1.3	9	1.0	1	1.0	1	48	90	4.0	S	3.5
JULIO	100.6	6.0	31	0.7	7	3.0	12	0.8	3	1.3	2	1.2	24	1.6	7	0.5	1	0.0	0	45	93	5.0	NE	3.9
AGOSTO	94.5	5.5	6	1.3	10	1.8	8	1.4	5	1.1	3	1.1	29	0.8	2	0.0	0	1.0	1	42	93	5.5	NE	3.3
SEPTIEMBRE	95.7	5.1	11	1.5	4	1.6	8	2.1	6	2.0	4	1.8	33	1.3	9	1.3	2	0.0	0	33	90	6.0	S	4.1
OCTUBRE	85.5	5.0	13	1.2	9	1.1	7	1.8	4	1.8	5	1.6	17	1.2	7	2.0	1	0.0	0	51	93	3.0	S	2.9
NOVIEMBRE	93.0	11.1	24	1.3	7	1.4	10	1.1	9	1.2	6	1.4	12	1.0	1	0.0	0	1.5	3	52	90	3.5	S	3.0
DICIEMBRE	95.1	4.7	15	1.6	11	1.3	10	1.3	15	1.0	2	1.4	8	1.0	1	1.0	1	0.0	0	53	93	3.5	N	3.2
VALOR ANUAL	1033.0	11.1		1.3	8	1.6	9	1.3	8	1.7	3	1.4	17	1.1	4	0.7	1	0.3	0	50		14.0	NE	3.0



Fuente:(INAMHI) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Anuario Meteorológico



En los periodos comprendidos entre octubre y mayo se registra una mayor pluviosidad de 1692,5 mm.

Se tiene un período seco que va desde junio hasta septiembre, donde las precipitaciones son bajas de 339,8 mm. La temperatura media anual está entre 6,4 y 17,3°C.

En inspecciones realizadas se ha podido constatar que en el sector predomina la vegetación herbácea (kikuyo) y arbustiva de eucalipto. El suelo se encuentra semi-urbanizado.

3.5 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL

La zona en estudio forma parte de los relieves volcánicos de la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos, donde se puede identificar varias zonas geomorfológicas como: El flanco oriental del Volcán Pichincha, la cuenca interandina, los relieves antrópicos y los flancos de la caldera de Lloa.

En la parte superior (Sur-Occidental) del proyecto, se ubican lomas donde se presentan restos de procesos glaciares, suavizados por la acumulación de productos piroclásticos.

Regionalmente se tienen las siguientes unidades litológicas: Volcánicos Pichincha, Volcano-Sedimentos del Machángara, Cangahua, Ceniza Volcánica y los depósitos coluviales.

Además, se encuentran materiales que se caracterizan por tener sedimentos fluviales tipo arena con algunas tobas, caídas de ceniza, lahares, flujos de lodo intercalados con arenas media a gruesas de pómez y lapilli.



3.6 GEOMORFOLOGÍA

La ciudad de Quito y en especial el sector del proyecto, se encuentra en la Cuenca Interandina, que corresponde geomorfológicamente a un relleno con sedimentos volcánicos, diferenciándose umbrales y niveles tectónicos.

El Proyecto tiene como punto de inicio un relieve montañoso en el Barrio “El Troje” (Km 0+000), ubicada en la parte Oriental del proyecto, una de estas fallas. En el Barrio “Caupicho” (Km 3+000), se presentan terrenos planos que drásticamente cambian a muy abruptos debido a la presencia de la Quebrada Caupicho. La vía en estudio atraviesa la Av. Pedro Vicente Maldonado, Av. Teniente Hugo Ortiz y Av. Mariscal Antonio José de Sucre (zona semi-urbanizada).

Como punto final se tiene un sector montañoso ubicado en la parte Sur-Occidental de la ciudad, en el Barrio Praderas del Sur (Km 6+028), semi-urbanizado con pequeños pastizales y escasa vegetación.

La zona del Proyecto está dentro de un escalón tectónico, formado por flujos volcánicos coalescentes con formas de conos lobulados, al pie de estas lomas alargadas está una plataforma tectónicamente fragmentada. Las disecciones fluviales conocidas como quebradas están en los contactos de estos flujos volcánicos.

La Cordillera Occidental, se engrosa con volcánicos continentales terciarios. Los volcánicos pliocuaternarios están representados por el Centro Eruptivo Pichincha que comprenden los originados por los volcanes Rucu Pichincha y Guagua Pichincha.

En el proceso del levantamiento de la Cordillera Occidental, se relacionan los fenómenos de agradación y denudación, el primero con los engrosamientos de tipo estrato volcán y el segundo con los procesos fluvio glaciales.



3.7 TECTONICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

La tectónica y estructura geológica del basamento, es de principal importancia en la morfología de Quito. Esta estructura es de bloques limitados por fallas inversas.

Las grandes fracturas producidas durante la formación de los terrenos que constituyen la Cordillera Occidental se reactivan recurrentemente. Cuando se activó la falla de Ilumbisí ya se habían depositado los llamados volcano-sedimentos Machángara. A lo largo de los taludes de corte que se presentan en las vías alrededor de las colinas Monjas–Puengasí– Bellavista muestran evidencias tectónicas del levantamiento.

En el Cuadro No. 3.2, se observan dos fallas geológicas, una de estas fallas atraviesa el barrio Músculos y Rieles abscisa 1+400 y la otra se encuentra cercana al inicio del proyecto.

Aproximadamente a 1 km al final del proyecto se ubica otra falla. Todas estas fallas se presume que pueden ser activas y en caso de l reactivación pueden afectar al proyecto.

3.8 RIESGOS NATURALES

Los riesgos naturales que se relacionan con la geología en la ciudad de Quito y en el área de estudio, en orden de importancia son: volcánico, sísmico y geodinámico.

Riesgo volcánico

La ciudad de Quito, es amenazada por la caída de cenizas del los volcanes: Guagua Pichincha, Cotopaxi y El Reventador. La ceniza es una muestra de la formación de la cangagua periclinal, ya que es removida y depositada por los vientos y lluvias. Las cangaguas que se encuentran en el callejón interandino han tenido este proceso de formación geológica durante el periodo cuaternario en forma interrumpida.



El riesgo por la acción de ceniza volcánica se considera ser leve para las características físicas de la vía, lo contrario sucede para los conductores y peatones que son afectados gravemente.

Riesgo Sísmico

En el Mapa Geológico General, se observan las fallas geológicas (falla inferida), de dirección aproximada de Norte – Sur. Estas fallas controlan el depósito y distribución de los sedimentos en Quito y pueden ser origen de sismos en caso de su reactivación.

Los valores de la aceleración del movimiento del suelo en la ciudad de Quito, se determinan a partir de las intensidades pasadas a través de su historia. El “Proyecto de Manejo del Riesgo Sísmico en Quito” (1994), reevalúa a profundidad las intensidades en la capital, incluida la producida por el terremoto de 1987, que sirvió como calibrador de las intensidades asignadas para los terremotos históricos.

Se han registrado al menos 22 eventos que han sido sentidos con intensidad mayor que grado 5 durante la historia escrita con que cuenta la capital, de ellos 10 eventos han tenido intensidades mayores que VI, 5 eventos intensidades de VII o más. El más fuerte de 1859 alcanzó una intensidad de grado VIII. Sismos como del año 1987, con intensidades mayores a VI, se repiten en promedio cada 46 años.

Para el diseño por colapso, en el que se aceptan deformaciones en la estructura y en el que se garantiza un diseño dúctil de los elementos estructurales, se adopta el valor de 26% de g, que representa el 10% de probabilidad de excedencia de dicha aceleración en 50 años o un período de retorno de 475 años

Riesgo geodinámico

El riesgo de deslizamientos es mediano en el período invernal y puede ser alto si caen lluvias intensas y ocurren sismos al mismo tiempo.



No se ha identificado en la zona, la presencia de deslizamientos latentes, activos o desencadenados por acción del hombre. En las lomas cubiertas por depósitos de cangagua no hay mayores riesgos de que se activen los deslizamientos.

3.9 FORMACIONES GEOLOGICAS Y DEPOSITOS SUPERFICIALES

La zona del proyecto tiene edades cuaternarias, los depósitos son volcánicos del Pichincha, volcánicos del Atacazo, volcano - sedimentos Machángara y depósito lagunar de ceniza y lapilli de pómez, perteneciente a la Formación Cangagua que cubren gran parte del proyecto.

En el cuadro No. 3.2 según el Mapa Geológico General, Hoja Quito 65 SE, escala 1:50000, editada por el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección Nacional de Geología y Minas, (Cuadro No 3.2) se observan las siguientes formaciones geológicas en la zona del proyecto:

Formación Volcánicos Atacazo (Pleistoceno) (P_A):

La edad de estos depósitos es cuaternaria. Esta formación está constituida por aglomerados (ag), andesita porfirítica (no) y lava indiferenciada (lv). No se observan afloramientos en el área del proyecto ya que está cubierta por el manto de cangagua (depósito lagunar de ceniza Q_L).

Formación Volcano - sedimentos Machángara (Pleistoceno) (P_M):

La edad de estos depósitos es cuaternaria. Están formados por estratos de limo-arenosos con capas finas de arena y lapilli. No se observan afloramientos en el área del proyecto: se encuentran cubiertas por un manto de cangagua Q_C (ceniza, ce; lapilli de pómez, pz).



Formación Cangagua- Lacustre (Cuaternario) (Q_L):

Es un depósito lagunar de cenizas (depositado en ambiente lacustre), su compacidad es mayor que el de la cangagua, aparece como una consistencia blanda.

La Av. Escalón 2 se desarrolla en su mayoría por depósitos de Cangagua- Lacustre, los mismos que se afloran en el Proyecto a partir del Km 1+800 hasta el Km 6+028, Cuadro No. 3.3.

Formación Cangagua (Cuaternario) (Q_C):

Es un depósito de ceniza (ce) y lapilli de pómez (pz), tiene características de color café, varía de claro a oscuro, contiene material orgánico, su estructura tiene particularidades homogéneas y en algunos casos presenta espesores que son fuertes y otros que son débiles.

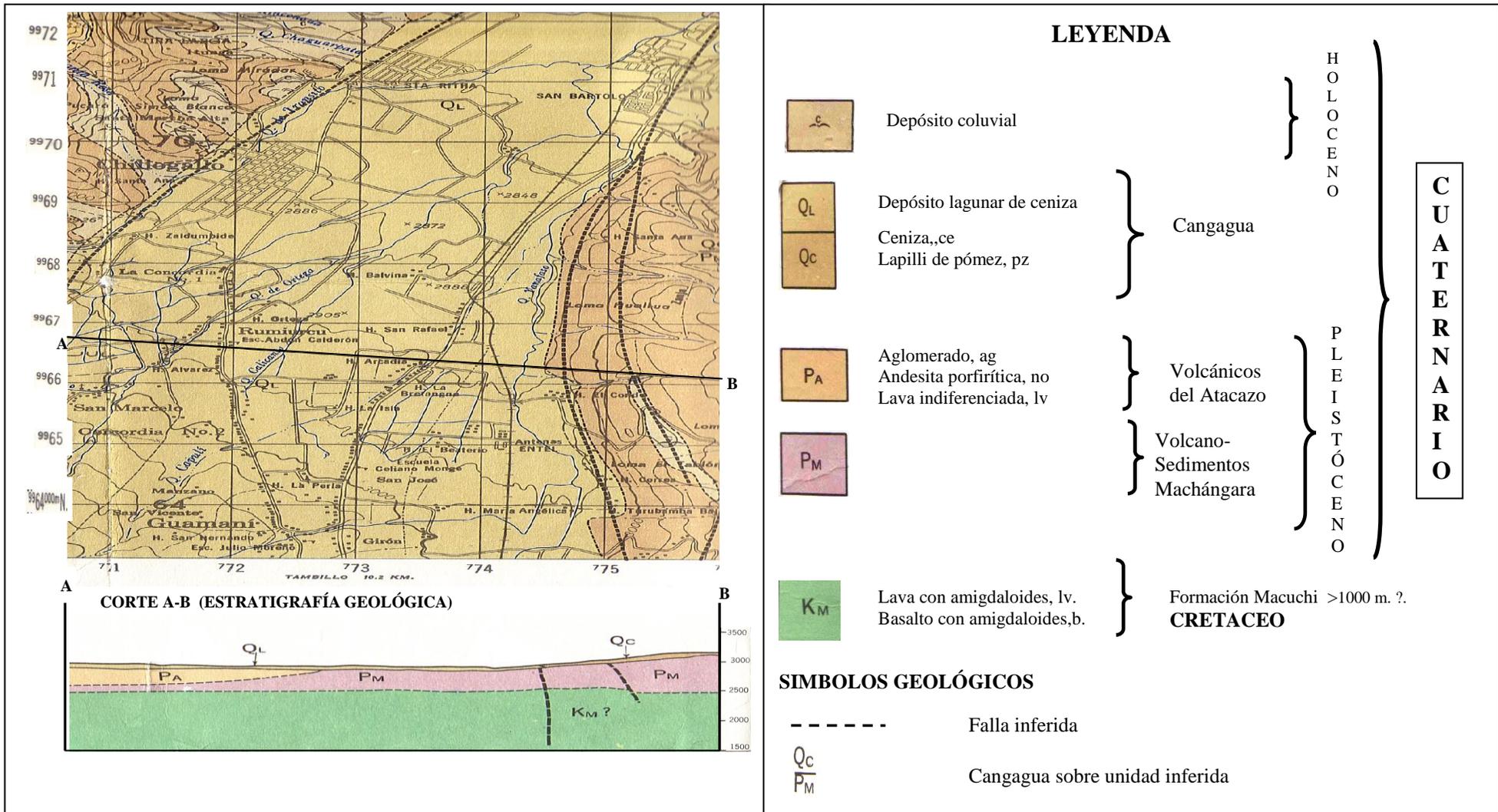
Se ha determinado que en suelos donde existan variaciones climáticas y un mayor porcentaje de humedad, la cangagua toma características a limo arcilloso de color negro.

En la zona del relieve montañoso, entre el Km 0+000 y Km 1+800, se presentan depósitos de una cangagua (Q_C) sobre unidad inferida (Formación volcánico – sedimentos Machángara P_M), lo que se puede observar en el Cuadro No. 3.3.

Depósitos aluviales (Holoceno): se encuentran en el fondo de las quebradas y consisten en limos con arena y grava.

Depósitos eluviales y coluviales (Holoceno): en su mayoría son depósitos heredados de la cangagua y recubren las vertientes de quebradas.

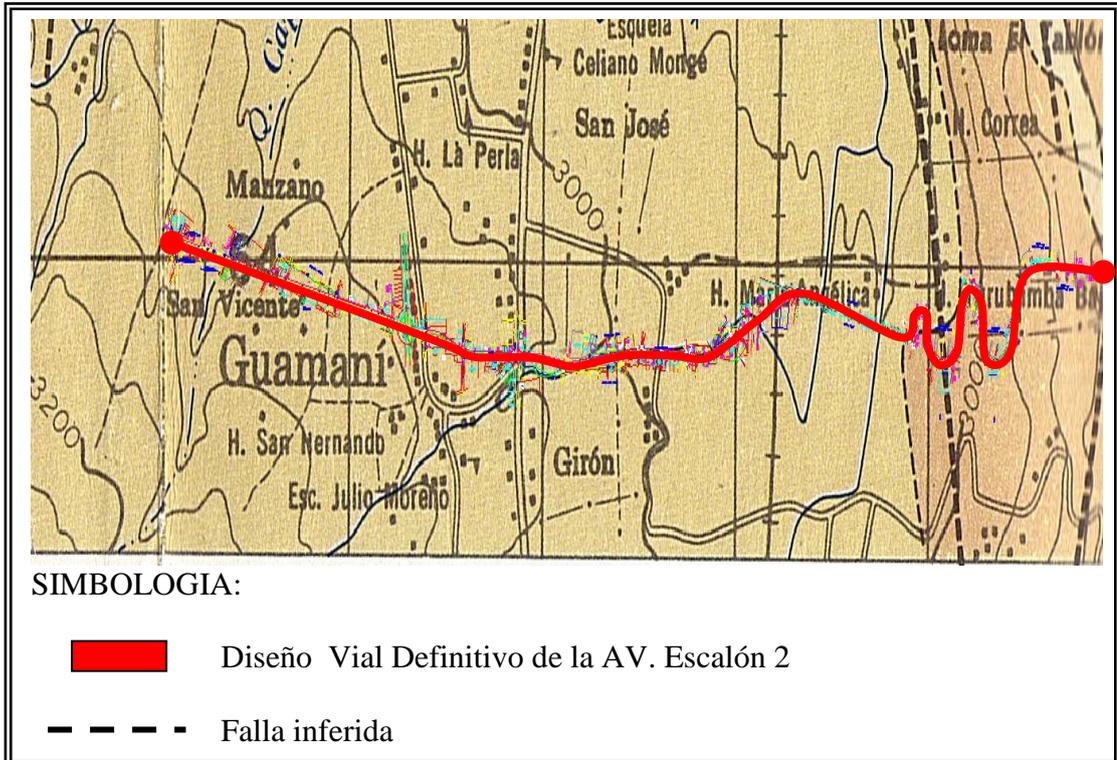
CUADRO No. 3.2 MAPA GEOLÓGICO GENERAL



Fuente: Mapa Geológico General, Ministerio de Recursos naturales y Energéticos, Dirección Nacional de Geología y Minas



CUADRO No. 3.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO “ AV. ESCALON 2”



Fuente: Mapa Geológico General, Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección Nacional de Geología y Minas, Quito.

3.10 TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

De los resultados obtenidos del Estudio Geotécnico para el “Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, realizada por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana en convenio con la Administración Zonal Quitumbe se menciona lo siguiente:

Para conocer el tipo de suelo y evaluar el suelo de la sub-rasante, se realizaron calicatas distribuidas en sitios estratégicos y convenientes. Se procedió a efectuar la toma de muestras partiendo desde el Barrio el Troje (Km 0+000), cada 500 metros y cada 1000 metros, llegando a la zona final ubicada en la intersección del Corredor Sur Occidental con la Av. Camal Metropolitano, Barrio Praderas del Sur (Km 6+028).

Al mismo tiempo se ejecutó:



- Recolección de la muestra de suelo de la sub- rasante a 0.50, 1.00 y a 1.50 metros de profundidad, con fines de realizar ensayos de Clasificación AASHTO.

Con las muestras obtenidas en el campo y trasladadas al laboratorio, se realizaron los siguientes ensayos que se indican en el Cuadro No. 3.4

CUADRO No. 3.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

<p>Contenido de humedad Natural (Norma ASTM D 2216-98), este ensayo permite determinar la cantidad de agua natural que tiene el suelo expresada en porcentaje en relación a la masa seca del suelo.</p>	
<p>Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla No.200 (NORMA ASTM D 422-02), este ensayo cubre la separación en tamaños de partículas por medio de un tamizado.</p>	
<p>Limite Liquido (Límites de Atterberg-Norma ASTM D 4318-04), que permite establecer el valor del Índice de Plasticidad, parámetro importante en el reconocimiento entre un limo y una arcilla.</p>	
<p>Limite Plastico (Límites de Atterberg-Norma ASTM D 4318-04), que permite determinar igual que el anterior el Índice de Plasticidad, por diferencia entre los dos ($IP=LL-LP$).</p>	



<p>Clasificación de suelos S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), Norma ASTM D 2487-00, esta práctica cubre todos los ensayos anteriores para llegar a identificar a un determinado tipo de suelo por medio de un símbolo.</p>	
--	--

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales, “Estudio Geotécnico para el Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, Julio 2010.

El estudio geotécnico determina la descripción del suelo (CLASIFICACIÓN AASHTO) en la zona del proyecto, la distribución y ubicación de calicatas en el terreno y la investigación estratigráfica tal como se indica el Cuadro No. 3.5 (Hoja de resumen de clasificación AASHTO).

CUADRO No. 3.5 HOJA DE RESUMEN DE CLASIFICACIÓN AASHTO

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2												
ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	INDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION DEL SUELO
			4	10	40	200						
ESCALON 2 BARRIO EL TROJE												
0+000	0,5	28	100	100	93	66	39	27	12	7	A-6 (7)	SUELOS ARCILLOSOS, CON ARENA, ALTAMENTE COMPRESIBLES, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,0	30	100	99	92	68	41	24	17	10	A-7-6 (10)	SUELOS ARCILLOSOS, MUY COMPRESIBLES, CON PÓMEZ, COLOR CAFÉ CLARO AMARILLENTO
	1,5	34	100	99	93	63	39	31	8	5	A-4 (5)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, CON PÓMEZ, COLOR CAFÉ CLARO AMARILLENTO
ESCALON 2 BARRIO MUSCULOS Y RIELES												
1+320	0,5	26	98	98	90	58	35	29	6	2	A-4 (2)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, CON PÓMEZ, COLOR CAFÉ CLARO
	1,0	32	100	99	93	63	41	32	9	4	A-5 (4)	SUELOS LIMOSOS, CON PÓMEZ, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,5	32	100	98	91	62	39	32	7	11	A-6 (11)	SUELOS ARCILLOSOS, CON ARENA, ALTAMENTE COMPRESIBLES, COLOR CAFÉ OSCURO



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	GRANULOMETRÍA (% QUE PASA)				LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	ÍNDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
			4	10	40	200						
ESCALON 2 BARRIO CAUPICHU												
2+460	0,5	66	100	100	99	78			N.P	0	A-4 (0)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, CON RAICILLAS, COLOR PLOMIZO
	1,0	63	100	100	98	79	69	53	16	19	A-7-5 (19)	SUELOS ARCILLOSOS, CON ARENA, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON ARCILLAS, CON PÓMEZ, COLOR NEGRUZO
	1,5	106	100	100	99	87	94	64	30	39	A-7-5 (39)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON RAICILLAS, COLOR GRIS PLOMIZO
ESCALON 2 BARRIO LA VENECIA												
2+940	0,5	81	99	99	93	66	83	65	18	17	A-7-5 (17)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON RAICILLAS, COLOR NEGRUZO
	1,0	208	100	99	97	84			N.P		A-8	TURBA ALTAMENTE ORGÁNICA, COLOR NEGRUZO.
	1,5	148	100	99	96	85			N.P		A-8	TURBA ALTAMENTE ORGÁNICA, COLOR NEGRUZO.
ESCALON 2 BARRIO SANTO THOMAS												
3+820	0,5	43	96	93	86	63	57	45	12	9	A-7-5 (9)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, CON BASURA Y PÓMEZ, COLOR NEGRUZO
	1,0	40	100	100	96	73	53	38	15	13	A-7-5 (13)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ELÁSTICOS, HÚMEDO, CON RAICILLAS, COLOR NEGRUZO
	1,5	35	100	100	97	78	52	38	14	14	A-7-5 (14)	SUELOS ARCILLOSOS, ALTAMENTE ORGÁNICOS, CON PÓMEZ, COLOR CAFÉ OSCURO
ESCALON 2 GUAMANI BAJO												
4+200	0,5	36	100	100	96	73	44	29	15	11	A-7-6 (11)	SUELOS ARCILLOSOS, MUY COMPRESIBLES, COLOR CAFÉ CLARO
	1,0	29	100	99	93	66	40	31	9	6	A-4 (6)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA Y PÓMEZ, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,5	30	100	100	94	64	31	26	5	2	A-4 (2)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA Y PÓMEZ, COLOR CAFÉ CLARO
ESCALON 2 GUAMANI ALTO												
5+100	0,5	30	100	99	86	57	32	24	8	3	A-4 (3)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, PÓMEZ, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,0	30	99	99	81	51	30	24	6	1	A-4 (1)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO.
	1,5	31	99	99	89	62	36	26	10	5	A-4 (5)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, PÓMEZ, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO
ESCALON 2 BARRIO SAN LUIS DE CORNEJO												
5+540	0,5	39	100	100	95	67	44	21	23	14	A-7-6 (14)	SUELOS ARCILLOSOS, MUY COMPRESIBLES, CON RAICILLAS, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,0	40	98	97	90	62	38	28	10	5	A-4 (5)	SUELOS LIMOSOS, CON ARENA, PÓMEZ, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,5	39	100	100	96	68	35	29	6	4	A-4 (4)	SUELOS LIMOSO, CON ARENA, COLOR CAFÉ OSCURO
ESCALON 2 BARRIO PRADERAS DEL SUR												

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales, “Estudio Geotécnico para el Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, Julio 2010.



3.11 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (CBR)

La capacidad portante del suelo para el pavimento se determina según el ensayo de CBR (Norma ASTM D-1883), cuyo valor relativo de soporte es un índice semi - empírico de las características de resistencia y deformación de un suelo. Este índice se ha correlacionado con el comportamiento del pavimento para establecer curvas para determinar el espesor del pavimento.

En la fotografía no. 3.2 se visualiza la toma de muestras para el ensayo de CBR.

FOTOGRAFIA No. 3.1 TOMA DE MUESTRAS – ENSAYO (CBR)



Fuente: Propia

La prueba se realiza con una muestra de 15 cm. (6 pulg.) de diámetro y de 12.5 cm. (5 pulg.) de altura, de suelo compactado que se confina en un cilindro de acero, antes de realizar el ensayo se satura la muestra bajo una presión de confinamiento equivalente al peso del futuro pavimento, para determinar su posible expansión y para representar las peores condiciones de humedad que pudiera ocurrir en la obra. Un pistón de aproximadamente 5 cm. de diámetro se fuerza contra el suelo a una velocidad fijada, para determinar la resistencia a la penetración.

El CBR es la relación expresada en porcentaje entre la carga real que se requiere para producir una deformación de 2.54 mm. (0.1 pulg.) o de 5.08 mm. (2 pulg.) y la que se requiere para producir la misma deformación en una cierta piedra triturada típica



$$CBR = \frac{CARGA.ENSAYO.*.100}{CARGA.UNITARIA.TIPO} * 100$$

Los valores de CBR se obtienen para una penetración de 0,1 o 0.2 pulgadas, de los cuales se escoge el mayor valor, luego de analizar por lo menos tres muestras de cada perforación. En la mayoría de los casos el valor del CBR mas alto resulta del ensayo para 0,1 pulgadas.

El valor de CBR se ha seleccionado muy cuidadosamente, ya que se constituye en un dato fundamental para el diseño del pavimento de la carretera.

En base a los estudios realizados por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, se determinó que los valores de CBR de diseño, varían de 2,5% hasta 5,03%, como se indica en el Cuadro No. 3.6.

CUADRO No. 3.6 VALORES DE CBR DE DISEÑO

TRAMO	ABSCISA	CBR DE DISEÑO (%)
1	0+000 A 1+750	5,03
2	1+750 A 2+440	-
3	2+440 A 4+040	2,71
4	4+040 A 4+370	4,80
5	4+370 A 5+540	2,50
6	5+540 A 5+800	-
7	5+800 A 6+028	2,50

Fuente: Propia

Para obtener el módulo resiliente (M_r) de la sub-rasante, para el diseño de pavimentos flexibles, se empleó la ecuación según el Método AASHTO para el Diseño de pavimentos, que correlaciona dicho valor con el ensayo CBR:



- Si $CBR < 7\%$ el $Mr = 1500 CBR$ (PSI), sugerida por AASHTO
- Si $7\% < CBR < 20\%$ el $Mr = 3000 CBR^{0.65}$ (PSI), ecuación desarrollada en Sudáfrica.
- Si $CBR < 20\%$ el $Mr = 4326 \times \log CBR + 241$ (PSI), utilizada para suelos granulares por la propia guía AASHTO.

En el barrio Caupicho, tramo 2 (Km 1+750 al Km 2+440), no se determina el CBR de diseño, debido a que la Av. Leonidas Double se encuentra en funcionamiento y en buen estado.

En el tramo 6 (Km 5+540 al Km 5+800) ubicado en el barrio San Luis de Cornejo, La Administración Zonal Quitumbe, realizará los estudios posteriores para la proyección de un puente o relleno, por lo que no se determina el CBR de diseño en este tramo.

3.12 MATERIAL DE PRESTAMO

Del estudio geotécnico realizado por el laboratorio de ensayos de materiales de la UPS, se determina que el material de préstamo importado del sector de El Troje (Km 0+000) tiene características aceptables para ser utilizados en rellenos y otras obras similares. El relleno previsto se lo realizará en el tramo de la Quebrada Caupicho entre el Km 2+940 y Km 3+820.

3.13 MATERIALES PETREOS

Los materiales que se obtuvieron en cantidades representativas para realizar los ensayos de laboratorio y las respectivas mezclas para las resistencias previstas, fueron de las siguientes canteras o minas:

Mina de Pifo

Mina de Pintag

Mina de la Mitad del Mundo (Únicamente Agregado Fino)



Con las muestras obtenidas en campo, la Universidad Politécnica Salesiana, realiza los ensayos de laboratorio que se indican y determinan en el Cuadro No.3.8:

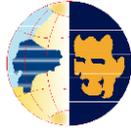
- Contenido de Humedad de los Agregados Grueso y Fino
- Granulometría completa con los materiales secados
- Pesos Unitarios Suelos y Varillados
- Pesos Específicos
- Abrasión en la Máquina de Los Ángeles del Agregado Grueso

CUADRO No. 3.7 DATOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

MATERIALES PROPIEDADES	MINA PIFO			MINA DE PINTAG		MINA MITAD DEL MUNDO
	AGREGADO GRUESO PASANTE 1 1/2"	AGREGADO GRUESO PASANTE 1"	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO PASANTE 1 1/2"	ARENA	ARENA
CONTENIDO DE HUMEDAD (%W)	1,21	1,9	5,2	2,2	2,5	5,6
PESO UNITARIO SUELTO (P. U. S) Kg/m ³	1198	1236	1425	1334	1421	1348
PESO UNITARIO COMPACTADO (P. U. C) Kg/m ³	1387	1456	1547	1484	1633	1589
PESO ESPECIFICO (S.S.S) (Pe. S.S.S) Kg/m ³	2580	2632	2463	2375	2468	2439
ABSORCION (ABS) %	2,21	1,69	4,03	2,97	6,25	6,68
DESAGASTE A LA ABRASION (D. A) %	29,6	28,2	-----	25,2	-----	

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales, “Estudio Geotécnico para el Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, Julio 2010.

El material calificado para ser utilizado en la construcción de la Av. Escalón 2 será de las siguientes minas:



Mina Pifo:

El material califica para ser utilizado en:

- Material de mejoramiento
- Material de sub bases
- Material de bases
- Agregado grueso para mezclas asfálticas
- Agregados para hormigones con cemento Portland

Mina San Antonio:

El Material califica para ser utilizado en:

- Material de mejoramiento
- Agregado fino para hormigones

Mina Pintag:

El material califica para ser utilizado en:

- Material de mejoramiento
- Material de sub bases
- Material de bases
- Agregado grueso para mezclas asfálticas
- Agregados para hormigones con cemento Portland

Con los agregados de las minas indicadas se realizan los siguientes diseños de hormigones:

- $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (Para la utilización en Pavimento Rígido)
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Para utilizar en elementos estructurales de hormigón armado)
- $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Para ser utilizado en la construcción de Cunetas, Bordillos, Aceras y Replántillos, Cabezales Muros de Hormigón Ciclópeo)



Finalmente, en el Cuadro No 3.8 se presenta las proporciones al volumen por cada saco de cemento Portland de 50 Kg.

CUADRO No. 3.8 PROPORCIONES RECOMENDADAS

Resistencia a la Compresión (f'c) Kg/cm ²	Minas		Agua (Litros)	Cemento Saco de 50 Kg	*Arena	*/Ripio
	Agregado Grueso	Agregado Fino				
350	Pifo	Mitad del Mundo	** 23	1	2,0	2,5
210	Pifo	Mitad del Mundo	** 28	1	3,0	3,5
180	Pintag	Pintag	** 33	1	2,5	4,0

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales, “Estudio Geotécnico para el Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, Julio 2010.

3.14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del estudio realizado, se permite concluir lo siguiente:

- Del Anuario Meteorológico Cuadro No. 3.1, se determina las siguientes características climáticas anuales:

Temperatura media	6,4 – 17,3 ° C
Humedad relativa media	83 %
Velocidad media y frecuencia del viento	3,0 km/h = 0,83 m/s
Precipitación anual	2032,3 mm.

- La Av. Escalón 2 se inicia en la parte Sur-Oriental con un relieve montañoso, que se localiza en barrio El Troje (Km 0+000). En el Barrio “Caupicho” (Km 3+000), se presentan terrenos planos que drásticamente cambian a muy abruptos debido a la presencia de la Quebrada Caupicho. El proyecto atraviesa zonas semi-urbanizadas, conectándose nuevamente con un relieve



montañoso ubicado en la parte Sur Occidental de la ciudad y a la vez finalizando en el Km 6+028, en el Barrio Praderas de Sur.

- Entre las características geológicas generales se tienen las siguientes unidades litológicas: Volcánicos Pichincha, Volcano-Sedimentos del Machángara, Cangahua, Ceniza Volcánica y los depósitos coluviales, con materiales conformados de sedimentos fluviales tipo arena, caídas de ceniza, flujos de lodo intercalados con arenas media a gruesas de pómez y lapilli.
- Se observan dos fallas geológicas, una de estas fallas atraviesa el barrio Músculos y Rieles abscisa Km 1+400 y la otra se encuentra cercana al inicio del proyecto, son fallas que pueden afectar al proyecto en caso de su reactivación.
- En el proyecto existe el riesgo volcánico proveniente de los volcanes Guagua Pichincha, Cotopaxi, El Reventador.
- En la ciudad de Quito se registra que existen riesgos sísmicos como del año 1987 con intensidades mayores a VI, que se repiten en promedio cada 46 años.
- Por no existir riesgos de taludes se resume que no podría ver riesgos por deslizamientos.
- De los resultados obtenidos por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana en convenio con la A.Z.Q (Administración Zonal Quitumbe), se tienen los siguientes tipos de suelos que se caracterizan en la zona del proyecto:
 - Entre el Km 0+000 y el Km 2+460, en lo general existen suelos arcillosos y limosos con arena y pómez de color café claro amarillento.



- Entre el Km 2+490 y Km 3+820, se encuentra la Quebrada Caupicho, existen suelos arcillosos con raicillas, con basura y pómez, color negruzco, el material de préstamo importado para el relleno de la quebrada será del sector de El Troje (Km 0+000).
- Entre el Km 4+200 y Km 6+028, en los barrios Guamani Bajo, Guamani Alto, Barrio San Luis de Cornejo y Barrios Praderas del Sur, en lo general existen suelos limosos.
- Los valores de CBR de diseño obtenidos, varían de 2,5% a 5,03%, los mismos que son necesarios para el diseño de pavimentos, la fórmula del módulo resiliente (M_r) para la sub-rasante, se adopta la fórmula de acuerdo al Método AASHTO a las condiciones del proyecto es igual a $1500 \times \text{CBR}$.

Recomendaciones:

- Entre el Km 1+750 y Km 2+440, se encuentra localizada parte de la Av. Leónidas Doubles, la misma que está asfaltada y en buen estado, por lo que se recomienda realizar un recapeo con el espesor propuesto en diseño del pavimento a 20 años.
- Entre el Km 5+540 y Km 5+800, tramo 7, en el barrio San Luis de Cornejo, se recomienda realizar estudios posteriores para proyección de un puente o relleno.
- Para la fabricación del hormigón hidráulico en sitio, es importante determinar la humedad de los materiales para realizar las correcciones de la cantidad de agua de amasado.
- Para los hormigones de 350 Kg/cm^2 y 210 Kg/cm^2 se recomienda usar un aditivo plastificante para mejorar la trabajabilidad del hormigón fresco.



Contenido

CAPITULO 3 **20**

ESTUDIO GEOLÓGICO **20**

3.1 ANTECEDENTES	20
3.2 OBJETIVO	20
3.2.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	20
3.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	21
3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS	21
CUADRO NO. 3.1 ANUARIO METEREOLÓGICO	21
3.5 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	23
3.6 GEOMORFOLOGÍA	24
3.7 TECTONICA Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA	25
3.8 RIESGOS NATURALES	25
3.9 FORMACIONES GEOLOGICAS Y DEPOSITOS SUPERFICIALES	27
CUADRO NO. 3.2 MAPA GEOLÓGICO GENERAL	29
CUADRO NO. 3.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO “ AV. ESCALON 2”	30
3.10 TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO	30
CUADRO No. 3.4 ENSAYOS DE LABORATORIO	31
CUADRO NO. 3.5 HOJA DE RESUMEN DE CLASIFICACIÓN AASHTO	32
3.11 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (CBR)	34
FOTOGRAFIA NO. 3.1 TOMA DE MUESTRAS – ENSAYO (CBR)	34
CUADRO No. 3.6 VALORES DE CBR DE DISEÑO	35
3.12 MATERIAL DE PRESTAMO	36
3.13 MATERIALES PETREOS	36
CUADRO NO. 3.7 DATOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	37
3.14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
CUADRO NO. 3.8 PROPORCIONES RECOMENDADAS	39



CAPITULO 4

HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

4.1 ALCANCE

Dentro del diseño vial definitivo de la vía Escalón 2, se realizó el estudio hidrológico e hidráulico, el mismo que nos será útil para determinar y diseñar el drenaje de la vía, a si mismo se contempla el diseño hidráulico para sanear parte de la quebrada Caupicho, que se encuentra dentro de la sub-cuenca que lleva el mismo nombre.

El escurrimiento del agua en la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, depende de diversos factores como son: la fisiografía que no es más que la descripción física del sector, la geología, las características climatológicas de la zona de estudio, la vegetación y el uso de la tierra.

Entre las características principales de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, se pueden mencionar principalmente: el área, la pendiente de la cuenca, el cauce principal de la quebrada, la longitud, la elevación de la cuenca y su drenaje, que dependerá del tipo de uso del suelo. La sub-cuenca de la quebrada Caupicho se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Machángara, cuya delimitación se muestra en el gráfico No. 4.1.

La delimitación de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, origina a su vez sub-cuenca adyacentes, que no tienen ningún aporte al caudal de la cuenca en estudio, ya que su delimitación está en función del relieve del terreno, estas divisiones recorren las partes más altas de las cuencas.

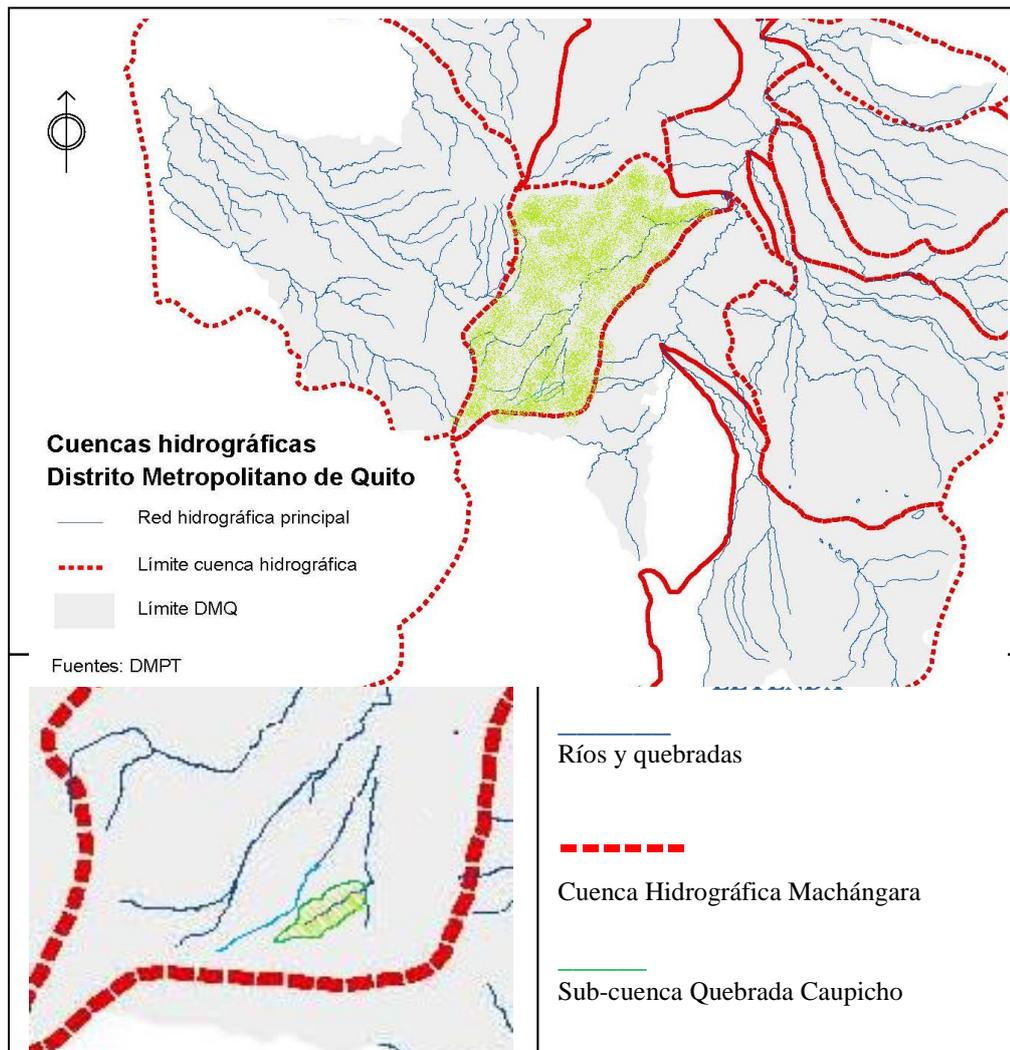
El caudal ($Q_{\text{escorrentía-cuenca}}$) de la sub-cuenca producto del escurrimiento que se origina debido a la precipitación existente en la zona, será calculado en un punto de salida o de estudio, que en este caso se encuentra a la altura de la Av. Pedro Vicente Maldonado.



Para el cálculo del caudal de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, se considerará únicamente el escurrimiento superficial, ya que en el área de aportación de la sub-cuenca se encuentran casi en su totalidad suelos construidos debido a la acelerada urbanización que existe en la zona, por lo que la capacidad de almacenaje de agua en la cuenca será mínima o nula.

Para una cuenca pequeña la cantidad de escurrimiento están dadas principalmente por las condiciones físicas del suelo, por lo que, el estudio hidrológico de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, estará enfocado con más atención a las condiciones de la cuenca.

GRAFICO No. 4.1 UBICACIÓN DE LA SUB-CUENCA DE LA QUEBRADA CAUPICHO



FUENTE: Unidad de Estudios e Información Metropolitana de la DMPT



4.1.1 INFORMACION UTILIZADA

Para el desarrollo del siguiente capítulo fue necesaria la recopilación de la siguiente información:

- Cartas topográficas digitales escalas 1:50.000 de Quito y Amaguaña, las mismas que se han obtenido del Instituto Geográfico Militar del Ecuador, en archivo digital con extensión dwg, para editarlas en el programa Autocad.
- Los datos del último censo de población y vivienda INEC 2001, (Ver anexo No. 4), de los que se obtuvieron las proyecciones de la población que se encuentra dentro de la Administración Zonal Quitumbe, la misma que esta presentada por quinceños según parroquias, que en este caso utilizamos los datos de las parroquias de Turubamba y Guamaní.
- El sistema denominado SIGINFO que es el sistema de información geográfica geo-referenciada que la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento “EPMAPS” utiliza actualmente, para obtener información de las redes de agua potable y alcantarillado del Distrito Metropolitano de Quito, de este programa se recopiló información referente al uso y tipos de suelo, así mismo se consiguió parte de la información referente a los pozos de las redes de alcantarillado existentes.
- Para la determinación de la intensidad de lluvia que se produce en la zona de estudio, se utilizó las ecuaciones para el cálculo de la intensidad de la lluvia en función de la duración y la frecuencia (Ecuación IDF-Estación Izobamba), recomendada para el territorio del D.M.Q, obtenidas del proyecto “Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito” (SISHILAD)”, llevado a cabo por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) en convenio con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y el Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).



- Las normas de diseño de sistemas de agua potable para la EPMAPS, primera edición realizada en el año 2008, las cuales sirvieron de guía para determinar el caudal de aguas servidas, en función de la dotación de agua potable.
- Así mismo se utilizaron las normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS, primera edición realizada en el año 2009, las que se utilizaron para determinar el caudal de diseño y determinar la sección hidráulica del colector y de las obras de alivio, así como del sistema de alcantarillado que se empatará al sistema existente.
- Los apuntes de las clases de sanitaria, fluidos, hidrología, drenaje vial, recopilados a lo largo de toda la carrera.

4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

En este estudio se considera el caudal de aguas residuales y la aportación de aguas lluvias.

4.3 CAUDAL PLUVIAL

Existen varios métodos para determinar los caudales máximos de escurrimiento dentro de una cuenca determinada, el cálculo de estos caudales máximos se los puede clasificar en dos tipos, el primero que son métodos en los que, para el cálculo de caudales máximos se utiliza información existente la misma que se ha registrado durante varios años, entre estos métodos está el Hidrograma unitario.

Dentro del segundo tipo, se encuentran los métodos que son aplicables para estimar caudales picos de crecida en casos en los que no existe información, es por eso que es importante el conocimiento de las características de la cuenca, entre estos métodos están:

- Método racional
- Método S.C.S. (Soil Conservation Service)
- Método de regionalización hidrológica.



El Soil Conservation Service, desarrolló un procedimiento para obtener la llamada precipitación eficaz o efectiva, que produce una escorrentía superficial directa.

A pesar de que éste método goza de mucha aceptación para determinar las tormentas de diseño y los caudales máximos, los resultados obtenidos por este método deben ser revisados con mucho cuidado, puesto que los coeficientes de éste método fueron elaborados o desarrollados para las zonas de los Estados Unidos, que son muy diferentes a las zonas de nuestro país.

El método de la regionalización hidrológica, es utilizado cuando no se tiene suficiente información disponible o se carece de ésta, éste método correlaciona las variables hidrológicas (precipitación, evaporación, temperatura, velocidad) con las características físicas (área, pendiente del cauce, flujo, drenaje) de la región, por lo que es necesario comprobar la similitud entre las estaciones de medición para transferir adecuadamente la información hidrológica entre regiones.

Es por eso que para el cálculo del caudal de crecida, utilizaremos la ecuación empírica que corresponde al método racional, que es válida para áreas de aportación de hasta 200 hectáreas, como en este caso el área de la cuenca no supera dicha área, se adopta éste método, tomando cierta precaución al considerar el coeficiente de escorrentía.

4.3.1 ECUACION RACIONAL

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

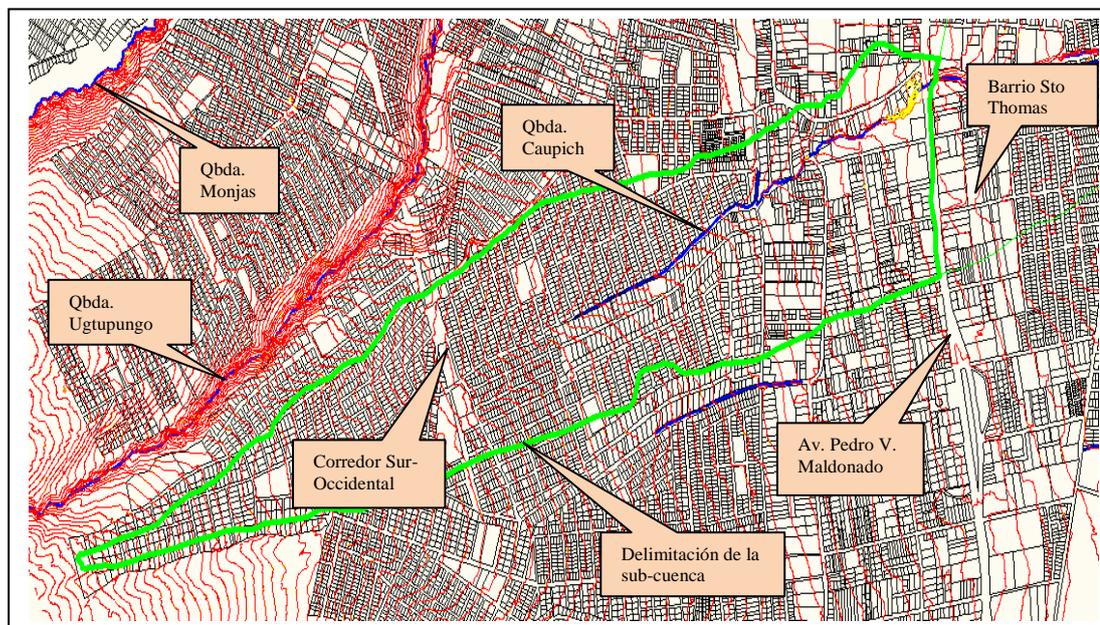
En donde: Q = caudal máximo (m³/s)
C = coeficiente de escurrimiento (adimensional)
I = intensidad máxima de precipitación pluvial (mm/h)
A = área de la cuenca (Km²)



4.3.2 AREA DE LA CUENCA

En el gráfico No. 4.2 se puede observar la delimitación del área de aportación total de la sub-cuenca, la misma que se obtuvo con la ayuda del programa SIGINFO que la EPMAPS tiene como herramienta para información general de los proyectos de alcantarillado y agua potable en la ciudad de Quito, además se utilizaron las cartas topográficas digitales a escala 1:50.000, en las cuales se pudo delimitar siguiendo las curvas de nivel que representan las partes más altas o línea de cumbre como se muestra en el gráfico.

GRAFICO NO. 4.2 DELIMITACIÓN SUB-CUENCA QUEBRADA CAUPICHO

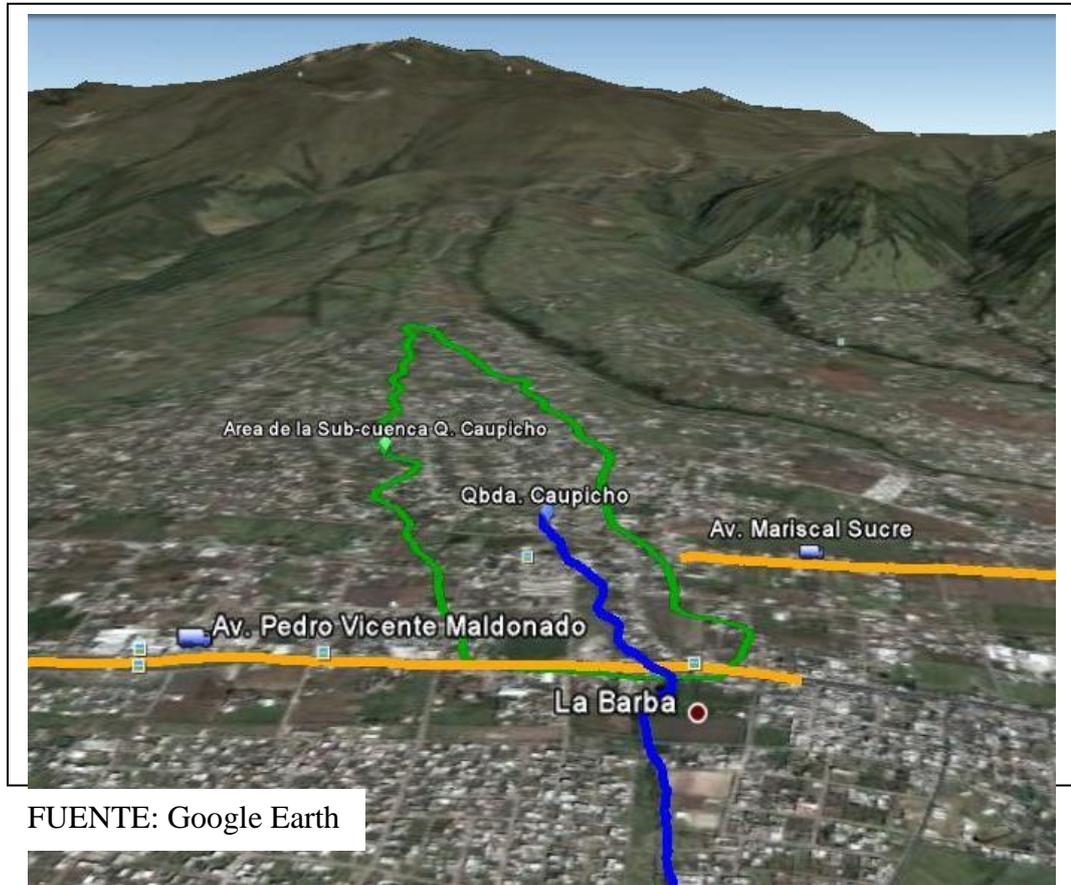


FUENTE: Propia

Mediante estas herramientas se determinó que el área total de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho es de 764,549.7484 m², 0.7645 Km² o 76.45 ha, es importante indicar que el área total de la sub-cuenca corresponde a toda el área que debido a la topografía existente escurre hacia dentro de la misma, como se observa en el siguiente gráfico.



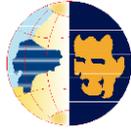
GRAFICO No. 4.3 ÁREA DE LA SUB-CUENCA DE LA Q. CAUPICHO



4.3.3 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

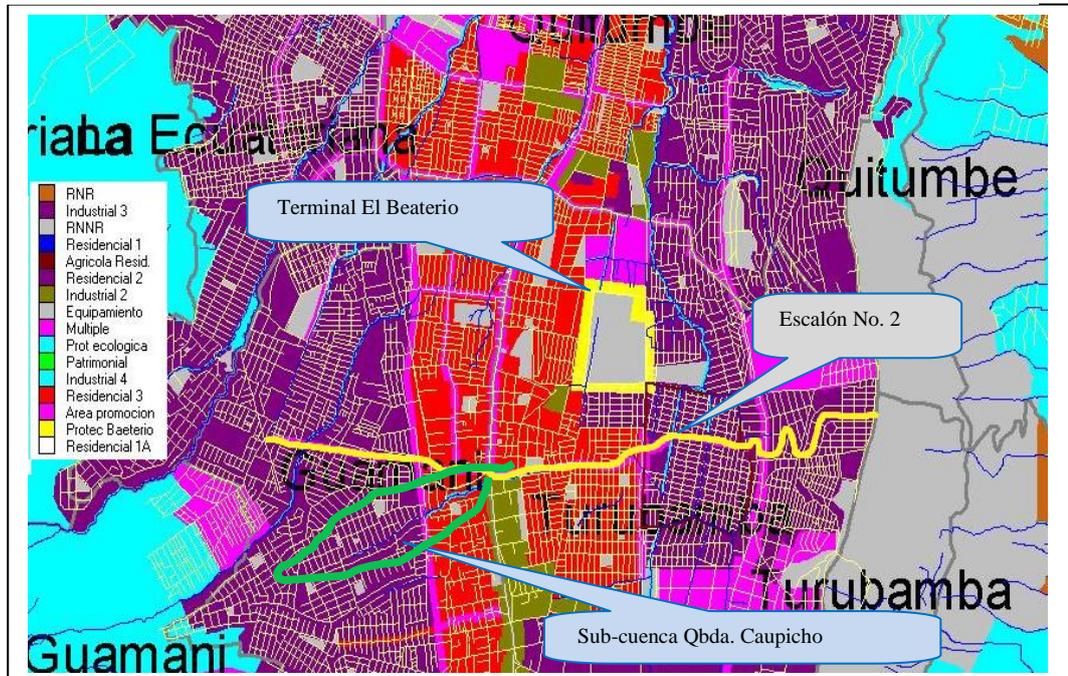
El coeficiente de escurrimiento mide el tanto por uno del agua lluvia que escurre por una determinada cuenca, esto es, que no existe evaporación ni filtración, de esta hipótesis se desprende que éste coeficiente es el tanto por uno de agua lluvia que debe ser recogido por la red de alcantarillado.

El coeficiente de escurrimiento utilizado para el cálculo de caudales de crecida en zonas urbanas, depende del tipo de superficie del terreno, o sea, del uso del suelo, y del tiempo del evento, ya que para lluvias de larga duración, se llega a un punto en donde el suelo pierde su capacidad de filtración de agua, con lo que el coeficiente de escurrimiento será mayor o igual al tanto por uno.



En el siguiente gráfico se puede observar los tipos y usos del suelo en la zona de estudio.

GRAFICO No. 4.4 TIPOS Y USOS DE SUELO



FUENTE: Siginfo EPSMAPS

En el gráfico No. 4.4 constan los diferentes tipos y usos del suelo de la zona por donde cruza el proyecto. Sin embargo, en el gráfico No. 4.5 Usos de suelo actual, capturada del programa Google Earth, el área de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho, presenta un cierto porcentaje de terrenos vacíos y terrenos para cultivo, se ha visto la necesidad de que el cálculo del coeficiente de escurrimiento sea ponderado en función de la superficie que ocupa cada coeficiente de escurrimiento.



GRAFICO No. 4.5 USOS DE SUELO ACTUAL



FUENTE: Google Earth

El valor del coeficiente de escurrimiento “C” está comprendido entre cero y uno, y se encuentra afectado por diversos factores tales como:

- Duración de la lluvia,
- cobertura vegetal y uso del suelo,
- pendiente del terreno y almacenamiento en las depresiones del relieve,
- permeabilidad y grado de compactación del suelo,
- humedad antecedente del suelo,
- porosidad del subsuelo,
- proximidad del nivel freático, etc.

Los valores del coeficiente de escurrimiento que se presentan a continuación, han sido generados por el proyecto SISHILAD en el año de 1996, con ayuda de una red hidrometeorológica que se encuentra instalada en las laderas del Volcán Pichincha, la obtención de este valor, se la ha realizado a partir de valores experimentales que



consideran las características propias de Quito y sus alrededores, tomando en cuenta modelación física de lluvias “in situ” y medición experimental del coeficiente en sub-cuencas y cuencas experimentales.

En el cuadro No. 4.1 se encuentran los valores recomendados para el coeficiente de escorrentía C, para utilizarlos en los casos cuando se pueda emplear el método racional.

CUADRO No. 4.1 COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO

TIPO DE SUPERFICIE	T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años
SUPERFICIE URBANIZADA E IMPERMEABLE					
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90
Hormigón	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92
SUPERFICIE URBANIZADA CON AREAS VERDES					
a) Cobertura vegetal menor al 50% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44
• 2% y 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
• Superior al 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52
b) Cobertura vegetal entre el 50 y el 75% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37
• 2% y 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45
• Superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49
c) Cobertura vegetal superior al 75% de la superficie total, con pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32
• 2% y 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42
• Superior al 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47
SUPERFICIE NO URBANIZADA					
a) Sin cobertura vegetal y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.36	0.37	0.38	0.41	0.44
• 2% y 7%	0.41	0.42	0.43	0.46	0.49
• Superior al 7%	0.46	0.47	0.48	0.50	0.53
b) Con cultivos agrícolas y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43
• 2% y 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48
• Superior al 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51
c) Con pastizales y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37
• 2% y 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45
• Superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49
d) Con bosques y matorrales y pendiente del terreno entre:					
• 0% y 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35
• 2% y 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43
• Superior al 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48

FUENTE: Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito, Quito, julio de 1996



De acuerdo al uso ocupacional del suelo correspondiente al gráfico No. 4.4 y 4.5 se determinó que el área total de la cuenca se encuentra dividida en tres tipos representativos de suelo, con sus respectivos coeficientes de escurrimiento, como se indica a continuación.

CUADRO No. 4.2 Coeficiente de escurrimiento para la cuenca

CALCULO DE "C" PONDERADO			
TIPO DE SUELO	C	W (km ²)	%
Urbanizado e impermeable	0,86	0,4969	0,75
Tierras agricolas urbanizadas	0,42	0,1529	0,10
Vegetacion baja	0,42	0,1147	0,15
"C" Ponderado	0,7060		

FUENTE: Propia

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento ponderado se utilizó la siguiente ecuación y cuyo valor se presenta a continuación.

$$C = \frac{w_1 \cdot C_1 + w_2 \cdot C_2 + \dots + w_n \cdot C_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$C = \frac{0,86 * 0,4969 + 0,42 * 0,1529 + 0,42 * 0,1147}{0,4969 + 0,1529 + 0,1147}$$

$$C = \frac{0,539726}{0,764500}$$

$$C = 0.7060$$

4.3.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración "tc", es el tiempo que se demora una partícula de agua en recorrer desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio donde se localiza el punto de estudio, puede estar determinado en minutos para eventos de menor importancia o en horas para eventos significativos. El método racional asume que la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración.



Cuando en cuencas donde el almacenaje del cauce es mínimo a relación del flujo sobre el terreno, como es el caso de nuestra sub-cuenca, debido a que en ese momento todos los puntos de la cuenca estarán contribuyendo simultáneamente a aumentar el caudal, el tiempo de concentración “tc” se obtiene como un todo mediante la siguiente expresión empírica llamada California o Kirpich.

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

En donde: tc = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del cauce o río de drenaje (metros)

ΔH = Diferencia entre cota superior y cota inferior o punto de estudio (metros)

Los siguientes datos se obtuvieron a partir del levantamiento topográfico realizado en el sitio de estudio.

Datos de la Sub-cuenca Q. Caupicho		
Longitud río	2166,00	m
Cota Superior	3133,60	m.s.n.m
Cota Inferior	3040,06	m.s.n.m

FUENTE: propia

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{2166^3}{3133.60 - 3040.06} \right)^{0.385}$$

$$tc = 24.2039 \text{ min}$$

4.3.5 INTENSIDAD MAXIMA

La intensidad de lluvia se define como el caudal de agua que pasa o escurre por una determinada superficie, es decir, el volumen de agua que cae por unidad de tiempo y superficie, se mide habitualmente en mm/h.



La intensidad depende de la duración de la lluvia, por lo que es necesario definir un intervalo de tiempo que sirva de referencia, el cual en proyectos de saneamiento habitualmente se estudia para el caso de lluvias de corta duración.

La intensidad de precipitación a utilizar en la aplicación del Método Racional es la correspondiente a un determinado período de retorno “Tr” y a un intervalo de duración coincidente con el tiempo de concentración “tc”.

Para el cálculo de la intensidad, se utilizará las curvas I.D.F., (Intensidad Duración Frecuencia), obtenidas del Proyecto Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito “SISHILAD”, las mismas que se realizaron bajo convenio entre la EPMAPS, INAMHI y ORSTOM.

A continuación se indica la ecuación IDF correspondiente a la estación pluviográfica Izobamba, de donde se obtuvo la intensidad necesaria para el cálculo del caudal de escurrimiento en la sub-cuenca de la Quebrada Caupicho.

CUADRO NO. 4.3 ECUACIÓN INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m	Ecuación IDF
IZOBAMBA	0°21'45”	78°33'11”	3,058	$I = \frac{74,7140 * T^{0.0888}}{t^{1.6079}} [\ln(t + 3)]^{3.8202} (\ln T)^{0.1892}$

FUENTE: Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Área Metropolitana de Quito, Quito, julio de 1996

En donde: I = Intensidad de lluvia (mm/h)
 T = Período de retorno (años)
 t = duración de la lluvia “tc” (minutos)

Cabe mencionar que el ámbito de aplicación de la ecuación I.D.F., de la estación Izobamba es aplicable para la zona Sur de Quito, particularmente en sectores que se ubiquen en las faldas orientales del cerro Atacazo, así mismo es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones.



El periodo de retorno T para el cual son aplicables las ecuaciones, está comprendido entre 2 y 50 años, sin embargo el período de retorno o diseño seleccionado es de 25 años, tomando en consideración lo siguiente:

- La ocupación del área de influencia de la obra, que según las normas de diseño para sistemas de alcantarillado de la Empresa de Agua Potable, corresponde a áreas comerciales y residenciales, cuyo valor es igual a 25 años.
- Del cuadro siguiente se observa que el valor del periodo de retorno para redes secundarias sea de 10 años, sin embargo las normas de diseño de la Empresa de Agua Potable recomiendan que la recurrencia mínima de diseño o periodo de retorno, sea de 25 años.

CUADRO No. 4.8 Periodo de Retorno

TIPO DE OBRA	Tr
Redes secundaria	10 años
Redes principales	15 años
Colectores e interceptores	25 años
Estructuras especiales	50 años
Redes a nivel Rural	5 años

FUENTE: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado, primera edición 2009

- La duración de la lluvia llamada también tiempo de concentración “ t_c ” para la cual son aplicables las ecuaciones está comprendida entre los 5 y 360 minutos.

Teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas, y reemplazando los valores antes calculados, el valor de la intensidad es el siguiente:



$$I = \frac{74,7140 * T^{0.0888}}{t^{1.6079}} [\ln(t + 3)]^{3.8202} (\ln T)^{0.1892}$$

$$I = \frac{74,7140 * 25^{0.0888}}{24.20^{1.6079}} [\ln(24.20 + 3)]^{3.8202} (\ln 25)^{0.1892}$$

$$I = \frac{99.4349}{167.8946} * 96.0381 * 1.2476$$

$$I = 70.96 \text{ mm/h}$$

El caudal pluvial es el más representativo e importante para un sistema de drenaje ya que se estima que el caudal de aguas lluvias pueden llegar a representar entre el 80% y 95% del caudal total que escurre y recoge toda la superficie de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho.

Reemplazando los valores antes obtenidos de coeficiente de escurrimiento “C”, intensidad máxima “I” y área de aportación “A”, en la ecuación del método racional obtenemos el siguiente caudal de escurrimiento.

$$Q_{\text{escorrtia-cuenca}} = \frac{0.7060 * 70.96 * 0.7645}{3.6}$$

$$Q_{\text{escorrenitü-cuenca}} = \frac{38.2997}{3.6}$$

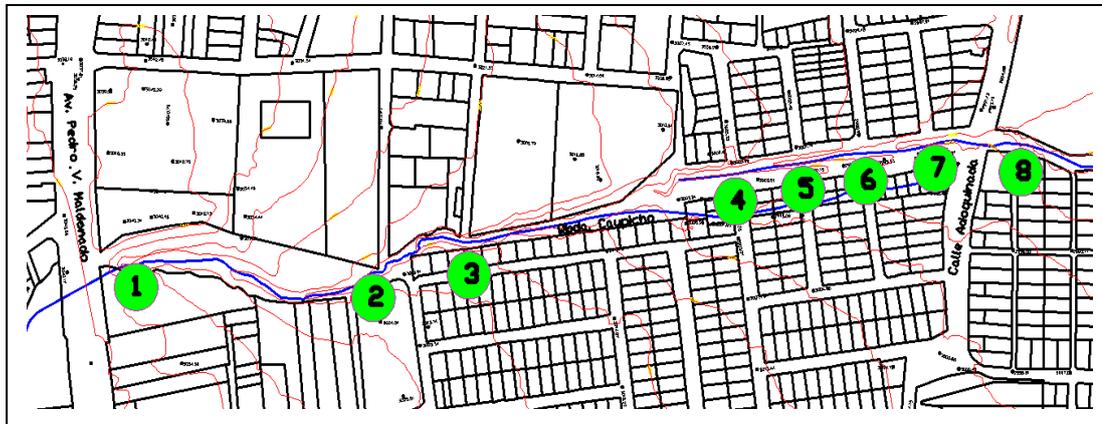
$$Q_{\text{escorentiar-cuenca}} = 10.64 \frac{m^3}{s}, 10638.82 \frac{lt}{s}$$

4.3.6 DESCARGAS EXISTENTES

Durante las inspecciones técnicas efectuadas al proyecto, se pudo determinar el número y ubicación de las descargas existentes y de las redes de alcantarillado que dan servicio a los barrios de influencia al proyecto, se localizó los pozos de revisión de las descargas existentes, con su respectiva cota obtenida durante el levantamiento topográfico, en el gráfico No. 4.6 se presenta la ubicación de las descargas existentes.



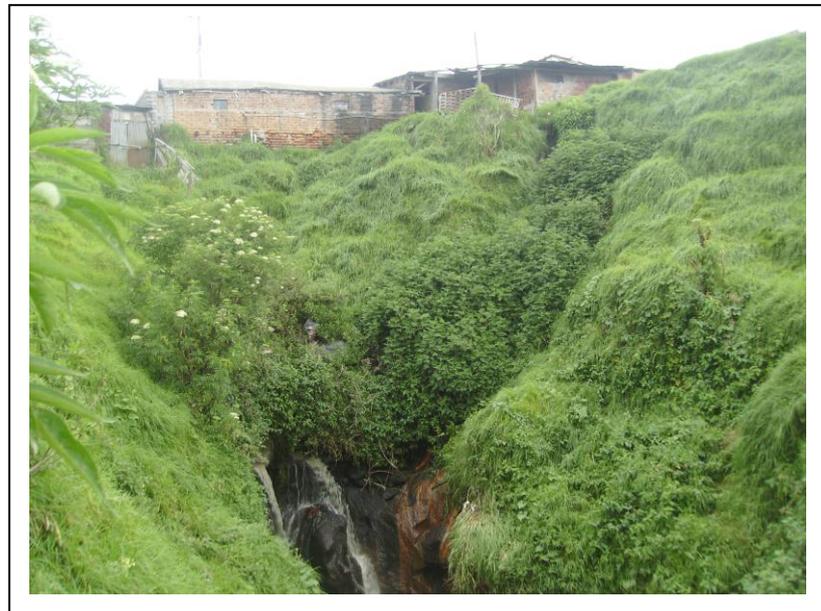
GRAFICO NO. 4.6 UBICACIÓN DESCARGAS



FUENTE: Propia

La descarga No. 1 se encuentra ubicada por debajo de la Av. Pedro V. Maldonado, como se indica en la fotografía No. 4.1.

FOTOGRAFIA No. 4.1 DESCARGA No. 1

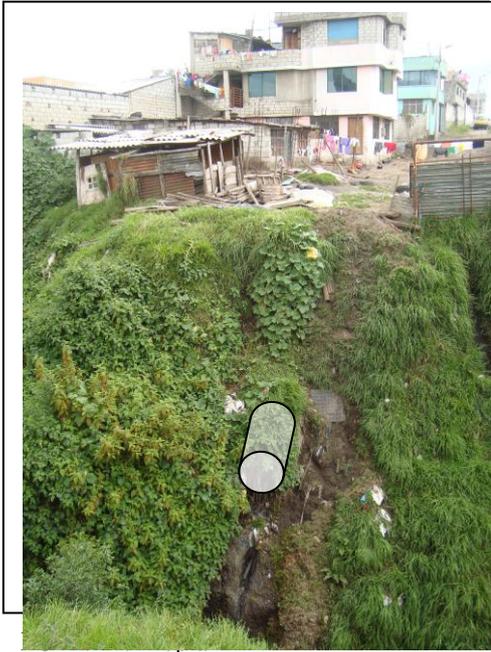


FUENTE: Propia

En cambio las descargas nos. 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se encuentran ubicadas en el marginal izquierdo aguas abajo de la quebrada y tienen tuberías de diámetro $D=250\text{mm}$, como se indica en las siguientes fotografías.



FOTOGRAFIA No. 4.2 DESCARGA No. 2



FOTOGRAFIA No. 4.3 DESCARGA No. 3



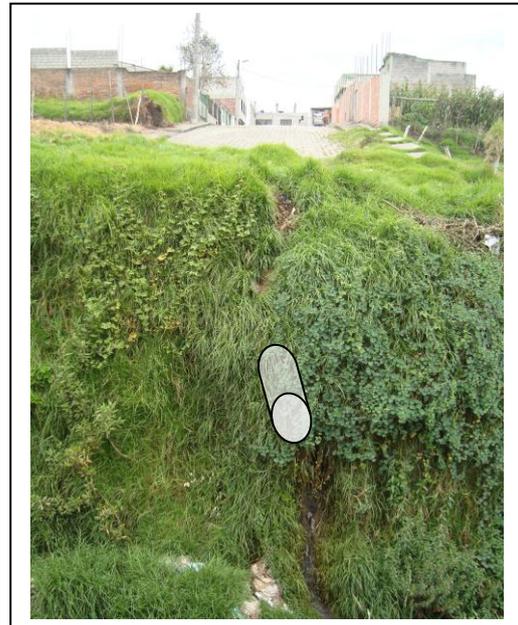
FUENTE: Propia

FOTOGRAFIA NO. 4.6 DESCARGA NO. 6



FUENTE: Propia

FOTOGRAFIA NO. 4.7 DESCARGA NO. 7



FUENTE: Propia



FOTOGRAFIA NO. 4.4 DESCARGA NO. 4



FUENTE: Propia

FOTOGRAFIA NO. 4.5 DESCARGA NO. 5



FUENTE: Propia

La descarga No. 8 pasa por debajo de la calle de nombre “Colectora F” y tiene una sección $S=0.7 \times 0.7 \text{m}$.

FOTOGRAFIA No. 4.8 DESCARGA No. 8



FUENTE: Propia



Para determinar el caudal de aguas lluvias en las descargas No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se utilizó el método racional, empleado anteriormente, cuyo cálculo del caudal de cada descarga se resume en el siguiente cuadro No. 4.4.

**CUADRO No. 4.4 CAUDAL DE AGUA LLUVIA DESCARGAS
No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8**

DESCARGA	C	I mm/hora	A km ²	Q total litros/s	Q total m ³ /s
2	0,41	70,96	0,1013	818,66	0,82
3	0,86	70,96	0,0191	323,77	0,32
4	0,86	70,96	0,0021	35,70	0,04
5	0,86	70,96	0,0026	43,80	0,04
6	0,86	70,96	0,0019	32,00	0,03
7	0,86	70,96	0,0021	36,10	0,04
8	0,86	70,96	0,0814	1.379,86	1,38
				2.669,90	2,67

FUENTE: Propia

Las áreas de aportación para las descargas No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se las obtuvo con la ayuda de la carta topográfica digital de la zona.

4.4 CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS

Para determinar el caudal existente de aguas servidas de los sistemas de alcantarillado existentes en los barrios: La Perla, Matilde Álvarez, Guamaní Alto, Sierra Hermosa, San Fernando de Guamaní, El Rocío, que se ubican en la parte alta de la sub-cuenca de la quebrada Caupicho y que desembocan en la descarga existentes a la altura de la Av. Pedro Vicente Maldonado, se consideró lo siguiente:

- el número de habitantes,
- el consumo diario de agua potable por habitante,
- asumimos que de todo el consumo de agua solo el 80% ingresa al sistema de alcantarillado, el 20% restante se evapora, o desperdicia, este valor se lo considera como el factor de retorno.

El valor del caudal de aguas servidas se determinó mediante la siguiente expresión:



$$Q_{SANITARIO} = \frac{(hab * dot * F.R)}{86400}$$

De donde:

$Q_{sanitario}$	= Caudal sanitario de diseño (lt/s)
Hab	= número de habitantes
Dot	= consumo de agua (litros/hab-día)
F.R	= factor de retorno

4.4.1 NÚMERO DE HABITANTES

Para determinar como dato inicial el caudal sanitario de diseño, se utilizó las proyecciones poblacionales generadas en base del último censo nacional de población y vivienda por parroquias pertenecientes a la Administración Zonal Quitumbe, las que se encuentran por quince años desde el año 2005 hasta el año 2025 (Ver anexo No. 4).

Y para completar la proyección al año horizonte se utilizó las tasas de crecimiento que se encuentran en el Informe de Estudios Básicos, que forma parte de los Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el Distrito Metropolitano de Quito, de la EPMAPS con los que se determinó la población futura para los años 2030 y 2035, los que se resumen en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 4.5 PROYECCIÓN DE LA POBLA. PARROQUIA DE GUAMANÍ

BARRIO	Superfi ha	hab 2010	hab 2015	hab 2020	hab 2025	hab 2030	hab 2035
EL ROCIO GUAMANI	35,52	2.697	3.176	3.655	4.028	4.401	4.796
GUAMANI ALTO	30,18	1.150	1.354	1.558	1.717	1.876	2.044
JOSE PERALTA	36,58	2.111	2.486	2.861	3.153	3.445	3.754
LA PERLA	21,36	1.709	2.013	2.316	2.552	2.789	3.039
MATILDE ALVAREZ	75,41	4.154	4.892	5.629	6.203	6.777	7.385
SFERNA GUAMANI	54,17	5.477	6.449	7.422	8.179	8.936	9.738
SIERRA HERMOSA	29,37	737	868	999	1.101	1.203	1.311
PROTEC. GUAMANI	316	59	69	80	88	96	104
TOTALES	598,60	18.094	21.307	24.521	27.021	29.522	32.170

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Censo Nacional 2001



4.4.2 CONSUMO DE AGUA

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento determinó que el consumo de agua en zonas urbanas es de 210 litros/hab/día, mientras que para las zonas rurales la dotación de agua potable alcanzará los 180 litros/hab/día, según las Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable.

4.4.3 FACTOR DE RETORNO

El factor de retorno indica la relación entre el volumen de las aguas residuales que ingresa al sistema de alcantarillado y el volumen o consumo de agua que se distribuye a la población.

De modo general, se estima que el factor de retorno está en el rango de 0.5 a 0.9, dependiendo de las condiciones locales y del suministro de agua potable existente en la zona, por lo que el valor generalmente adoptado para los diseños es de 0.8, según lo establece las normas de la EPMAPS.

El caudal de aguas servidas, que se espera tener dentro de 25 años, en el punto denominado descarga No. 1 se detallado en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 4.6 CAUDAL AGUAS SERVIDAS DESCARGA No. 1

BARRIO	Superficie	HAB	CONSUMO	M	COEFIC	Q total	Q total
	ha	2035	l/hab/d		F. Retorno	litros/s	m ³ /s
El Rocio de Guamani	35,52	4796	210	3,14	0,8	9,33	0,0093
Guamani Alto	30,18	2044	210	3,34	0,8	3,97	0,0040
Jose Peralta	36,58	3754	210	3,20	0,8	7,30	0,0073
La Perla	21,36	3039	210	3,25	0,8	5,91	0,0059
Matilde Alvarez	75,41	7385	210	3,04	0,8	14,36	0,0144
Sn. Fndo. Guamani	54,17	9738	210	2,98	0,8	18,94	0,0189
Sierra Hermosa	29,37	1311	210	3,45	0,8	2,55	0,0025
Protec Guamani	316,01	104	210	4,00	0,8	0,20	0,0002
TOTALES	598,60	32171				62,56	0,0626

FUENTE: Propia



De igual manera para determinar el caudal de aguas servidas en las descargas No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de los sistemas de alcantarillado correspondientes a los barrios de Caupicho I, Beaterio Andinatel y San José de Guamaní, se realizó el mismo procedimiento anterior, del cual se desprenden los siguientes caudales de aguas servidas.

CUADRO No. 4.7 CAUDAL A. SERVIDAS DESCARGAS 2,3,4,5,6,7 Y 8

DESCARGA	Superficie ha	HAB 2035	CONSU/HAB l/hab/d	COEFIC F. Retorno	Q _{TOTAL} litros/s	Q _{TOTAL} m ³ /s
2	10,13	1793	210	0,8	3,49	0,0035
3	1,91	338	210	0,8	0,66	0,0007
4	0,21	37	210	0,8	0,07	0,0001
5	0,26	46	210	0,8	0,09	0,0001
6	0,19	33	210	0,8	0,06	0,0001
7	0,21	38	210	0,8	0,07	0,0001
8	8,14	1441	210	0,8	2,80	0,0028
	21,05	3726			7,24	0,0072

FUENTE: Propia

4.5 CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño total que nos servirá para el dimensionamiento de la sección hidráulica del nuevo colector, el mismo que conducirá y evacuará las aguas lluvias y servidas que desembocan en los puntos de descargas Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se presentan en resumen en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 4.8 CAUDAL TOTAL PARA DISEÑO DE SECCION HIDRAULICA DE COLECTOR

DESCARGA	Q _{agua lluvia} m ³ /s	Q _{agua servida} m ³ /s	Q _{TOTAL DISEÑO} m ³ /s	Q _{TOTAL DISEÑO} litros/seg
1	10,639	0,0626	10,701	10.701,37
2	0,819	0,0035	0,822	822,15
3	0,324	0,0007	0,324	324,43
4	0,036	0,0010	0,037	36,74
5	0,044	0,0002	0,044	43,97
6	0,032	0,0002	0,032	32,20
7	0,036	0,0002	0,036	36,32
8	1,380	0,0028	1,383	1.382,66
	13,31	0,0711	13,380	13.379,85

FUENTE: Propia



La EPMAPS, se encuentra empeñada en expandir los servicios de infraestructura básica como son de alcantarillado y agua potable, en todo el territorio, incluyendo los barrios periféricos del área urbana, uno de estos proyectos lleva como nombre “COLECTOR Y SANEAMIENTO DE LA QUEBRADA CAUPICHO, SECTOR VENECIA 2, PARROQUIA TURUBAMBA”, el mismo que al estar enmarcados en la planificación del Plan Maestro de Alcantarillado y Agua Potable, sirvió de base para la elaboración del presente estudio.

El proyecto antes mencionado, es de tipo combinado, consiste en un colector de varias secciones que inicia en la Abs 0+000 en la Av. Pedro Vicente Maldonado a la altura de la bomba de gasolina y termina en la Abs 1+244.74 en la línea de ferrocarril a la altura de la Cooperativa Ecuador.

El diseño propuesto por la EPMAPS, contempla un colector de secciones entre $S=1.30 \times 1.30$ hasta de 1.80×1.80 , con un tramo comprendido de sección $S=1.40 \times 1.40$ en que tiene un rápida gradeada para disipar la energía.

El proyecto no pudo ser construido en su totalidad, faltándole una longitud igual a 106.14 metros de colector de sección $S=1.30 \times 1.30$, con su respectiva estructura de captación y un pozo de visita, como se indica en la fotografía No. 4.9, sin embargo, dentro del estudio de la vía Escalón 2, se realizó el estudio hidrológico mediante el cual se determinó que el caudal que descarga en el punto que se encuentra debajo de la avenida Maldonado $Q_{\text{DISEÑO}}=10.701,37$ lt/seg es superior al calculado por la empresa de agua potable $Q_{\text{EPMAPS}}=8.748,62$ lt/seg, motivo por el que en este estudio se propone como primer punto completar el sistema de alcantarillado con una longitud de 106.14 metros con una sección de colector igual a $1.50 \times 1.50\text{m}$, sección que se obtuvo considerando el nuevo caudal.

**FOTOGRAFIA No. 4.9 SITUACIÓN ACTUAL COLECTOR**

FUENTE: Propia

Con el caudal previamente obtenido y mediante el método racional, se determinó la sección hidráulica de colector ($S=1.50\text{m} \times 1.50\text{m}$) suficiente para conducir el caudal calculado, se tomó como base las Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado elaboradas por la EPMAPS en el año 2009. El sistema de alcantarillado propuesto, incluye un colector de alivio la misma que trabajará únicamente cuando se presente el caudal de crecida, desviando el caudal excedente hacia el nuevo tramo de colector ($S=1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$) el mismo que se empata al sistema existente 628.06 metros aguas abajo, desde el sitio de la descarga No.1 ubicada debajo de la avenida Maldonado.

Fue necesario incluir en el diseño una estructura que disipe la carga existente desde el pozo PZ2 ($CE=3024.34$ y $CS=3017.23$) con una diferencia de 7.22 metros, altura que se propone se disipe con un pozo de bandejas, el cual según las normas EPMAPS, se recomienda utilizar este tipo de estructuras para un caudal máximo de $15\text{m}^3/\text{s}$, siendo el caudal de diseño $Q_{\text{TOTAL DISEÑO}}=10.70\text{m}^3/\text{s}$, se recomienda la utilización de este tipo de estructura.

El colector de alivio inicia en el pozo de bandejas tiene una sección de $1.0 \times 1.0\text{m}$, sección suficiente para aliviar el caudal de excedencia. Se utilizará hormigón armado en el sistema de alcantarillado, el mismo que podrá superar sin dificultad los 25 años, según lo recomienda la EPMAPS, por lo que y debido a las características actuales



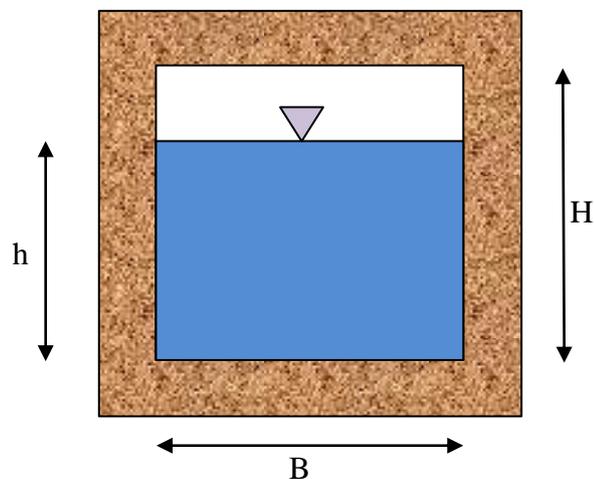
del sector y por el caudal de alivio, el mismo que no es permanente porque solo trabajará en eventos de crecida, se establece el período de diseño igual a 25 años.

4.6 CONDICIONES DE DISEÑO

Los conductos deben cumplir con las siguientes condiciones:

- i) La relación del caudal de diseño $Q_{\text{TOTAL DISEÑO}}$ con el caudal a sección llena Q_o , deberá ser como máximo de 0.90.
- ii) La profundidad hidráulica para el caudal de diseño dentro del colector deberá estar en el rango del 70% y 85% del diámetro o altura real del mismo.

GRAFICO No. 4.8. Condiciones hidráulicas



$$Q/Q_o \leq 0.90$$
$$h = (70\% - 85\%) H$$



4.6.1 VELOCIDADES EN LOS CONDUCTOS

Para comprobar la velocidad se utilizó la fórmula de Manning, cuya expresión es:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

V= velocidad (m/s)

n= coeficiente de rugosidad de Manning

R= radio hidráulico

J= pendiente del conducto

Algunos coeficientes de Manning utilizados comúnmente:

TABLA No. 4.1 Coeficientes de Manning

Tipo de material	n
Tuberías de hormigón simple:	n= 0.013
Tubería de polietileno lisa o PVC:	n= 0.011
Colectores de hormigón armado:	n= 0.015
Canal de tierra sin revestir:	n= 0.033

FUENTE: EPMAPS, Normas de diseño de sistemas de alcantarillado, primera edición 2009

4.6.2 VELOCIDAD MINIMA

La velocidad mínima aceptable está en función del caudal mínimo cuyo valor no debe ser inferior a 0.60 m/s.

4.6.3 VELOCIDAD MAXIMA

La velocidad máxima aceptable está en función del tipo de material que se use para la conducción del caudal y de la cantidad y tipo de partículas sólidas que son



arrastradas y/o viajan suspendidas en el escurrimiento, teniendo en cuenta que si estas partículas son de gran tamaño, se deberá construir elementos desripadores y desarenadores al inicio del sistema de alcantarillado, para que estas sean atrapadas.

TABLA No. 4.2 Velocidades máximas

Material	Vmax
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de hormigón armado de 60 cm. de diámetro a mayores	6
Hormigón armado en obra para grandes conducciones $f_c=210/240\text{kg/cm}^2$	6,0 - 6,5
Hormigón armado en obra para grandes conducciones $f_c=280/350\text{kg/cm}^2$	7,0 - 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9,0 o mayor

FUENTE: EPMAPS, Normas de diseño de sistemas de alcantarillado, primera edición 2009

Para los tramos en los cuales se utilizará tubería, estas deben estar en función de las velocidades que se presentan a continuación:

Tipo de tubería	Vmax
Tubería clase 2	$V \leq 3,5 \text{ m/s}$
Tubería clase 3	$3,5 \text{ m/s} > V < 6,5 \text{ m/s}$
Tubería plástica	$6,5 \text{ m/s} > V < 9,0 \text{ m/s}$

FUENTE: EPMAPS, COLECTOR Y SANEAMIENTO DE LA QUEBRADA CAUPICHO, SECTOR VENECIA 2, PARROQUIA TURUBAMBA

4.6.4 PENDIENTE MINIMA

En lo posible la pendiente que se considere en cada tramo de conducto debe ser semejante o parecida lo más posible a la pendiente del terreno, para conseguir de esta manera excavaciones mínimas, se puede tener como referencia una pendiente mínima del 0.5%, sin embargo, y en vista que la pendiente está directamente relacionada con la velocidad, se deberá analizar las dos por igual.



4.6.5 PENDIENTE MAXIMA

Es importante la estimación y verificación de las pendientes ya que en función de estas, la decisión sobre el tipo de material a ocupar en los tramos de conductos para el sistema de alcantarillado, de igual manera la pendiente máxima está estrechamente relacionada con la velocidad máxima. Solo en tramos cortos se podrá utilizar pendientes mayores a la máxima establecida, según lo considera las normas de diseño de la EPMAPS.

4.6.6 PROFUNDIDADES

La mínima profundidad sobre la clave del conducto debe ser de 1,20m. La profundidad mínima en los pozos de salida será de 1.50 m. La profundidad máxima en conductos será de 8.0m de profundidad.

Se debe tener en cuenta que la red de alcantarillado debe estar por debajo de las tuberías de distribución de agua potable, dejando una altura libre proyectada entre ellas de 0.30 m cuando sean paralelas y de 0.20 cuando se crucen, según normas.

Bajo las siguientes condiciones de diseño, se determinó las secciones de colector para completar el sistema de alcantarillado existente, el mismo que se presenta a continuación:

Datos obtenidos para el colector de sección S=1.50x1.50m, para el tramo comprendido desde la descarga hasta el pozo PZ2 (pozo de bandejas) y cálculo del caudal que ingresará al colector de sección S=1.0x1.0m (Propuesto).

COLECTOR S=1,50m X 1,50m L=106,14m											ANALISIS CON CAUDAL TOTAL		ANALISIS CON CAUDAL DE A. SERVIDAS					
POZO No	LONG m	COTAS(msnm.)				q DISEÑO (Qas+Qall) (l/s)	I %	SECCION		q/Qo	CALADO NORMAL Yn (m)	V Diseño (m/s)	CALADO NORMAL Yn (m)	V Minima (m/s)	CORTE ENTRA.	CORTE SALIDA	CORTE MEDIO	OBSERVA
		TERRE	PROYECTO		SALTO			B (m)	H (m)									
			Entrada	Salida														
DESC	56,56	3030,911	3026,500	3026,500	0,00	10701,37	20	1,50	1,50	0,800	1,25	5,71	0,05	1,34	4,41	4,41	3,89	POZO SALTO
PZ 1		3028,724	3025,360	3025,360	0,00										10756,20	21	1,50	
PZ 1	3028,724	3025,360	3025,360	0,00	7,22	21	1,50	1,50	0,790	1,25	5,76	0,05	1,29	3,36				
PZ 2	49,58	3023,950	3024,340	3017,120										7,22				

COMPROBACION COLECTOR S=1,30m X 1,30m EXISTENTE											ANALISIS CON CAUDAL TOTAL		ANALISIS CON CAUDAL DE A. SERVIDAS					
POZO No	LONG m	COTAS(msnm.)				q DISEÑO (Qas+Qall) (l/s)	I %	SECCION		q/Qo	CALADO NORMAL Yn (m)	V Diseño (m/s)	CALADO NORMAL Yn (m)	V Minima (m/s)	CORTE ENTRA.	CORTE SALIDA	CORTE MEDIO	OBSERVA
		TERRE	PROYECTO		SALTO			B (m)	H (m)									
			Entrada	Salida														
P Z 2	44,00	3023,950	3024,340	3017,120	7,22	7850,00	21	1,30	1,30	0,840	1,13	5,34	0,04	1,20	-0,39	6,83	7,14	
Q 4		3023,660	3016,200	3016,200	0,00													

COLECTOR S=1,00m X 1,00m L=643,62m

ANALISIS CON CAUDAL TOTAL ANALISIS CON CAUDAL DE A. SERVIDAS

POZO No	LONG m	COTAS(msnm.)				q DISEÑO Qas+Qall (l/s)	I ‰	SECCION		q/Qo	CALADO NORMAL Yn (m)	V Diseño (m/s)	CALADO NORMAL Yn (m)	V Minima (m/s)	CORTE ENTRA	CORTE SALIDA	CORTE MEDIO	OBSER
		TERRE	PROYECTO		SALTO			B (m)	H (m)									
			Entrada	Salida														
PZ 2	41,92	3023,950	3017,120	3017,120	0,00	2945,06	60	1,00	1,00	0,375	0,46	6,38	0,04	1,82	6,83	6,83	7,94	
PZ 10		3023,660	3014,600	3014,600	0,00										9,06	9,06		
PZ 10	44,42	3023,660	3014,600	3014,600	0,00	2964,67	62	1,00	1,00	0,372	0,46	6,47	0,02	1,47	9,06	9,06	7,80	
PZ 11		3018,380	3011,850	3011,850	0,00										6,53	6,53		
PZ 11	70,02	3018,380	3011,850	3011,850	0,00	3786,82	54	1,00	1,00	0,510	0,59	6,46	0,01	0,96	6,53	6,53	6,94	
PZ 12		3015,440	3008,090	3008,090	0,00										7,35	7,35		
PZ 12	143,09	3015,440	3008,090	3008,090	0,00	4111,25	50	1,00	1,00	0,574	0,64	6,41	0,01	0,51	7,35	7,35	6,11	
PZ 13		3005,820	3000,950	3000,950	0,00										4,87	4,87		
PZ 13	64,19	3005,820	3000,950	3000,950	0,00	4112,25	44	1,00	1,00	0,612	0,67	6,10	0,01	0,57	4,87	4,87	6,16	
PZ 14		3005,580	2998,130	2998,130	0,00										7,45	7,45		
PZ 14	123,50	3005,580	2998,130	2998,130	0,00	4113,25	51	1,00	1,00	0,566	0,63	6,49	0,01	0,61	7,45	7,45	5,46	
PZ 15		2995,250	2991,780	2991,780	0,00										3,47	3,47		
PZ 15	125,48	2995,250	2991,780	2991,780	0,00	4114,25	52	1,00	1,00	0,565	0,63	6,50	0,01	0,61	3,47	3,47	4,26	
PZ 16		2990,350	2985,300	2985,300	0,00										5,05	5,05		
PZ 17	15,56	2990,240	2985,800	2985,800	0,00	1531,89	32	0,70	0,70	0,690	0,52	4,21	0,02	0,88	4,44	4,44	4,74	
PZ 16		2990,350	2985,300	2985,300	0,00										5,05	5,05	EXISTENTE	
PZ 16	15,44	2990,350	2985,300	2985,300	0,00	5647,14	56	1,00	1,00	0,742	0,79	7,18	0,01	0,62	5,05	5,05	5,31	
EMPATE		2990,000	2984,430	2984,430	0,00										5,57	5,57		

RED SECUNDARIA D=250mm L=215,28m													ANALISIS CON CAUDAL TOTAL		ANALISIS CON CAUDAL DE A. SERVIDAS					
POZO No	LONG mtrs	COTAS(msnm.)				AGUAS SERV.	q DISEÑO Qas+Qall (l/s)	I %	D (m)	Vo (m/s)	Qo (m3/s)	q/Qo	CALADO NORMAL Yn (m)	V Diseño (m/s)	CALADO NORMAL Yn (m)	V Minima (m/s)	CORTE			OBSER
		TERRE	PROYECTO		SALTO												ENTRA.	SALIDA	MEDIO	
DESC 4	50,85	3004,440	2998,300	2998,300		0,00	1,04	35,70	20	0,25	1,82	0,11	0,314	0,10	1,42	0,02	0,70	6,14	6,14	5,40
DESC 5		3001,920	2997,260	2997,260	0,00	4,66												4,66		
DESC 5	51,72	3001,920	2997,260	2997,260	0,00	0,17	80,71	20	0,25	1,81	0,11	0,713	0,19	1,70	0,01	0,37	4,66	4,66	3,41	
DESC 6		2998,380	2996,210	2996,210	0,00												2,17	2,17		
DESC 6	50,03	2998,380	2996,210	2996,210	0,00	0,20	112,91	107	0,25	4,16	0,26	0,435	0,13	3,49	0,00	0,64	2,17	2,17	2,37	
DESC 7		2993,440	2990,870	2990,870	0,00												2,57	2,57		
DESC 7	62,68	2993,440	2990,870	2990,870	0,00	0,22	149,23	81	0,25	3,62	0,23	0,660	0,18	3,33	0,01	0,61	2,57	2,57	3,50	
PZ 17		2990,240	2985,800	2985,800	0,00												4,44	4,44		

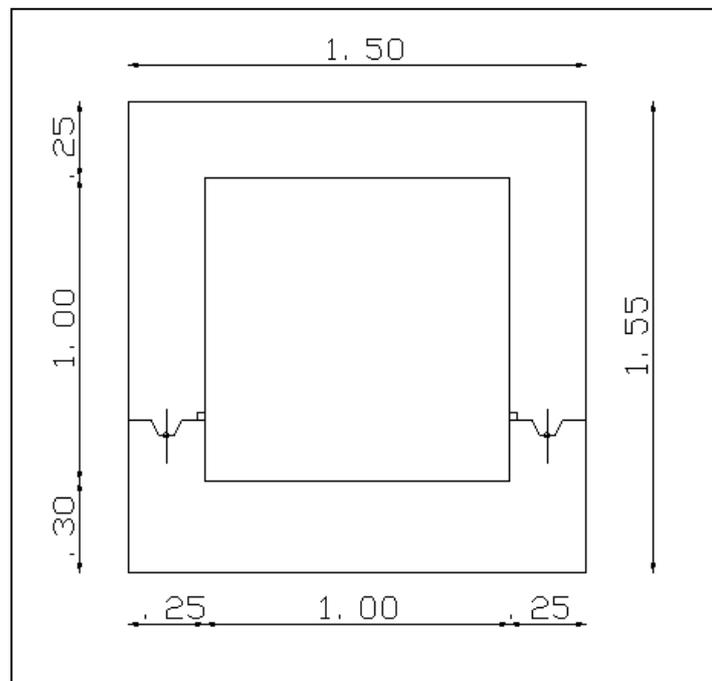


4.7 SECCIÓN TIPO

Las secciones tipo de los colectores propuestos en este capítulo son: colector de sección $S=1.50\text{m} \times 1.50\text{m}$ el mismo que inicia en la descarga No. 1 y termina en la estructura de disipación (pozo de bandejas), con una longitud de $L=106.14\text{m}$, este tramo de colector soporta un relleno de hasta 4.00m de altura por lo que su diseño estructural se lo adopta del proyecto “COLECTOR Y SANEAMIENTO DE LA QUEBRADA CAUPICHO, SECTOR VENECIA 2, PARROQUIA TURUBAMBA”, que la empresa de agua potable contrató en el año 2008, para su construcción, ver anexo No. 4.

El colector de sección $S=1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ el mismo que inicia en la estructura de disipación (pozo de bandejas) y termina en el empate con el colector existente, con una longitud de $L=627.45\text{m}$, no costa dentro del proyecto construido por la EPMAPS motivo por el cual se realizó el cálculo estructural del mismo, ver anexo No. 4.

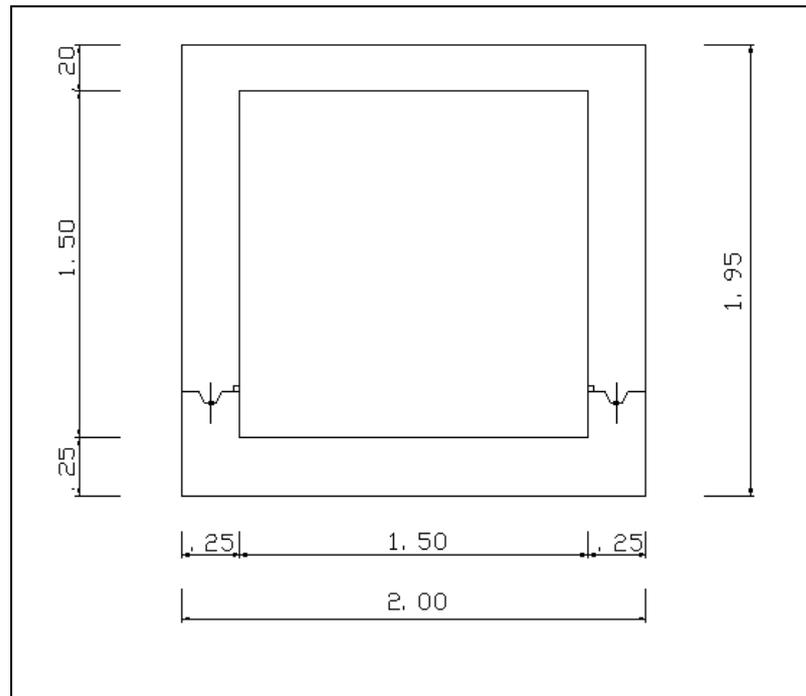
GRAFICO No. 4.9. SECCIÓN DE COLECTOR 1.0M x 1.0M



FUENTE: Propia



GRAFICO No. 4.10. SECCIÓN DE COLECTOR 1.5M X 1.5M



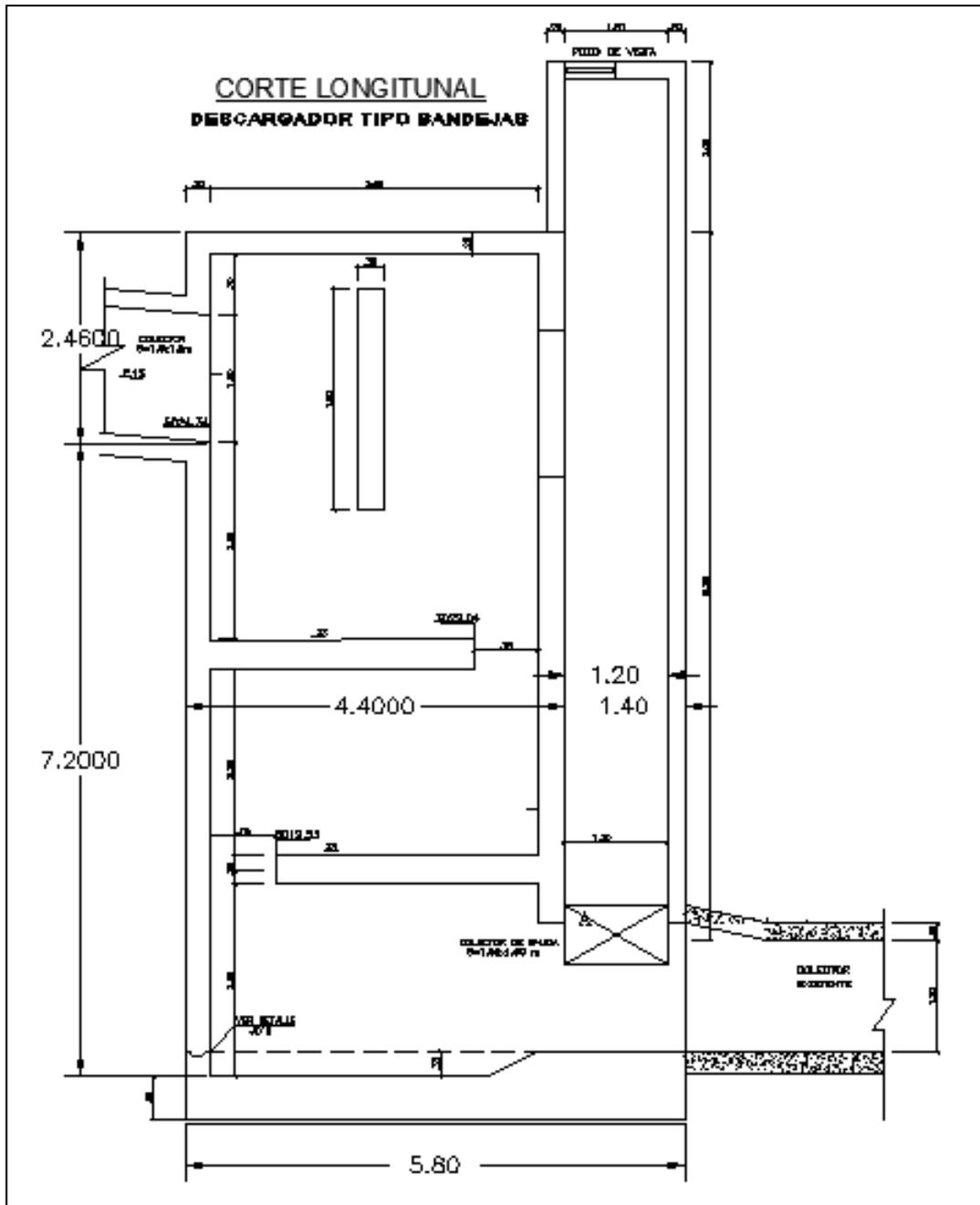
FUENTE: EPMAPS, COLECTOR Y SANEAMIENTO DE LA QUEBRADA CAUPICHO, SECTOR VENECIA 2, PARROQUIA TURUBAMBA

4.8 ESTRUCTURAS ESPECIALES

Estas estructuras corresponden a obras civiles de desarrollo relativamente pequeño, sin embargo de gran importancia en la concepción y funcionalidad del proyecto. Son estructuras de descarga de aguas lluvias, estructuras de alivio de caudales, saltos de incorporación de ramales secundarios a pozos de colectores principales, pozos especiales y todas las obras de arte necesarias para una correcta incorporación de las aguas residenciales y lluvias a la red de alcantarillado. En el proyecto se ha incorporado un pozo de bandejas para discipar la carga producida por la diferencia de altura, cuyo diseño estructural se tomo de la EPMAPS, ver anexo No. 4.



GRAFICO No. 4.11. POZO DE BANDEJAS ADOPTADO



FUENTE: EPMAPS, Normas de diseño de sistemas de alcantarillado, primera edición

Es necesario indicar que el sistema de alcantarillado propuesto en este estudio, deberá ser analizado y aprobado, si fuese el caso, por la entidad competente, previo a la construcción y relleno de la quebrada Caupicho para la implantación del proyecto vial.



4.9 POZOS DE REVISIÓN

Los pozos de revisión se colocarán al inicio de tramos como pozos de cabecera, en todo cambio de pendiente, dirección y sección. Si en el proyecto se ve la necesidad de la apertura de calles para solucionar el drenaje de estas vías o por necesidad de desarrollo urbano se considerará pozos a la salida de las nuevas calles.

La máxima distancia entre pozos en el sistema de drenaje será de 80 m, los mismos que están justificados por las condiciones topográficas, ya que al colocar pozos intermedios significaría elevar el costo del proyecto.

Los pozos de revisión se sujetan a las normas de la EPMAPS establecidos para diferentes alturas, condiciones de cimentación y casos específicos de quebradas.

Se consideran diseños especiales en hormigón armado: los pozos implantados sobre colectores, los pozos mayores de 4.50 m de profundidad y pozos con estructuras de disipación de energía, ver anexo No. 4.

Los pozos de revisión son necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento en una forma óptima, además permiten ventilar el interior del sistema previo a un ingreso del personal de mantenimiento, éstos serán instalados en sitios donde cambie el sentido de la dirección y/o pendiente y en sitios donde sea necesario el empate con redes existentes.

4.10 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5m, a la red matriz o a canales auxiliares mediante tuberías de diámetro igual a 250 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%. Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes del sector y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto, cabe indicar que casi todas las acometidas de alcantarillado fueron



conectadas a la red que se construyó anteriormente, faltando por conectar las descargas ubicadas en el tramo de colector que no se construyó. Así mismo se conectarán provisionalmente al sistema de alcantarillado las aguas provenientes de las lavanderías comunales hasta que la Administración Zonal Quitumbe autorice su reubicación.

4.11 DRENAJE MENOR

El sistema de drenaje vial es uno de los puntos elementales dentro del diseño de una vía o carretera, ya que depende de este que la vía se mantenga y conserve en buen estado.

La presencia de agua sobre la vía es uno de los factores que se debe tomar en cuenta ya que perjudica el estado de la misma, volviendo costoso el mantenimiento de la misma, además la excesiva presencia de agua en la vía, produce inseguridad para los vehículos y sus ocupantes, sin embargo, al no existir taludes junto a la vía, este estudio considera únicamente colocar sumideros. Para el análisis del presente capítulo, es necesario dividir la vía en estudio, en tramos, los mismos que se detallan a continuación.

Tramo 1

Este tramo de vía está comprendido entre la ABS 0+000 hasta la ABS 1+800 y que pasa por los barrios: Músculos y Rieles y Bellavista del Sur. Este tramo de vía tiene su sistema de drenaje ya construido, por lo que, será necesario verificar el estado del mismo previo a la construcción de la vía, se encuentran ubicados pozos de revisión con sus respectivos sumideros a lo largo de este tramo de vía como se indica en la fotografía siguiente, por lo que quedaría realizar ciertas modificaciones en función del nuevo trazado vial, las mismas que serían: re-ubicación de los sumideros y pozos, levantamiento de pozos y sumideros o reducción de los mismos, en casos especiales se sugiere la construcción de nuevos sumideros y pozos.



Es necesario indicar que, el sistema de drenaje existente tiene colocado clapetas para evitar la salida de gases, este se encuentra conectado a la red principal de alcantarillado, cuyos pozos de revisión se encuentran en perfecto estado, ya que solo están colectadas las descargas domiciliarias de aguas servidas, esta red principal de alcantarillado se ubica por debajo del parterre de la vía existente.

FOTOGRAFIA NO. 4.10 SUMIDEROS EXISTENTES SECTOR MÚSCULOS Y RIELES



FUENTE: Propia



Tramo 2

Este tramo de vía está comprendido entre la ABS 1+800 hasta la ABS 2+460 y que pasa por el barrio: Caupicho III.

Este tramo de vía también tiene su sistema de drenaje ya construido, además este tramo de vía está pavimentado por lo que el sistema de drenaje del mismo está en funcionamiento, sin embargo se sugiere realizar un mantenimiento frecuente de limpieza de los sumideros existentes ya que existen calles transversales que todavía no cuentan con su capa de rodadura, motivo por el que, con las lluvias existentes en el sector se acarrea material granular que se acumulan y tapan los sumideros existentes.

Tramo 3

Este tramo de vía está comprendido entre la ABS 2+460 hasta la ABS 5+500 y que pasa por los barrios: Venecia I, Santo Thomas I, Matilde Álvarez, Guamaní Alto, Sierra Hermosa y Santa Anita del Sur.

Este último tramo de vía no se encuentra consolidado por lo que a continuación se presenta el procedimiento de cálculo para implementar el drenaje en la vía.

4.11.1 CÁLCULO DEL CAUDAL

Para determinar el caudal que escurre por la calzada contigua al bordillo, utilizaremos la siguiente ecuación propuesta por IZZARD, ver anexo No. 4.

$$Q = 0.00175 * h^{\frac{8}{3}} * \frac{Z}{n} * S_o^{\frac{1}{2}}$$



Donde:

Q_c = Caudal que escurre por la calzada (m^3/s)

n = Coeficiente de rugosidad (Manning)

Z = Inversa de la pendiente transversal

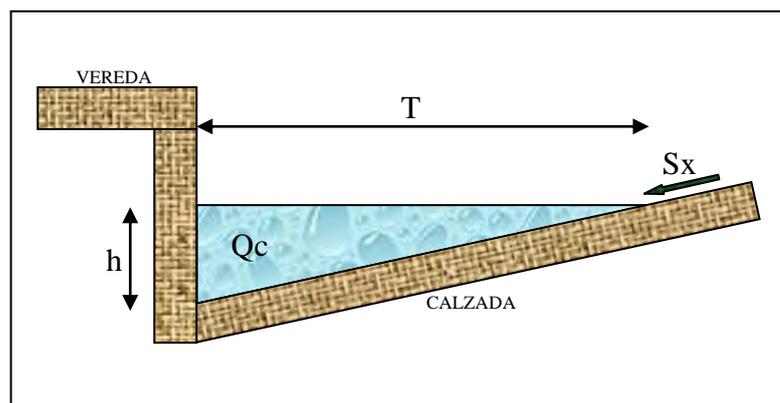
h = Tirante o calado de agua (m)

S_o = Pendiente Longitudinal a la vía (m/m)

S_x = Pendiente Transversal a la vía (m/m)

Se recomienda utilizar el nomograma de Izzard para valores de $Z > 8$. Para valores de $Z < 8$ utilizar la fórmula de Manning

Sección transversal típica de carretera o vía para determinar el caudal de escurrimiento.





4.11.2 CÁLCULO DEL CAUDAL INTERCEPTADO

Para determinar el caudal que puede ingresar a un sumidero de rejillas normalizado, utilizaremos la ecuación que se desprende del nomograma de IZZARD, ver anexo No. 4.

$$Q_{ingreso} = \frac{0.614 * S_o^{\frac{1}{2}}}{n} * Y_p^{\frac{3}{2}}$$

4.11.3 VALORES DE RUGOSIDAD

En la siguiente tabla se puede apreciar los valores más comunes de rugosidad para elementos viales.

TABLA No. 4.3 Coeficiente de rugosidad de Manning

Material de Revestimiento	Coficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0,011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0,013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0,014
Manpostería de piedra juntas con mortero de cemento	0,020
Manpostería de piedra partida acomodada (sin juntas)	0,032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0,015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación	0,025

FUENTE: EPMAPS, Normas de diseño de sistemas de alcantarillado, primera edición 2009

4.11.4 ESPACIAMIENTO DE SUMIDEROS

A continuación se presenta como norma de referencia el espaciamiento adecuado entre sumidero y sumidero considerando el valor de la pendiente longitudinal de la vía.

TABLA No. 4.4 Espaciamiento entre sumideros

Pendiente (So)	Espaciamiento (m)
0,4	50
0,4 - 0,6	60
0,6 - 1,0	70
1,0 - 3,0	80

FUENTE: VEN TE CHOW, Hidrología Aplicada, traducido 1era edición, 1994.



Es necesario indicar que en fuertes pendientes, se deberá considerar espaciamientos más largos que las recomendadas anteriormente, debido a la velocidad del flujo, en estos casos se considerara colocar sumideros deprimidos.

4.11.5 TIPOS DE SUMIDERO

a) Sumideros de ventana

Este tipo de sumideros tienen una abertura en forma de ventana ubicada en el bordillo de la acera el mismo que permite el ingreso del agua lluvia que fluye por la calzada. La abertura de la ventana puede estar o no deprimida con respecto a la calzada, lo cual permite mayor caudal de ingreso.

La ventaja de este tipo de sumideros es que debido a su ubicación no interfiere con el tránsito, pero su desventaja es que por tener una abertura son propensos a que se llenen con sedimentos y basura rápidamente, esta medida podría evitarse colocando rejillas en posición vertical, pero se corre el riesgo de que se obstruyan con basuras y no lleguen a captar el caudal deseado (Ver gráfico No. 4.12).

b) Sumideros de rejillas

Este tipo de sumideros consisten en una cámara de hormigón armado por donde ingresan las aguas lluvias, los mismos que cuentan con una rejilla en sentido horizontal, las aberturas de la rejilla preferentemente se colocarán en sentido transversal al flujo del agua lluvia, de esta manera se favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm.

Su mayor ventaja es la capacidad de captación sobre todo en pendientes longitudinales altas, pero su desventaja es que están expuestos al paso de vehículos pesados que podrían dañarlos, (Ver gráfico No. 4.12).

c) Sumideros mixtos



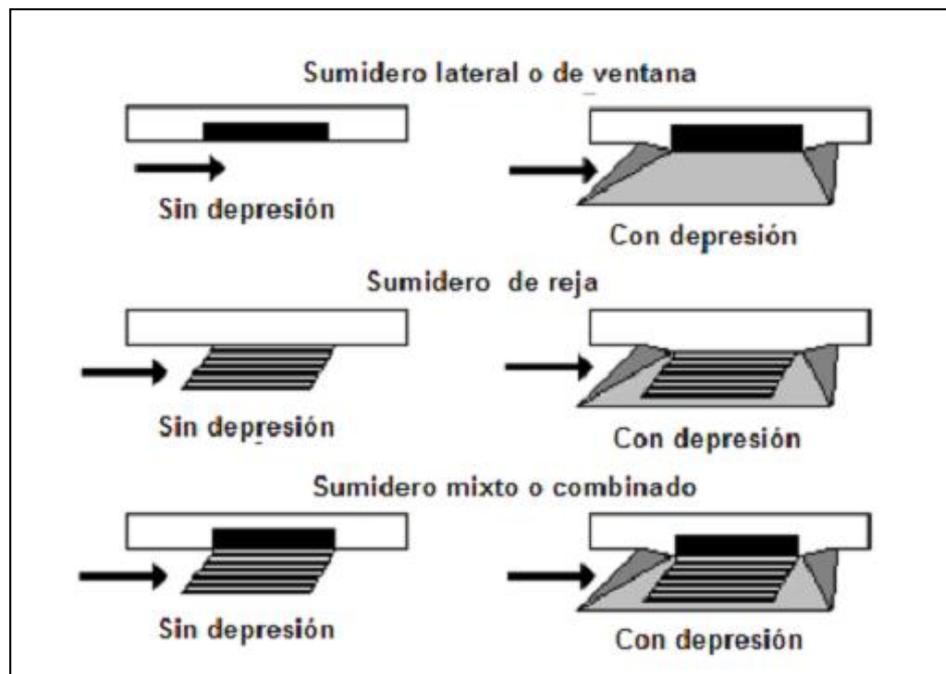
Este tipo de sumideros tienen una combinación de los dos tipos descritos anteriormente y su ventaja radica en que funciona de mejor manera ya que las aguas son captadas simultáneamente.

Se usan frecuentemente en sitios donde es necesario colocar un sumidero de ventana, pero donde la capacidad de ingreso es menor al 75%. (Ver gráfico No. 4.12).

Para determinar la capacidad de ingreso de aguas lluvias totales, se debe considerar la capacidad por separado y su ubicación.

En el siguiente gráfico se pueden observar los tipos de sumideros descritos anteriormente.

GRAFICO NO. 4.12. TIPOS DE SUMIDEROS

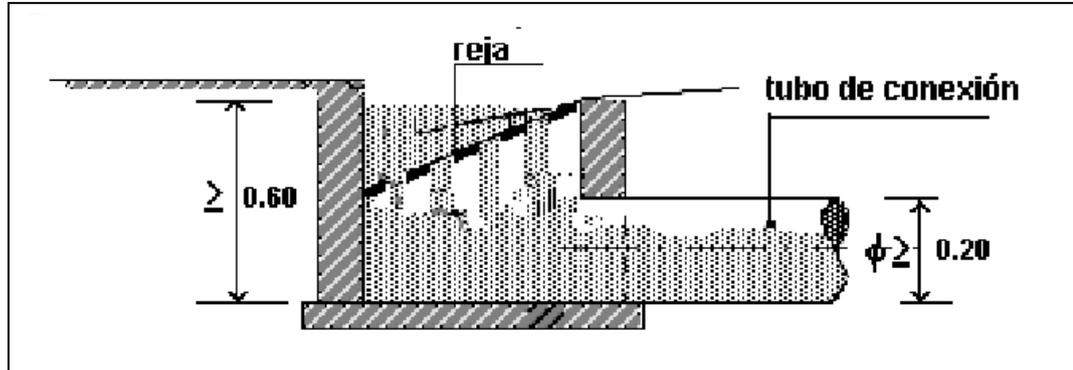


FUENTE: Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros, Instituto Boliviano, abril 2007



4.11.6 SELECCIÓN DE SUMIDERO

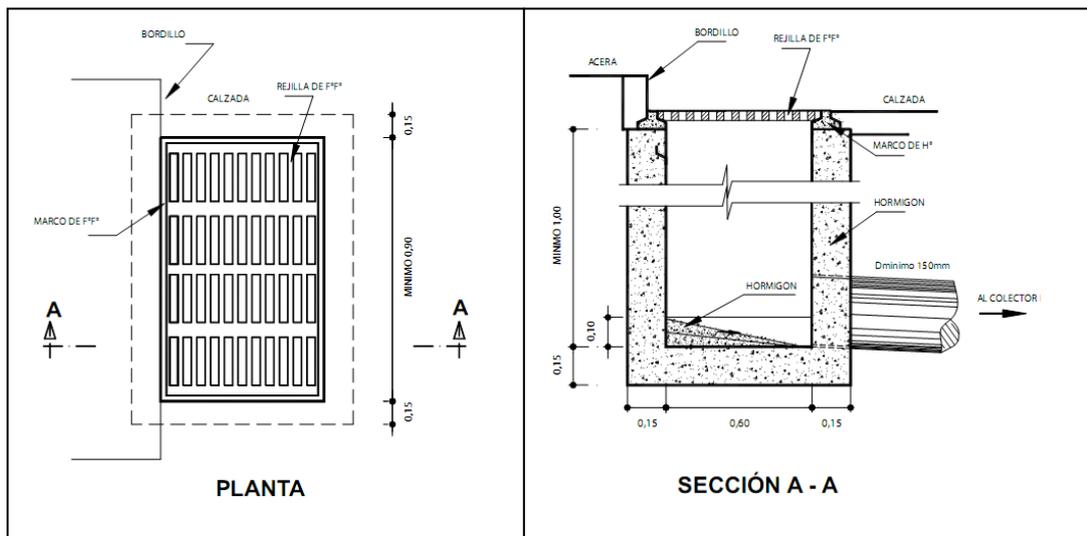
GRAFICO No. 4.13. SUMIDERO DE REJA



FUENTE: Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros, Instituto Boliviano, abril 2007

Se utilizar sumideros de reja por tratarse de una avenida urbana, ya que este tipo de drenaje facilita la circulación tanto vehicular como peatonal, se recomienda que todo sumidero tenga su sistema de cierre (clapeta), ya sea en el sumidero mismo o en el pozo donde descargarán las aguas lluvias recogidas por estos.

GRAFICO No. 4.13.1. SUMIDERO DE REJA



FUENTE: Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros, Instituto Boliviano, abril 2007



4.12 SUMIDEROS NORMALIZADOS

Se define como sumidero normalizado aquel que tiene rejillas y es de tipo calzada, sus dimensiones son 1.50 m de largo y 0.90 m de ancho, teniendo como dimensiones útiles, esto es, las dimensiones internas de las rejillas, las mismas que son 1.32 m de largo y 0.72 m de ancho.

El área neta de este sumidero normalizado es de $A=0.68 \text{ m}^2$, esta área es la que queda después de descontar las barras intermedias de la rejillas, es decir el área útil para drenaje del caudal, esta área representa un 72 % de la superficie de la cámara.

Es necesario indicar que en el cálculo realizado anteriormente para la ubicación de los sumideros es válido para las dos calzadas de la vía, además sirve como referencia, por lo que la ubicación y colocación se la realizará en los planos de diseño, la misma que dependerá del sentido de la pendiente transversal en la vía terminada

4.13 SISTEMA DE DRENAJE

Es necesario indicar que el cálculo de los sumideros se baso en las recomendaciones y nomogramas propuestos por IZZARD, tanto para el cálculo de la capacidad de calles y avenidas como para la capacidad de los sumideros de rejillas normalizados en calzada, los mismos que se adjuntan en el anexo No. 4.

En el cuadro siguiente se indica el número de sumideros necesarios para evacuar las aguas lluvias que escurrirán sobre la calzada, la distancia entre pozos de revisión, las velocidades del caudal dentro de la tubería en cada tramo y donde se empatarán estos.

El sistema de drenaje consta de pozos de revisión tipo B1 de resistencia $f'c=180\text{kg/cm}^2$, una longitud total de 3.030 metros de tubería con diámetros de 250mm, 300mm, 350mm, 400mm y 450mm de hormigón simple tipo 3.



CUADRO No. 4.9 Sistema de drenaje

ABS	L m	n	Sx %	Y cm	Z	So %	Qc lt/s	Yp cm	Qing lt/s	No Sum	Qtot lt/s	D mm	Q tub (lt/s)	V m/s	P	OBS	
2+460															PZ 01	empate a pozo existente Av. Doubles	
2+510	50	0,016	2,0	4	50	2,82	74,05	3,10	19,19	4	287,55	450	388,81	3,88	PZ 02		
2+560	50	0,016	2,0	4	50	2,82	74,05	3,10	19,19	4	213,50	400	284,01	3,59	PZ 03		
2+630	70	0,016	2,0	4	50	2,50	69,72	3,10	18,07	4	139,45	350	187,30	3,09	PZ 04		
2+736	106	0,016	2,0	4	50	2,50	69,72	3,10	18,07	4	69,72	300	124,17	2,79	R 147		
3+653															R 158	empate a colector existente	
3+700	47	0,016	2,0	4	50	1,14	47,08	3,10	12,20	4	94,17	350	126,48	2,09	PZ 05		
3+760	60	0,016	2,0	4	50	1,14	47,08	3,10	12,20	4	47,08	300	83,85	1,88	PZ 06		
3+840	80	0,016	2,0	4	50	1,14	23,54	3,10	12,20	2	132,23	500	327,40	2,65	PZ 07		
3+930	90	0,016	2,0	4	50	2,70	36,23	3,10	18,78	2	108,69	450	380,44	3,80	PZ 08		
4+000	70	0,016	2,0	4	50	2,70	36,23	3,10	18,78	2	72,46	400	277,90	3,51	PZ 09		
4+060	60	0,016	2,0	4	50	2,70	36,23	3,10	18,78	2	36,23	350	194,64	3,21	PZ 10		
4+360															PZ 15		empate colector existente
4+440	80	0,016	2,0	3	50	6,97	27,03	2,10	16,82	2	81,09	350	312,73	5,16	PZ 16		
4+510	70	0,016	2,0	3	50	6,97	27,03	2,10	16,82	2	54,06	350	312,73	5,16	PZ 17		
4+580	70	0,016	2,0	3	50	6,97	27,03	2,10	16,82	2	27,03	350	312,73	5,16	PZ 18		
5+105															PZ 28		
5+185	80	0,016	2,0	3	50	9,00	30,71	2,10	19,12	2	129,04	300	235,59	5,29	PZ 29		
5+265	80	0,016	2,0	3	50	9,00	30,71	2,10	19,12	2	98,32	300	235,59	5,29	PZ 30		
5+345	80	0,016	2,0	3	50	9,00	30,71	2,10	19,12	2	67,61	300	235,59	5,29	PZ 35		
5+425	80	0,016	2,0	4	50	0,70	18,45	3,10	9,56	2	36,89	300	65,70	1,48	PZ 36		
5+492	68	0,016	2,0	4	50	0,70	18,45	3,10	9,56	2	18,45	250	40,40	1,31	PZ 33		

FUENTE: Propia

Es importante indicar que, en algunos tramos no será necesario instalar tubería principal, ya que los sumideros se los conectará directamente a los pozos existentes que se encuentran próximos, por lo que en el cuadro anterior se expresa únicamente los tramos con tubería nueva.



Contenido

CAPITULO 4 42

HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA 42

4.1 ALCANCE	42
GRAFICO No. 4.1 UBICACIÓN DE LA SUB-CUENCA DE LA QUEBRADA CAUPICHO	43
4.1.1 INFORMACION UTILIZADA	44
4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO	45
4.3 CAUDAL PLUVIAL	45
4.3.1 ECUACION RACIONAL	46
4.3.2 AREA DE LA CUENCA	47
GRAFICO No. 4.2 DELIMITACIÓN SUB-CUENCA QUEBRADA CAUPICHO	47
4.3.3 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	48
GRAFICO No. 4.3 ÁREA DE LA SUB-CUENCA DE LA Q. CAUPICHO	48
GRAFICO No. 4.4 TIPOS Y USOS DE SUELO	49
GRAFICO No. 4.5 USOS DE SUELO ACTUAL	50
CUADRO No. 4.1 COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO RECOMENDADOS	51
ADRO NO.4.2 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA	52
4.3.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	52
4.3.5 INTENSIDAD MAXIMA	53
CUADRO No. 4.3 ECUACIÓN INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA	54
CUADRO No. 4.8 PERIODO DE RETORNO	55
4.3.6 DESCARGAS EXISTENTES	56
GRAFICO No. 4.6 UBICACIÓN DESCARGAS	57
FOTOGRAFIA No. 4.1 DESCARGA No. 1	57
FOTOGRAFIA No. 4.2 DESCARGA No. 2	58
FOTOGRAFIA No. 4.3 DESCARGA No. 3	58
FOTOGRAFIA No. 4.6 DESCARGA No. 6	58
FOTOGRAFIA No. 4.7 DESCARGA No. 7	58
FOTOGRAFIA No. 4.4 DESCARGA No. 4	59
FOTOGRAFIA No. 4.5 DESCARGA No. 5	59
FOTOGRAFIA No. 4.8 DESCARGA No. 8	59
CUADRO No.4.4 CAUDAL DSE AGUA LLUVIA DESCARGAS No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 Y 8	60
4.4 CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS	60
4.4.1 NÚMERO DE HABITANTES	61
CUADRO No.4.5 PROYECCION DE LA POBLA. PARROQUIAL DE GUAMANI	61
4.4.2 CONSUMO DE AGUA	62
4.4.3 FACTOR DE RETORNO	62
CUADRO No.4.6 CAUDAL AGUAS SERVIDAS DESCARGA No.1	62
CUADRO No.4.7 CAUDAL A. SERVIDAS DESCARGAS 2,3,4,5,6,7 Y 8	63
4.5 CAUDAL DE DISEÑO	63
CUADRO No. 4.8 CAUDAL TOTAL PARA DISEÑO DE SECCION HIDRAULICA DE COLECTOR	63
FOTOGRAFIA No. 4.9 SITUACIÓN ACTUAL COLECTOR EXISTENTE	65
4.6 CONDICIONES DE DISEÑO	66
4.6.1 VELOCIDADES EN LOS CONDUCTOS	67
TABLA No.4.1 COEFICIENTE DE MANING	67
4.6.2 VELOCIDAD MINIMA	67



4.6.3	VELOCIDAD MAXIMA	67
TABLA No.4.2	VELOCIDADES MAXIMAS	68
4.6.4	PENDIENTE MINIMA	68
4.6.5	PENDIENTE MAXIMA	69
4.6.6	PROFUNDIDADES	69
4.7	SECCIÓN TIPO	73
GRAFICO No. 4.9.	SECCIÓN DE COLECTOR 1.0M X 1.0M	73
4.8	ESTRUCTURAS ESPECIALES	74
GRAFICO No. 4.10.	SECCIÓN DE COLECTOR 1.5M X 1.5M ADOPTADA	74
GRAFICO No. 4.11.	POZO DE BANDEJAS ADOPTADO	75
4.9	POZOS DE REVISIÓN	76
4.10	CONEXIONES DOMICILIARIAS	76
4.11	DRENAJE MENOR	77
FOTOGRAFIA No. 4.10	SUMIDEROS EXISTENTES SECTOR MÚSCULOS Y RIELES	78
4.11.1	CÁLCULO DEL CAUDAL	79
4.11.2	CÁLCULO DEL CAUDAL INTERCEPTADO	81
4.11.3	VALORES DE RUGOSIDAD	81
TABLA No.4.3	COEFCIENTES DE RUGOSIDAD DE MANING	81
4.11.4	ESPACIAMIENTO DE SUMIDEROS	81
SMIDEROS		81
4.11.5	TIPOS DE SUMIDERO	82
GRAFICO No. 4.12.	TIPOS DE SUMIDEROS	83
4.11.6	SELECCIÓN DE SUMIDERO	84
GRAFICO No. 4.13.	SUMIDERO DE REJA	84
GRAFICO No. 4.13.1.	SUMIDERO DE REJA	84
4.12	SUMIDEROS NORMALIZADOS	85
4.13	SISTEMA DE DRENAJE	85
CUADRO No.4.9	SISTEMA DE DRENAJE	86



CAPITULO 5

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

El medioambiente es fuente de recursos y energía que necesita el ser humano para su sobre vivencia. Solo una parte de esos recursos es renovable y se requiere un tratamiento cuidadoso para evitar que las acciones humanas condicionadas por las propias necesidades de supervivencia y desarrollo afecten la potencialidad natural de los recursos y ecosistemas.

Toda actividad, obra o proyecto ejecutado por el hombre ocasiona en el entorno natural o humano una alteración o perturbación, la cual debe ser previamente evaluada, para luego proceder a la implementación de acciones y medidas de gestión ambiental, direccionadas a prevenir, controlar o mitigar dichas perturbaciones calificadas en los estudios socioambientales como impactos negativos.

Un impacto ambiental es cualquier cambio en el medio ambiente físico - químico, biológico, cultural o socio económico, que puede ser atribuible a las acciones humanas relativas con el fin de satisfacer las necesidades de un proyecto.

La Evaluación del Impacto Ambiental y la implementación de un Plan de Manejo Ambiental son instrumentos de gestión que permiten establecer un equilibrio entre el desarrollo de las obras relacionadas con la ampliación y mejoramiento de la vía del Escalón 2 y el entorno natural y humano de su área de influencia, al igual que ayudan al mejoramiento del propio proyecto al incrementar significativamente los beneficios operativos y socio-ambientales.



5.2 OBJETIVOS

5.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el Estudio de Impacto Ambiental para el diseño de la vía, Escalón 2, enlace corredor Sur Oriental Av. Simón Bolívar y corredor Av. Nueva vía Occidental, en el sur del Distrito Metropolitano de Quito, y desarrollar un Plan de Manejo Ambiental.

5.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la “Línea Base” en términos de:
 - Bióticos (flora y fauna)
 - Abióticos (aire, agua y suelo)
 - Socio-económicos

- Describir el diagnóstico ambiental de la zona antes y después de la ejecución del Proyecto.
- Describir los impactos ambientales en la etapa de construcción
- Realizar el estudio de mitigación, compensación y/o indemnización para los impactos negativos en la etapa de construcción.
- Evaluar los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.
- Determinar medidas de mitigación y/o indemnización de los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento.

5.3 METODOLOGÍA

Para ejecutar la evaluación cuantitativa de impactos ambientales se ha utilizado el método matricial de interacción acción factor ambiental de Leopold, en este se han calificado los impactos producto de una acción dada en términos de magnitud e importancia.



Se ha preparado una matriz para la etapa de construcción que refleja los impactos en la parte biótica, abiótica y socio-económica, la matriz recoge los criterios de peso relativo de cada uno de los componentes del medio ambiente.

Los impactos ambientales así determinados se han ordenado de más negativos a menos negativos y de más positivos a menos positivos. De esa manera se han establecido los factores ambientales más y menos alterados y escoger aquellos que por su importancia requieren de medidas de mitigación, compensación y/o indemnización.

5.4 MARCO JURÍDICO

El Estudio de Impacto Ambiental se desarrollará en concordancia con los siguientes aspectos jurídicos relacionados con el manejo ambiental de este tipo de actividades.

5.4.1 LEGISLACIÓN NACIONAL

Constitución Política de la República del Ecuador (RO. 1 de 11/08/1998, en su Artículo 3, numeral 3, Artículo 23, numeral 6 y 20, y Artículos 42, 86, 90, 91 y 97 Artículo 16 y 19), indica:

Art. 3. Son deberes primordiales del Estado:

3. Defender el patrimonio natural y cultural del país y proteger el medio ambiente.

Art. 23. Sin perjuicio de los derechos establecidos en esta Constitución y en los instrumentos internacionales vigentes, el Estado reconocerá y garantizará a las personas:

6. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.



20. El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo recreación, vivienda vestido y otros servicios sociales necesarios.

Art. 42. El Estado garantizará el derecho a la salud, su promoción y protección por medio del desarrollo de la seguridad alimentaria, la provisión de agua potable y saneamiento básico, el fomento de ambientes saludables en lo familiar, laboral y comunitario y la posibilidad de acceso permanente e interrumpido a servicios de salud, solidaridad calidad y eficiencia.

Art. 86. El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

Art. 91. Dispone que el Estado, sus delegatarios y concesionarios, serán responsables por los daños ambientales, en los términos señalados en el Artículo 20 de esta Constitución. Están obligados a indemnizar a los particulares por los perjuicios que les irroguen como consecuencia de la prestación deficiente de los servicios públicos o de los actos de sus funcionarios o empleados en el desempeño de sus cargos.

Art. 16 y 19. Que es deber y responsabilidad de los ciudadanos preservar el medio ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo sustentable.

5.4.2 LEYES

Ley de Gestión Ambiental (RO. No. 245 de 30/07/1999), establece los principios básicos y directrices de la política ambiental según los principios en la Declaración de Río de Janeiro de 1992.



Art. 2. La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a la cultura y prácticas tradicionales.

Art. 5. Establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial interacción y cooperación entre los ámbitos del sistema y subsistema de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

Art. 19. Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme al Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo rector será el precautorio.

Art. 20. Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia ambiental respectiva otorgada por el Ministerio del Ramo.

Texto Unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI De la Calidad Ambiental.

LIBRO I

- Sistema Único de Manejo Ambiental.

LIBRO IV

- Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

LIBRO VI

- De la calidad ambiental – Título I – Del sistema único de manejo ambiental.

La calidad de las aguas del Río Pacayacu está dentro del rango clase 3 en la clasificación de la WQI es decir de calidad Regular, tienen una acidez media, mineralización muy débil, con relación a la DBO se clasifica en una situación anormal.



Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Decreto Supremo No. 374 (RO. 97 de 1976/05/31), cuyos capítulos I, II, III y IV, con sus respectivos artículos del 1 al 10, fueron derogados por Ley No. 37, Disposición General Segunda publicada en Registro Oficial 245 de 30 de julio de 1999.

- Capítulo V, De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire.
- Capítulo VI, De la Prevención y Control de las Aguas.
- Capítulo VII, De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos.

Ley de Régimen Municipal se encuentra normas dispersas sobre la autonomía municipal y su capacidad legislativa nacida de la propia Constitución.

Precisamente en virtud de esta autonomía y potestad legislativa, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ha dictado sus normas las que deben ser obligatoriamente observadas y cumplidas por sus asociados.

Ley de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito, expresa que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, que debido al acelerado proceso de desarrollo urbano que experimentan Quito y su área de influencia, se requiere de normas que hagan posible que su gobierno local pueda solucionar, eficaz y oportunamente, sus problemas, resaltándose en los Artículos 2, numerales 1, 2, 3 y 4; y Artículo 6, numeral 2, lo siguiente:

Art. 2. FINALIDAD Además de las contempladas en la Ley de Régimen Municipal, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito cumplirá las finalidades siguientes:

1. Regulará el uso y la adecuada ocupación del suelo y ejercerá sobre el mismo con competencia exclusiva y privativa, De igual manera regulará y regulará con competencia exclusiva y privativa las construcciones o edificaciones, su estado, utilidad y condiciones.



2. Planificará, regulará y coordinará lo relacionado con el transporte público y privado dentro de su jurisdicción, para lo cual expedirá con competencia exclusiva las normas que sean necesarias.
3. Prevendrá y controlará cualquier tipo de contaminación del ambiente.
4. Propiciará la integración y participación de la comunidad.

Art. 8. Le corresponde especialmente al Concejo Metropolitano:

2. Aprobar el plan de desarrollo metropolitano y establecer, mediante Ordenanza y con competencia exclusiva y privativa dentro del Distrito, normas generales para la regulación del uso del suelo y aprovechamiento del suelo, así como para la prevención y control de la contaminación ambiental.

Adicionalmente deberá sujetarse a las disposiciones de las siguientes leyes nacionales:

- Reforma del Código Civil, que prescribe penalizaciones por faltas ambientales.
- Ley de cooperativas, en lo referente a trámites de expropiaciones.
- Ley de caminos y desarrollo agrario, que rige para el área natural.
- Legislación de seguridad del trabajo:
 - Reglamento de seguridad de los trabajadores
 - Reglamento de seguridad de la construcción en obras públicas

5.4.3 LEGISLACIÓN DISTRITAL

Código Municipal (RO. 226 de 31/12/1997), Título V, DEL MEDIO AMBIENTE, regula:

Capítulo I: Del Barrido y Recolección de Desechos Domésticos, Comerciales Industriales, Biológicos no tóxicos.

Capítulo II: Del Control de ruido.



Capítulo III: Prevención y control de la contaminación producida por las descargas líquidas industriales y las emisiones hacia la atmósfera.

- Su reforma publicada en el Registro Oficial No. 226 de 5 de julio de 1999 que expide “La Ordenanza Sustitutiva del Capítulo III, para la prevención y control de la contaminación producida por descargas líquidas no domésticas y las emisiones al aire de fuentes fijas, del Título V, del Libro II, del Código Municipal”.
- Anexo publicado en el Registro Oficial No. 74 de 10 de mayo del 2000 que contiene: Los valores máximos permisibles de los indicadores de contaminación y parámetros de interés sanitario para las descargas líquidas y valores máximos permisibles para emisiones a la atmósfera como parte sustantiva de la mencionada en el párrafo anterior.

5.4.4 CONTROL VEHICULAR

Sus reformas: Ordenanza 34, Reformatoria del Capítulo IV del Título V, del Libro II del Código Municipal relacionado con la creación del certificado de control de emisiones vehiculares y adhesivo ambiental (vehículos a diesel).

Su reforma: Ordenanza Metropolitana No. 038, Sustitutiva del Capítulo IV, para el Control obligatorio de emisiones vehiculares en el Distrito Metropolitano de Quito, (vehículos a diesel y gasolina). Las mismas que tienen como sustento técnico las Normas INEN.

Ordenanza Sustitutiva de la Reglamentación Metropolitana de Quito, constante en el Título, del Libro Segundo del Código Municipal. Registro Oficial No. 310 de 5 de mayo de 1998.



A continuación se nombran entre otras algunas disposiciones de carácter ambiental que deberán tomar en cuenta especialmente en la **etapa de operación** de los usos globales planteados:

Otras ordenanzas municipales del Distrito Metropolitano de Quito que rige para el proyecto son:

- Ordenanza No. 3445, sobre Normas de arquitectura y Urbanismo

La presente normativa propende al mejoramiento de las condiciones del hábitat definiendo las normas mínimas recomendables de diseño y construcción que garanticen niveles normales de funcionalidad, seguridad, estabilidad e higiene en los espacios urbanos y edificaciones y, además que permitan prevenir y controlar la contaminación y el deterioro del medio ambiente. La conservación, consolidación y mejora de los inmuebles declarados de interés cultural se realizará según lo dispuesto en la Ley de Patrimonio Cultural y su Reglamento, en las Normas del Código Municipal y en aquellas disposiciones pertinentes de la presente Normativa y aquellas especiales que para el efecto dicten los organismos pertinentes.

Para el caso particular se encuentra la normativa específica para diseño según las necesidades y facilidades que brinda el área en ámbitos como sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de alcantarillado, elementos de comunicación, elementos de organización, señalización, ambientación, servicios, pavimentos en espacios de circulación peatonal, arborización y vegetación, tránsito, normas generales de arquitectura, sistemas hidráulicos contra incendios, servicios sanitarios, facilidades para discapacitados, ciclo vías.

- Ordenanza No. 085, Nuevo régimen del suelo en el Distrito Metropolitano de Quito. El Suelo es soporte físico territorial para la implantación de diferentes usos y actividades y, cuya habilitación para tal fin se dará en concordancia con lo que dispone esta ordenanza cuyas disposiciones tienen como finalidad procurar la ocupación y uso del suelo de acuerdo a la normativa vigente, ejerciendo control sobre



el mismo con competencia exclusiva y privativa, y sobre las construcciones o edificaciones, el estado, destino y condiciones de ellas.

- Ordenanza No. 008, sobre Zonificación que contiene el Plan de Uso y Ocupación del Suelo. El PUOS es el instrumento de planificación territorial que fija los parámetros y normas específicas para el uso, ocupación y fraccionamiento del suelo en el territorio del Distrito Metropolitano de Quito procurando el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del DMQ, ordenando el crecimiento físico del DMQ que respete las condiciones del entorno, racionalizando la inversión pública en infraestructura y servicios, optimizando la gestión urbana.
- Ordenanza No. 22, sobre el control de aceites usados. Comprende a personas naturales o jurídicas, públicas privadas o de economía mixta que importen, fabriquen comercialicen aceites lubricantes minerales o sintéticos y grasas industriales, generen, almacenen, transporten, usen o intervengan en cualquiera de las etapas de manejo de aceites usados con base mineral o sintética y/o grasas lubricantes usadas, provenientes del mantenimiento de todo tipo de maquinaria sea ésta liviana o pesada y vehículos automotores, así como los desechos adicionales que se generen en el Distrito Metropolitano de Quito.

- Así como el cumplimiento del capítulo No. 9 del Código Municipal.

5.5 DATOS DE LÍNEA BASE

5.5.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las características climatológicas están descritas en el Capítulo No. 3 “Estudio Geológico” en la página 21.



5.5.2 CLIMATOLOGÍA Y PLUVIOSIDAD

Las características de pluviosidad están descritas en el Capítulo No. 3 “Estudio Geológico” en la página 21.

Los tipos de climas, que se encuentran son:

Las características de los tipos de climas están descritos en el Capítulo No. 3 “Estudio Geológico” en la página 21.

5.6 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia del proyecto se la ha definido considerando la zona o área geográfica susceptible de sufrir modificaciones como consecuencia de las acciones tecnológicas del desarrollo del proyecto y a su vez que tienen relación con la operación del mismo. Se ha dividido en dos tipos el área de influencia, así se tiene:

- El área de influencia directa, dada por las actividades físicas de la construcción.
- El área de influencia indirecta por el desarrollo del proyecto y su operación.

5.6.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA POR LA CONSTRUCCIÓN

Área de influencia directa comprende específicamente donde se realizarán las obras físicas del proyecto, en el siguiente cuadro se presenta las áreas directas por afectaciones de los colectores.

En la tabla No. 5.1 se encuentra las áreas de los Barrios por donde cruza el proyecto vial Escalón 2.

**TABLA No. 5 1 ÁREAS DE LOS BARRIOS**

Barrio / Sector	Área directa
Músculos y Rieles	85.5 Ha
La Cocha	14.67 Ha
Bellavista del Sur	74.9 Ha
Santa Gloria	10.15 Ha
Caupicho I	36.00 Ha
Caupicho III	94.4 Ha
Quebrada S/N en el sector de la Venecia	15.45 Ha
Cornejo.	17.20 Ha
Marianita de Jesús	28.9 Ha

5.6.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y SU OPERACIÓN

El área de influencia indirecta está definida por la cuenca aportante de las Quebradas existentes en el sector, hasta su desembocadura en el río Machángara, en el caso de la quebrada Caupicho en el sector de la Venecia. Y para los barrios por las calles de acceso a los barrios donde se implantara el proyecto.

5.7 MEDIO FÍSICO

5.7.1 CONDICIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS

- **Marco Geológico Regional**

Las características del Marco Geológico Regional están descritas en el Capítulo No. 3 de “Estudio Geológico” en la pagina 23.

- **Geomorfología.**

Las características de Geomorfología están descritas en el Capítulo No. 3 de Geología en la pagina 24.



- **Estratigrafía.**

Las características de Estratigrafía están descritas en el Capítulo No. 3 de Geología en la pagina 29.

- **Tectónica y estructura geológica.**

Las características de la estructura geológica están descritas en el Capítulo No. 3 de Geología en la pagina 27.

- **Riesgos naturales.**

Los riesgos naturales relacionados con la geología en el área de estudio, en orden de importancia son:

1. Riesgo Sísmico
2. Riesgo Volcánico

- **Suelos.**

Las características de los suelos están descritas en el Capítulo No. 3 “Estudio Geológico” en la pagina 27.

- **Cobertura Vegetal y Uso del Suelo.**

En el presente estudio, a escala mayor se ha podido estimar el porcentaje de la cobertura vegetal en los diferentes sectores del área de estudio, con predominancia de vegetación herbácea (kikuyo) y arbustiva (relictos de eucalipto).

- **Climatología y Pluviosidad.**

Las características de pluviosidad están descritas en el Capítulo No. 3 “Estudio Geológico” 21.



- **Los tipos de climas, que se encuentran son:**

Las características de los tipos de climas están descritos en el Capítulo No. 3 de Geología en la página 21.

- **Hidrología.**

Durante la operación del Proyecto es útil el conocimiento de la cantidad de agua en el cuerpo receptor, son las condiciones hídricas mínimas de funcionamiento. También es necesario conocer la persistencia del caudal, el caudal medio y los caudales máximos para el diseño y para el estudio de riesgo de inundación.

Además de la cantidad y frecuencia del flujo se debe conocer la calidad del agua, los sedimentos en suspensión y en arrastre y la capacidad de socavación lateral del curso de agua.

La intensidad de la lluvia se calcula tomando en consideración las normas de diseño para sistemas de alcantarillado utilizadas por la EPMAPS, mediante la ecuación que se plantea en función de la zona, periodo de retorno y tiempo de concentración.

- **Calidad del Agua.**

La disponibilidad de un recurso no puede evaluarse únicamente en términos de su abundancia o escasez relativas, sino también de su calidad, la que puede constituirse en limitante para usos específicos. La disponibilidad del recurso está íntimamente ligada a las características de la cuenca hidrográfica y de las alteraciones que en ella puedan ocurrir.

5.7.2 CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

Las Quebradas que se encuentran dentro del área de estudio conducen caudal sanitario permanente proveniente de descargas aguas arriba de la misma, estas aguas



viajan con y sin precipitación. Sin embargo también existen algunas viviendas ubicadas junto a los bordes de la quebrada en los tramos abiertos que descargan sus aguas directamente hacia las quebradas.

El río Machángara recibe todas las aguas servidas de la ciudad sin tratamiento por lo que se confirma el carácter residual de las aguas o por lo menos de aguas contaminadas. La presencia de coliformes totales en rangos altos como número más probable en 100 mililitros, así como el número de coliformes por encima de 2.000 es indicativa de alta contaminación.

Las normas (Decreto 2144, 1989) para diferentes usos establecen que los coliformes totales no excedan valores entre 1000 y 3000 y que los coliformes fecales sean menores a valores entre 200 y 1000. Así mismo el Oxígeno Disuelto, otro indicativo de contaminación en un caso está por debajo del límite permisible de 6 mg/l. La turbiedad, los sólidos totales, la DBO y DQO, sin ser alarmantes muestran también valores altos indicativos de contaminación.

5.8 CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

- **Flora.**

Las obras a implantarse en el presente estudio se encuentran en barrios periféricos al sur de la ciudad de Quito que es una zona completamente intervenida, por lo que no se caracterizo este componente.

- **Fauna.**

El lugar de estudio es una zona urbana y completamente intervenida por lo que no se caracterizo este componente. En la tabla No. 5.2 se encuentra los nombres Científicos de los animales existentes en zona de estudio.

**TABLA No. 5.2 NOMBRES CIENTÍFICOS DE ANIMALES**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO
GANADO VACUNO	BOS TAURUS
GANADO PORCINO	SPHIGGRUS MECICANUS
GANADO OVINO	OVIS ARIES
AVES	
PATOS	ANATINAE
GANSOS	GANSOUS
PAVOS	PENELOPE PURPURASCENS
GALLINAS	GALLUS GALLUS
PALOMAS	COLUMBA LIVIA
BATRACIOS	
SAPOS	ELEUTHERODACTYLUS WHYMPEN
MANIFEROS	
CONEJOS	SYLILAGUS BRASILENSIS

5.9 CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ANTRÓPICO

El objetivo es conocer las características socio-económicas generales más sobresalientes de la población asentada en el área de influencia del proyecto; en la línea de los colectores, puesto que ciertos aspectos sociales apreciados como positivos o negativos en la vida cotidiana de la sociedad, puedan verse notablemente modificados con la realización del proyecto.

En el estudio de impacto ambiental además de la percepción social de todos los impactos de importancia, en el aspecto socioeconómico se debe incluir tanto los aspectos relevantes de orden puramente social (demografía, estructura poblacional); el impacto sobre los servicios públicos como equipamiento educativo, sanitarios, recreativos, transporte público, seguridad ciudadana, infraestructura de agua potable y alcantarillado, recolección de basura, energía eléctrica, red telefónica; y en el orden económico el impacto directo sobre el empleo, niveles salariales, impuestos, valoración de la tierra, entre otros.



5.9.1 DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN

Se indica en el anexo 4.

5.9.2 ZONIFICACIÓN

Según la planificación del MDMQ, plano N. B1-B/B2-B, actualizado al 8 de abril del 2005, las zonas en estudio tienen un código R2, razón por la cual los barrios objeto de este estudio se encuentran tramitando la zonificación.

El área de lotes en los barrios están entre los 200m² y 300m² y sus coordinadores esperan que el IMQ les designe el código D203 o D303. Al no contar con parámetros fijos de diseño asumimos los mencionados, que corresponden a 200 h/Ha.

5.9.3 POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA

En el siguiente cuadro se presenta los datos censales por zonas de la población de las parroquias urbanas de Guamaní y la Ecuatoriana para los años 1990 y 2001 proporcionados por del INEC, los datos por barrios no están disponibles.

En la tabla No. 5.3 se encuentra la proyección de la población por parroquias urbanas.



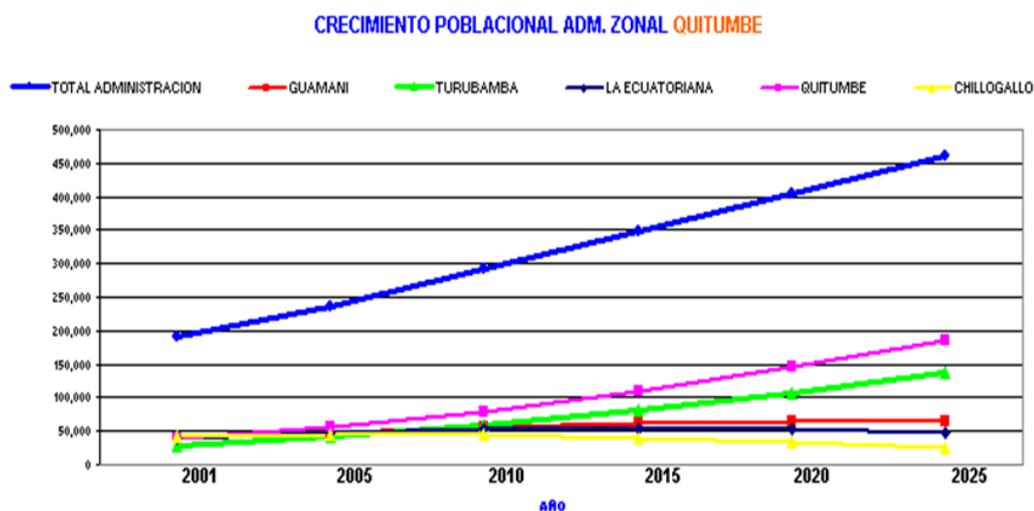
TABLA No. 5.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN PARROQUIAS URBANAS

PARROQUIAS		Población Censo		Tasa de crecimiento demográfico%	Incremento %	Proyección año y Tasa de Crecimiento(tc)									
		1990	2001			2005	tc	2010	tc	2015	tc	2020	tc	2025	tc
TOTAL ADMINISTRACIÓN		66.874	190.385	10,0	185	235.298	5,4	291.439	4,4	347.581	3,6	403.722	3,0	459.864	2,6
GUAMANI	U	13.525	39.157	10,1	190	47.724	5,1	56.821	3,6	63.139	2,1	65.628	0,8	63.544	-0,6
TURUBAMBA	U	7.277	29.290	13,50	303	40.816	8,6	58.675	7,5	80.732	6,6	107.142	5,8	137.556	5,1
LA ECUATORIANA	U	15.441	40.091	9,1	160	46.787	3,9	52.476	2,3	54.583	0,8	52.717	-0,7	47.017	-2,3
QUITUMBE	U	9.722	39.262	13,53	304	54.787	8,7	78.915	7,6	108.829	6,6	144.815	5,9	186.510	5,2
CHILLOGALLO	U	20.909	42.585	6,7	104	45.183	1,5	44.553	-0,3	40.297	-2,0	33.422	-3,7	25.237	-5,5

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC

En el cuadro No. 5.2 se encuentra el crecimiento poblacional de las parroquias que conforman la Administración Zonal Quitumbe.

CUADRO No. 5.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL



En la tabla No. 5.4 se encuentra el número de viviendas particulares y colectivas por condición de ocupación por parroquia.



TABLA No. 5.4 VIVIENDAS PARTICULARES Y COLECTIVAS POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES SEGUN PARROQUIA

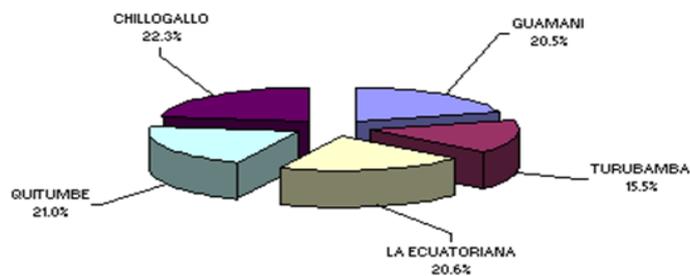
PARROQUIAS	TOTAL VIVIENDAS	CONDICION DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES								PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA PARTICULAR
		OCUPADAS				DESOCUPADAS	CONST.	COLECTIVAS		
		TOTAL	CON PERSONAS PRESENTES		CON PERSONAS AUSENTES			VIVIENDAS	OCUPANTES	
			VIVIENDAS	OCUPANTES						
QUITUMBE	54.594	48.169	46.383	190.284	1.786	3.163	3.241	21	101	4,1
GUAMANI	11.323	9.898	9.497	39.144	401	720	702	3	13	4,1
TURUBAMBA	8.783	7.483	7.118	29.282	365	725	572	3	8	4,1
LA ECUATORIANA	11.108	9.939	9.650	40.074	289	496	671	2	17	4,2
QUITUMBE	11.789	10.101	9.687	39.230	414	787	894	7	32	4,0
CHILLOGALLO	11.591	10.748	10.431	42.554	317	435	402	6	31	4,1

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2001, INEC

En el cuadro No. 5.3 se encuentra la distribución de viviendas particulares ocupadas en la Administración Zonal Quitumbe según parroquias.

CUADRO No. 5.3 DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS

Distribución Proporcional de Viviendas Particulares Ocupadas en la Administración Zonal QUITUMBE, según parroquias



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC



5.9.4 DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS, CULTURAL, EDUCACIÓN Y DE SANEAMIENTO DEL SECTOR.

El sector es parte importante de los barrios Músculos y Rieles, La Cocha, Bellavista del Sur, Santa Gloria, Caupicho I,II,III y IV Etapa, La Venecia 2, Matilde Álvarez, Guamaní Alto, Praderas del Sur, Añoranza, Santa Elena, San Vicente de Cornejo, Marianita de Jesús, Fudurma; que se encuentran en crecimiento sostenido. Se debe considerar que son zonas urbanas que cuentan con las ventajas que tiene una ciudad. A sus alrededores cuentan con instituciones educativas como jardines y escuelas. Para la educación intermedia acuden a los colegios del sector.

Los sitios cercanos al proyecto cuentan con varias líneas de transporte propias y servicios de otras líneas por la Av. Libertador Simón Bolívar y Av. Mariscal Sucre. La estructura vial es deficiente y las calles objeto de este estudio se encuentran en tierra, tal vez en espera de que exista la infraestructura básica del alcantarillado para su construcción, en vista que los alrededores cuentan con pavimentos y adoquinado.

La actividad económica del sector es variada al existir gente que ocupan las diferentes plazas que demanda una urbe como la ciudad de Quito.

El sector del Escalón 2, cuenta con todos los servicios de agua potable en un 67,7%, alcantarillado con un 77,1%, energía eléctrica en un 95,9%, telefonía en un 50%, evacuación de desechos sólidos en un 85%.

5.10 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para identificar los impactos ambientales generales se procedió a establecer las acciones y factores ambientales a alterarse.

Las acciones y factores ambientales se listaron y se procedió al “screening” o tamizado, que permitió establecer la importancia de los factores ambientales en las fases de construcción, operación y mantenimiento.



El impacto de muchas acciones estará limitado al sitio donde serán efectuados, por el contrario, existen elementos ambientales de alta movilidad como el caso del aire que dispersan los efectos o impactos más allá del sitio en que se realizó la acción.

5.10.1 CARACTERIZACIÓN Y NORMATIVAS PARA EXPROPIACIÓN

EXPROPIACIONES DE TERRENOS Y CONSTRUCCIONES

Los últimos estudios del Escalón 2 fueron realizados en el año de 1992 por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el cual ha sido modificado varias veces hasta la actualidad. Mediante el convenio Interinstitucional que existe entre la Administración Zonal Quitumbe y la Universidad Politécnica Salesiana se realiza el diseño vial definitivo del Escalón 2.

El diseño del Escalón 2, está enfocado en realizar el menor impacto en afectaciones a los predios aledaños a la vía., cabe mencionar que mediante la Ordenanza Municipal **255 DEL REGIMEN DE SUELO Y ORDENANZA 232 VALOR DEL SUELO** el cual está referida a retiros de borde de quebradas y valor de usos de suelos.

Los retiros de borde de quebradas no han sido respetados por los habitantes del sector que colindan con la quebrada los mismos que han invadidos la faja de protección

El Departamento de Avalúos y Catastros del Distrito Metropolitano de Quito es el encargado de evaluar los costos por cada m² de expropiación de terreno y construcción los cuales varían de acuerdo al sector de ubicación de los barrios.



Valores por cada m² de terreno y construcción que se han considerado para realizar los informes de expropiación.

BARRIOS	COSTOS DE TERRENO USD por m²	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN USD por m²
Venecia I, Turubamba, Caupicho I, Sto. Tomas I.	24.00	215.00
Guamaní, Praderas del Sur, Añoranza, Santa Elena, San Vicente de Cornejo, Marianita de Jesús, Fudurma,	24,63	215.00

Ordenanzas consideradas para las expropiaciones de terreno y de construcción.

ORDENANZA 255 REGIMEN DE SUELO

ART. 57.- AREAS DE PROTECCIÓN DE QUEBRADAS

En quebradas se observarán las siguientes áreas de protección y condiciones:

- a) En quebradas con pendientes menores a 10 grados, el área de protección será de 6m, en longitud horizontal, medidos desde el borde superior de quebrada;
- b) En quebradas con pendientes mayores a 10 y menores a 60 grados, el área de protección será de 10 m, en longitud horizontal, medidos desde el borde superior de quebrada;
- c) En quebradas con pendientes mayores a 60 grados, el área de protección será de 15 m, en longitud, medidos desde el borde superior de quebrada.
- d) El borde superior de quebrada o talud será definido por la Dirección Metropolitana de Catastro. En la definición deberá contener el dato de la pendiente de la quebrada en grados y porcentaje para cada lote y constituirá el límite de la zonificación de protección de quebrada.
- e) El área de protección se constituye en el retiro de construcción. En el caso de urbanizaciones, subdivisiones y conjuntos habitacionales podrá constituirse en vías, estacionamientos de visitas, áreas verdes recreativas adicionales, áreas de vegetación protectora.



- f) Estas franjas se constituirán obligadamente en vía en caso de urbanización, excepto cuando las condiciones físicas no lo permitan, en cuyo caso se considerarán como retiro de construcción.
- g) Las empresas de servicios públicos tendrán libre acceso a estas áreas de protección, para realizar instalaciones y su mantenimiento.
- h) En caso de que las quebradas rellenadas se hallen habilitadas como vías. Los lotes mantendrán los retiros de zonificación correspondiente a partir de los linderos definitivos de los mismos, una vez legalizadas las adjudificaciones,
- i) Para habilitar suelo en terrenos conformados parcial o totalmente por rellenos de quebradas, se requerirá informe de la Dirección Metropolitana de Catastro sobre el estado de la propiedad del área rellenada e informe favorable de las empresas de servicios públicos correspondientes.
- j) No se podrá edificar sobre rellenos de quebradas ni sobre líneas de alcantarillado ni cerrar quebradas con edificaciones.
- k) En terrenos conformados parcialmente o totalmente por rellenos de quebradas, se podrá edificar únicamente en las áreas no rellenadas, previa presentación del informe de estabilidad de suelo firmado por profesional responsable e informe favorable de las empresas de servicios públicos correspondientes.

SECCIÓN II

INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN PARA HABILITAR EL SUELO Y LA EDIFICACIÓN

ART. 78.- INFORMES PARA HABILITAR EL SUELO Y LA EDIFICACIÓN

Los Instrumentos de Información básicos para la habilitación del suelo y edificación son; Informe de Regulación Metropolitana, Informe de Compatibilidad de Uso de Suelo e Informe Técnico.

ART. 79.- INFORME DE REGULACIÓN METROPOLITANA (IRM)

Es un instrumento en el que consta los siguientes datos;

- Nombre del propietario, ubicación, superficie y áreas construidas de un predio;



- Especificaciones obligatorias para fraccionar el suelo, esto es: área de lote y frente mínimo, afectación por vías, ríos, quebradas y otras especiales;
- Especificaciones obligatorias para la construcción de un edificio, es decir; altura máxima, el área libre mínima, los retiros obligatorios, los usos;
- Factibilidad de servicios de infraestructura; y
- Demás regulaciones que se debe observarse cuando el predio se encuentre atravesado por oleoductos o poliductos, líneas de alta tensión, o esté ubicado en la zona de protección y conos de aproximación de los aeropuertos.

El informe de Regulación Metropolitana será emitido por la Administración Zonal correspondiente y tendrá validez durante el tiempo de vigencia de PUOS o instrumentos complementarios.

ART. 80.- INFORME DE COMPATIBILIDAD DE USOS (ICUS)

Es el instrumento de información básica sobre los usos permitidos o prohibidos para la implantación de usos y actividades en los predios del DMQ. El informe de compatibilidad de usos del suelo no autoriza el funcionamiento de actividad alguna.

El Informe de Compatibilidad de Uso de Suelo reflejará los usos de usos de suelo y las relaciones de compatibilidad determinados en el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) u otros instrumentos de planificación; será otorgado por la Administración Zonal respectiva y tendrá validez durante el tiempo de vigencia de las normas contenidas en el PUOS.

En el caso de usos permitidos para actividades de nivel ciudad o metropolitano, los informes de compatibilidad de uso del suelo emitidos por la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial y de Servicios Públicos, quien emitirá las condiciones urbanísticas que se deberán cumplir para la implantación.

**ORDENANZA 232 VALOR DEL SUELO****ART. III. (15).- AVALÚO DE PREDIOS ESPECIALES**

En casos especiales, se aplicarán los siguientes factores de variación del avalúo de la propiedad inmueble:

E) LOTES AFECTADOS POR FRANJAS DE PROTECCIÓN

Para los predios urbanos que se encuentran afectados por franjas de protección de quebradas, ríos, acueductos, oleoductos, poliductos, red de alta tensión, al valor que le corresponde por m² de terreno se aplicará un factor de corrección de acuerdo al porcentaje por rangos de área afectada, como se detalla en el siguiente cuadro:

% DE AFECTACIÓN DEL TERRENO	FACTOR DE CORRECCIÓN
1.00 - 4	1.00
4.01 - 16	0.90
16.01 - 26	0.80
26.01 - 36	0.70
36.01 - 46	0.60
46.01 - 56	0.50
56.01 - 71	0.40
71.01 - 81	0.30
81.01 - 91	0.20
91.01 - 96	0.10
96.01 - 100	0.0

Descripción de los predios para expropiación de terrenos y construcción del Escalón 2, por abscisas.

- El diseño de la vía del Escalón 2, se encuentra consolidado desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+720 con bordillos, alumbrado público, alcantarillado y agua potable y desde la abscisa 1+760 hasta la abscisa 2+440 se encuentra asfaltada.
- El diseño de la vía del Escalón 2, cruza 1km de vía por la quebrada Caupicho desde la abscisa 2+720 hasta la abscisa 4+040. En el diseño realizado se ha tomado



la alternativa de cambio de dirección hacia terrenos privados para tener mejor estabilidad de la vía, ya que en ciertos tramos de la quebrada existen 10 m promedios de profundidad los cuales significan un costo significativo en el presupuesto.

- Desde la abscisa 4+380 hasta la abscisa 4+580 existen expropiaciones de terrenos por implantación del Escalón 2, las áreas de expropiación en estos terrenos se encuentran calculadas en base a los informes de regulación metropolitana de los predios afectados, en los anexos del capítulo 5 se encuentran calculados las áreas expropiación de terrenos y de construcciones.

- Desde la abscisa 4+600 hasta la abscisa 4+640 existen expropiaciones de terrenos y construcciones de medias aguas por implantación del Escalón 2, las áreas de expropiación en estos terrenos se encuentran calculadas en base a los informes de regulación metropolitana de los predios afectados, en el anexo No. 5 del capítulo 5 se encuentran calculados las áreas expropiación de terrenos y de construcciones.

- Desde la abscisa 5+120 hasta la abscisa 5+390 existen expropiaciones de terrenos por implantación del Escalón 2, las áreas de expropiación en estos terrenos se encuentran calculadas en base a los informes de regulación metropolitana de los predios afectados, en el anexo No. 5 del capítulo 5 se encuentran calculados las áreas expropiación de terrenos.

5.11 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se pronostica se producirá en el medio ambiente como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse.

La caracterización ambiental realizada para el Escalón 2, permite identificar y dimensionar las características principales de cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales.



Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado una matriz causa-efecto, en donde su análisis según filas corresponde los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis según columnas corresponde a las acciones de las distintas etapas.

La evaluación ambiental ha seleccionado un número apropiado de características ambientales según subcomponentes. A continuación en la Tabla No. 5.5 constan las características ambientales consideradas, su clasificación de acuerdo al componente que pertenece y la definición de su inclusión en la caracterización ambiental.

TABLA No. 5.5 FACTORES AMBIENTALES CONSIDERADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Código	Componente Ambiental	Factor Ambiental	Definición
AB1	ABIÓTICO	Calidad del aire	Emisiones y ruidos relacionados con las actividades propias del proyecto.
AB2		Calidad del suelo	Nivel de calidad del suelo en donde se construirán las diferentes obras.
AB3		Calidad del agua superficial	Nivel de calidad de las aguas superficiales del sector.
ANT1	ANTRÓPICO	Vistas y paisaje	Alteración del entorno y paisaje actual debido a las acciones del proyecto.
ANT2		Transporte público y privado	Interferencia en el transporte privado que se da en la zona del proyecto.
ANT3		Sistema urbano de drenaje	Influencia en el sistema urbano de drenaje, en la zona donde se construirá el proyecto.
ANT4		Calidad de vida	Alteración de la cotidianidad de quienes viven en el área de influencia del proyecto
ANT5		Salud y Seguridad	Alteración de los niveles de salud y seguridad de la población que habita en el área de influencia del proyecto
ANT6		Bienestar	Alteración de la tranquilidad de la población que se halla en el área de influencia, frente a las acciones del proyecto
ANT7		Economía	Influencia en las actividades económicas que se desarrollan en el área de influencia del proyecto
ANT8		Tráfico vehicular	Influencia en el tráfico vehicular del sector.
ANT9		Empleo	Incremento de los niveles de empleo.

**Descripción:**

AB = Componente Ambiental

ANT= Componente Antrópico

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental del sistema de alcantarillado combinado en el área de estudio, la evaluación ambiental, ha conformado un registro de acciones de tal manera que sean lo más representativas del estudio.

En la tabla No. 5.6 se encuentran las acciones consideradas durante la fase de construcción del Escalón 2.

TABLA No. 5.6 ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Código	Acción	Definición
C1	Instalación de campamentos	Construcción de campamentos para el alojamiento de personal, maquinarias, y equipos.
C2	Generación de residuos domésticos	Generación de residuos sólidos y líquidos, producto de las labores a desarrollarse al interior de los campamentos.
C3	Retiro de capa de rodadura	Retiro de la capa de rodadura de calles y avenidas, para la ejecución de las excavaciones necesarias para la construcción de las obras contempladas en el proyecto.
C4	Excavaciones en superficie	Excavación de zanjas para la construcción del sistema de colectores y demás obras contempladas dentro de los diseños.
C5	Acumulación de restos, rechazos y sobrantes	Acumulación de los materiales producto de las excavaciones y preparación de materiales.
C6	Transporte de material sobrante	Desalojo del material sobrante luego de las excavaciones y rellenos realizados para la construcción del proyecto.
C7	Vertederos	Existencia de vertederos para la disposición de los residuos sólidos generados durante la construcción del proyecto, lo cual incluye los materiales sobrantes.
C8	Transporte de materiales	Presencia de vehículos pesados transportando los diferentes materiales.
C9	Maquinaria pesada y equipos	Presencia de equipo pesado necesario durante la construcción del proyecto.
C10	Mantenimiento de equipos	Generación de lubricantes usados provenientes del mantenimiento de los equipos empleados en la construcción del proyecto.
C11	Desvío temporal de caudales	Desvío de los caudales conducidos por los colectores actuales que serán intervenidos por el proyecto.
C12	Destrucción obras civiles existentes	Destrucción de obras civiles, especialmente de aquellas relacionadas con servicios públicos del sector.
C13	Excavación profundas	Excavación profunda en los sitios contemplados dentro del proyecto.



Código	Acción	Definición
C14	Explanación y pavimentación	Conformación del sistema vial y pavimentación posterior de sus calzadas.
C15	Interrupción del tráfico	Interrupción del tráfico debido a la realización de cada una de las actividades contempladas dentro del proyecto.
C16	Polvo	Material particulado que se encontrará disperso en las inmediaciones del proyecto, el mismo que por efectos externos se dispersará en el ambiente
C17	Ruidos y vibraciones	Ruidos y vibraciones producidos por equipos y vehículos empleados en la construcción del proyecto.
C18	Ejecución del proyecto	Actividades relacionadas con la construcción de las diferentes unidades que forman el sistema de colectores.

Descripción:

C = Construcción

En la Tabla No. 10 se hallan las acciones consideradas y su definición para la fase de operación y mantenimiento del sistema de colectores.

En la tabla No. 5.7 se encuentran las acciones consideradas durante la fase de operación del Escalón No. 2.

TABLA No. 5.7 ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN

Código	Acción	Definición
O1	Hundimientos	Asentamientos diferenciales en la superficie del suelo en las áreas excavadas para la construcción del sistema de colectores.
O2	Inundaciones	Relacionadas con la falta de capacidad de los colectores construidos ante la presencia de precipitaciones extraordinarias no contempladas en el diseño o debido a la obstrucción de los diferentes componentes del sistema de drenaje urbano.

Descripción:

O = Operación



5.12 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiente (factores ambientales), se ha materializado realizando una marca gráfica en la celda de cruce correspondiente en la matriz causa-efecto desarrollada específicamente para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado las denominadas Matrices de Identificación de Impactos Ambientales.

En la Matriz No. 5.1 se muestra la interrelación de las acciones del proyecto y los factores ambientales considerados, en la que se proporciona el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, designarla como de orden positivo o negativo.

En la matriz No. 5.1 se encuentran las causas y efectos del Impacto Ambiental considerados en el Escalón 2.

MATRIZ No. 5.1 (VER ANEXO 5)

5.13 PREDICCIÓN DE IMPACTOS: CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La predicción de impactos ambientales, se la ejecutó valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción, sobre un factor, se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, para lo cual se ha utilizado la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de Extensión, Duración y Reversibilidad de cada interacción (Matrices No. 5.2, 5.3 y 5.4), e introducir factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica.



Las características consideradas para la valoración de la importancia, se las define de la manera siguiente:

- **Extensión:** Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto.
- **Duración:** Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además, las implicaciones futuras o indirectas.
- **Reversibilidad:** Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se ha realizado utilizando la ecuación:

$$\text{Imp} = W_e \times E + W_d \times D + W_r \times R$$

Donde: Imp = Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental

E = Valor del criterio de Extensión

W_e = Peso del criterio de Extensión

D = Valor del criterio de Duración

W_d = Peso del criterio de Duración

R = Valor del criterio de Reversibilidad

W_r = Peso del criterio de Reversibilidad

Se debe cumplir que: $W_e + W_d + W_r = 1$

Para el presente caso se ha definido los siguientes valores para los pesos o factores de ponderación:

Peso del criterio de Extensión = $W_e = 0,50$

Peso del criterio de Duración = $W_d = 0,40$

Peso del criterio de Reversibilidad = $W_r = 0,10$



Estos valores fueron adoptados en base a los siguientes justificativos:

Si bien es cierto, el área de influencia del Escalón 2 puede ser considerada como lineal, corresponde a un proyecto de implicaciones locales relacionadas con el sistema vial y la población asentada en un área importante de la ciudad, por lo que el criterio de extensión posee una mayor influencia que los dos restantes.

De la caracterización ambiental se observa que gran parte de las afectaciones generadas por el proyecto se mantienen a lo largo del tiempo, por lo que la ponderación de este criterio se lo ha puesto en segundo lugar. De la caracterización ambiental se observa la existencia de afectaciones, en su mayor parte reversibles, toda vez que el proyecto se asienta en un área completamente intervenido, por lo que se considera que este criterio es el de menor peso con respecto a los otros dos.

La valoración de las características de cada interacción, se ha realizado en un rango de 1 a 10, pero sólo evaluando con los siguientes valores y en consideración con los criterios expuestos en la Tabla T-4.

En la tabla No. 5.8 se encuentran los criterios de puntuación de la importancia y valores asignados.

TABLA No. 5.8 CRITERIOS DE PUNTUACIÓN DE LA IMPORTANCIA Y VALORES ASIGNADOS

Características de la Importancia del Impacto Ambiental	PUNTUACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LA CARACTERÍSTICA				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
EXTENSIÓN	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACIÓN	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

Se puede entonces deducir que el valor de la Importancia de un Impacto, fluctúa entre un máximo de 10 y un mínimo de 1. Se considera a un impacto que ha recibido



la calificación de 10, como un impacto de total trascendencia y directa influencia en el entorno del proyecto.

Los valores de Importancia que sean similares al valor de 1, denotan poca trascendencia y casi ninguna influencia sobre el entorno.

La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se ha puntuado directamente en base al juicio técnico del grupo evaluador, manteniendo la escala de puntuación de 1 a 10 pero sólo con los valores de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0.

Un impacto que se califique con magnitud 10, denota una altísima incidencia de esa acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona. Los valores de magnitud de 1 y 2.5, son correspondientes a interacciones de poca incidencia sobre la calidad ambiental del factor.

Un impacto ambiental se lo categoriza de acuerdo con sus niveles de importancia y magnitud, sea positivo o negativo. Para globalizar estos criterios, se ha decidido realizar la media geométrica de la multiplicación de los valores de importancia y magnitud, respetando el signo de su carácter. El resultado de esta operación se lo denomina Valor del Impacto y responde a la ecuación:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag})^{0.5}$$

En virtud a la metodología utilizada, un impacto ambiental puede alcanzar un Valor del Impacto máximo de 10 y mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario, valores mayores a 6.5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea éstos de carácter positivo o negativo.

El cálculo de la Importancia y la calificación de la Magnitud para cada interacción identificada, se hallan en las Matrices No. 5.5 y 5.6.



Finalmente, con la magnitud del Valor del Impacto, se ha construido la matriz causa-efecto de Resultados del Valor del Impacto, correspondiente a la Matriz No. 5.7. En la matriz No. 5.2 se encuentra la calificación de la extensión de los Impactos Ambientales en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.2 (VER ANEXO 5)

En la matriz No. 5.3 se encuentra la calificación de la duración de los Impactos Ambientales en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.3 (VER ANEXO 5)

En la matriz No. 5.4 se encuentra la calificación de la reversibilidad de los Impactos Ambientales en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.4 (VER ANEXO)

En la matriz No. 5.5 se encuentra la calificación del cálculo de la importancia de los Impactos Ambientales en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.5 (VER ANEXO)

En la matriz No. 5.6 se encuentra la calificación de la magnitud de los Impactos Ambientales en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.6 (VER ANEXO)

En la matriz No. 5.7 se encuentra el valor del Impacto Ambiental en las acciones de construcción y operación.

MATRIZ No. 5.7 (VER ANEXO)



5.14 CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo ha realizado en base al Valor del Impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

Altamente significativos.

Significativos.

Despreciables.

Positivos.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

- **Impactos Altamente Significativos:** Aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 6.5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.
- **Impactos Significativos:** Aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 6.5 pero mayor o igual a 4.5, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
- **Despreciables:** Corresponden a todos los impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 4.5. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.
- **Benéficos:** Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.



5.15 DESCRIPCIÓN DE LAS AFECTACIONES AL MEDIO AMBIENTE

En el análisis de Impacto Ambiental del proyecto, durante la etapa de construcción se han identificado un total de 106 interacciones causa-efecto, de acuerdo al siguiente detalle:

En la tabla No. 5.9 se encuentra el número de Impactos Ambientales de la fase de construcción.

TABLA No. 5.9 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Número de impactos			
Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Benéfico
5	10	89	2

Según esta tabla, el 4,7% son impactos muy significativos; el 9,4% impactos significativos; el 89% son despreciables y el 2% son benéficos. Las acciones de mayor impacto negativo son:

- Excavaciones en superficie
- Retiro de la capa de rodadura
- En tanto que los factores ambientales más afectados serán:
- Calidad de vida de la población afectada por el proyecto
- Bienestar de quienes habitan en el área de influencia del proyecto.
- Salud y seguridad de los pobladores inmersos en el área de influencia del proyecto.

En la tabla No. 5.10 se encuentra el número de Impactos Ambientales de la fase de operación y mantenimiento.

**TABLA No. 5.10 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Número de impactos			
Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Benéfico
1	2	14	0

Según la Tabla T-6, el 5,9% corresponde a impactos muy significativos; el 11,8% a impactos significativos; y el 82,4% a impactos despreciables.

Las acciones de mayor impacto negativo serán los hundimientos como parte del proceso de consolidación de las áreas excavadas, en tanto que los factores ambientales más afectados serán:

- Salud y seguridad de los pobladores inmersos en el área de influencia del proyecto.
- Calidad de vida de la población afectada por el proyecto.
- Sistema urbano de drenaje.

5.16 AFECTACIONES AL COMPONENTE ABIÓTICO

Este componente, se encuentra caracterizado por la Calidad del Aire (AB1); Calidad del Suelo (AB2); y, Calidad del Agua Superficial (AB3).

Las acciones consideradas en las etapas de construcción y operación, únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre la Calidad del Aire, Calidad del Suelo y Calidad de las Aguas Superficiales.

5.17 AFECTACIONES AL COMPONENTE ANTRÓPICO

El componente antrópico se halla caracterizado por las Vistas escénicas y el paisaje (AN1); Transporte público (AN2); Sistema urbano de drenaje (AN3); Calidad de vida (AN4); Salud y Seguridad (AN5); Bienestar (AN6); Economía (AN7); Tráfico vehicular (AN8); y, Empleo (AN9).



Durante las etapas de construcción y operación del proyecto, las acciones consideradas generarán únicamente impactos negativos despreciables sobre las vistas y el paisaje, el transporte público y el sistema urbano de drenaje. No obstante, la ejecución del proyecto, será benéfico para este factor ambiental, durante la etapa constructiva del mismo.

En la etapa de construcción, la calidad de vida de quienes habitan en el área de influencia del proyecto, se verá afectada de manera muy significativa debido a las excavaciones de superficie con un VIA valorado en $-6,8$, en tanto que la destrucción de obras civiles, el retiro de la capa de rodadura, y la interrupción del tráfico en el sector, lo harán de manera significativa con impactos de VIA $-6,0$; $-5,9$; y, $-5,2$, respectivamente. Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables.

En la etapa de operación, los hundimientos generarán un impacto significativo sobre la calidad de vida, con un VIA de $-5,5$.

En la fase constructiva del proyecto, la salud y seguridad de los habitantes localizados en el área de influencia directa del mismo se verán afectadas de manera muy significativa debido a las excavaciones bajo superficie y a aquellas realizadas sobre la superficie con valores de VIA de $-7,4$ y $-6,8$, respectivamente, mientras que el retiro de la capa de rodadura lo hará de manera significativa con un VIA de $-5,0$.

Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre la salud y seguridad. En la fase operativa, los hundimientos generarán sobre la salud y seguridad un impacto muy significativo de valor $-6,5$.

El bienestar en la zona del proyecto se verá afectado muy significativamente por las excavaciones de superficie con un VIA de $-6,8$, mientras que la destrucción de las obras civiles; el retiro de la capa de rodadura; y, la interrupción del tráfico lo harán de manera significativa con impactos de valor $-6,0$; $-5,9$; y, $-5,2$, respectivamente.



Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables. Por su lado, los hundimientos provocarán sobre el bienestar, un impacto significativo valorado con $-5,5$.

La economía de quienes tienen sus negocios en el área afectada por la construcción del sistema de colectores e interceptores, será impactada significativamente por las excavaciones en la superficie con un VIA de $-6,0$. Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables, incluso en la etapa operativa.

El tráfico vehicular será impactado muy significativamente por las excavaciones de superficie a efectuarse, con un VIA de $-6,8$, en tanto que el retiro de la capa de rodadura y la interrupción del tráfico lo harán de manera significativa con impactos de $-5,9$ y $-5,2$, respectivamente.

Las demás acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables, inclusive en la etapa de operación del sistema de colectores, debiéndose aclarar que la ejecución del proyecto favorecerá el empleo.

5.18 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se producen los impactos muy significativos por las diferentes acciones contempladas dentro del proyecto, son plenamente mitigables.

De los resultados obtenidos en la calificación y valoración de impactos ambientales en el proyecto “Diseño vial definitivo de la Av. Escalón 2”, se concluye en lo siguiente:

- En el proyecto se definen 12 actividades, las cuales se prevé generarán un total de 104 potenciales impactos negativos en la construcción y un total de 17 impactos potenciales negativos en la operación al ambiente.
- La actividad de: excavación, hormigones, relleno-compactación, colocación de



base y sub base, imprimación, desalojo y acopio de materiales, representan una afectación negativa al mayor número de componentes y elementos ambientales, como son: impactos sobre la calidad del aire, el ambiente acústico, agua, paisaje, a la comunidad (uso de espacio público, alteración al tránsito vehicular y peatonal y afectación a la salud y seguridad de obreros y población local).

- Los impactos registrados en las actividades de excavaciones y colocación de base y sub base son los que alcanzan los mayores valores en cuanto a magnitud e importancia; ello debido a la gravedad de las afectaciones que puede representar para los diversos elementos ambientales. Igualmente, la alteración al tránsito y las afectaciones a la salud y seguridad implican valores altos en magnitud e importancia, debido a las molestias que causará la ejecución de la obra a la ciudadanía así como el riesgo de accidentabilidad en la obra, tanto para los obreros como para los peatones que circulan en ella.

5.18.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Impactos sobre el componente físico:

Durante la construcción del Escalón 2, los impactos negativos sobre este componente ambiental se focalizan en los elementos aire, ambiente acústico, agua y paisaje. Ello se destaca particularmente por las afectaciones que se prevé se ocasionarán por la contaminación atmosférica debida a la emisión de polvo, gases y ruido, la potencial contaminación de las aguas de la quebrada Caupicho y de existir un desalojo de materiales hacia la quebrada y por otro lado, la potencial afectación al paisaje de existir una inadecuada disposición de los residuos y excedentes sólidos. Sin embargo, estos impactos son mitigables, ya que al ejecutar las obras conforme lo estipulan las normas de construcción, la mayor parte de ellos podrán ser controlados.

Impactos sobre el componente biótico:

Desde el punto de vista biológico, las actividades del proyecto no representan afectaciones a fauna y flora silvestre; ello se explica porque el proyecto se halla al



interior de la ciudad de Quito en un sector eminentemente urbano, totalmente intervenido y artificializado.

Impactos sobre la comunidad:

Constituye el componente ambiental que se verá afectado mayormente con la ejecución de las obras de construcción del proyecto, las mismas que ocasionarán diversos impactos significativos a sus elementos constitutivos, como son: molestias a la población, que se hallan asentados sobre el tramo vial que será abierto para el objetivo del proyecto; asimismo, la alteración al tránsito peatonal y vehicular debido a las obras que se ejecutarán sobre el actual acceso a las viviendas, las dificultades de acceso hacia las viviendas allí establecidas, el riesgo de accidentabilidad para obreros y trabajadores de la obra así como de los pobladores que circulan por el sector y la posibilidad de afectaciones a cierta infraestructura de servicios básicos como son: red de luz eléctrica, telefonía, agua potable y alcantarillado.

De igual manera, el transporte de materiales y de material excedente, desde y hacia la obra, representarán molestias en las vías que vayan a ser utilizadas para el efecto y a la población asentada sobre estos ejes viales. Atropellamientos, colisiones, volcamientos potenciales son previsibles de no tomarse en consideración aspectos de seguridad vial durante la ejecución de esta actividad.

En este aspecto, el Escalón 2, que conectaría con las fuentes de materiales ó con los sitios de depósito, se constituirá en el eje sensible a estos impactos, ya que en ellas se intensificará el tráfico vehicular.

5.19 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En este Capítulo se analiza la propuesta de medidas ambientales recomendadas para la prevención, reducción y/o anulación de los potenciales impactos ambientales negativos, identificados durante la ejecución de las actividades de construcción del proyecto Escalón 2.



La formulación del presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) se basa en los resultados de la Evaluación de Impactos Ambientales, considerando las disposiciones y reglamentos para la Gestión, Manejo y Control Ambiental vigentes en el cuerpo legal ambiental del país.

Es importante señalar que en este componente del estudio se toman en consideración las especificaciones y normas adoptados por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones en el Manual "ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES. MOP -001-F-2000 así como aquellas emitidas por el Ilustre Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito, las mismas que son el producto de la experiencia en el desarrollo de las actividades viales en el país, y cuya finalidad es normar la ejecución de las actividades en la fase de construcción, tendientes a efectuar dichas acciones con el menor impacto posible.

Cabe mencionar que a pesar de que no todas las acciones del proyecto generarán impactos muy significativos o significativos sobre los elementos ambientales considerados, el Plan de Manejo introducirá medidas tendientes a evitar al máximo que el medio ambiente sea afectado así como la población que vive en el área de influencia directa del proyecto, además de quienes trabajarán directamente en su construcción.

5.20 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se señalan las acciones a tomar en cuenta con el fin de mitigar o prevenir los impactos generados por el proyecto.

5.20.1 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE RUIDO

Para mitigar los efectos que el ruido producirá sobre el área de influencia del proyecto durante la etapa de construcción, se deberá tomar en cuenta las siguientes medidas:



Una primera fase en la reducción del ruido es incidir sobre las causas que lo generan, es decir, sobre impactos y vibraciones. En este sentido será necesario elegir equipos y maquinaria que sean poco ruidosos. También es importante que se realice una labor exhaustiva de mantenimiento de equipos. En aquellas instalaciones exteriores como talleres, generadores, etc., deben instalarse cerramientos con materiales adecuados para que absorban el ruido y minimicen su salida al exterior.

Muchos de los ruidos generados son debidos a impactos, como las cargas sobre volquetas o tolvas. Para reducir el ruido, pueden realizarse revestimientos con materiales resistentes que absorban los impactos.

Una medida muy utilizada es alejar las fuentes de ruido de las zonas más sensibles al mismo, puesto que la propagación de las ondas acústicas en el espacio es atenuada con la distancia.

5.20.2 TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS.

Con el fin de mitigar los impactos que el transporte de materiales y el movimiento de maquinarias generará, a continuación se presentan las acciones y medidas que permitan causar el mínimo malestar a la salud humana y al ambiente que rodea a la obra.

Durante la construcción, y particularmente con motivo de los movimientos de tierra que se tengan que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño de la obra, en las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales, se deberá evitar que estas tareas produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar el vertido de material durante el transporte. Para el efecto, los vehículos contarán con lonas de recubrimiento.



Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a las vías existentes, a las construcciones y a otros bienes públicos o privados. Se deberá tomar en cuenta que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.

Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, rocas, etc., será retirado inmediatamente.

➤ ESPECIFICACIÓN 224-02. SECCIÓN 224. TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS

Comprende todas las precauciones y medidas que el Contratista deberá tomar con el fin de no causar malestar a la salud humana al ambiente que rodea la obra, el cual indica:

- Durante la construcción en las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales se deberá evitar que estas tareas produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo.
- El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar el vertido de material durante el transporte con lonas de recubrimiento, envases herméticos y otros.

El Fiscalizador podrá ordenar el retiro de los camiones que no cumplan con esta disposición.

- Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a vías públicas y privadas, a las construcciones, a los cultivos y a otros bienes públicos o privados.
- Cuando para realizar los transportes se deban utilizar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá asegurarse que los vehículos no excedan los pesos por eje máximo autorizados.



- Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, rocas, etc. será retirado por el Contratista y sin derecho a pago; en caso de no hacerlo la Fiscalización podrá ordenar el retiro de material a terceros, a costo del Contratista.
- Durante el transporte de materiales desde las canteras, en épocas secas, los camiones que circulen por caminos de tierra disminuirán su velocidad con el fin de evitar generar una excesiva contaminación del aire con polvo y particulado, disminuyendo igualmente los riesgos de accidentabilidad y de atropellamientos.

5.20.3 MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO.

Esta acción comprenderá todas las operaciones requeridas para garantizar comodidad y seguridad del tránsito vehicular y peatonal en el área circundante al proyecto. Para el efecto se deberá emplear todos los medios necesarios durante todo el tiempo que dure la construcción para asegurar que el tránsito tenga un mínimo de demoras, inconvenientes y peligros.

En aquellas calles donde se excaven zanjas, se deberán construir puentes provisionales de madera que permitan el paso de peatones, los cuales permanecerán instalados hasta cuando se haya realizado el relleno correspondiente.

➤ ESPECIFICACIÓN 102-3.09: COMODIDAD AL PÚBLICO

Señala que, en todo momento, el Contratista deberá conducir sus operaciones de tal manera que ocasionen la menor inconveniencia y demoras al tránsito público.

Añade la especificación, durante el tiempo de ejecución de la obra, el Contratista deberá ofrecer condiciones razonables de seguridad y comodidad a los usuarios y moradores aledaños al Escalón 2. Para ello, deberá mantenerse el adecuado acceso a las propiedades adyacentes a la obra así como a las vías de intersección, según las directrices del **Numeral 103-1.07:**



Mantenimiento del tránsito (MOP-001-F 2000), que señalan:

- El Contratista deberá permitir el tránsito público por las obras durante el periodo de construcción.
- El Contratista deberá mantener la parte de la obra que es utilizada por el tránsito público, en condiciones adecuadas para el tránsito seguro y cómodo de los vehículos. A este fin deberá proveer señaleros, además de suministrar, elegir y conservar adecuadamente las señales, delineadores, barreras y marcas que puedan ser necesarias para la seguridad de los usuarios.
- El Contratista deberá proveer y mantener conforme sea necesario, los accesos, cruces e intersecciones con otras vías y calles que tengan acceso establecido a la obra.
- El Contratista deberá remover prontamente y por su cuenta cualquier material que cayere sobre la calzada de la vía durante el acarreo de materiales.
- Los trabajos de reconstrucción de bordillos y aceras deberá efectuarse de tal manera que faciliten el paso expedito del tránsito que debe efectuarse a través de la obra.
- Mientras se trabaje sobre la calzada, se deberá permitir el tránsito público por las aceras.
- Cuando se coloque la capa de rodadura por mitades del ancho, deberá permitirse el tráfico por el lado que no esté en reparación.
- Deberán mantenerse siempre abiertos dos carriles para el uso del tránsito público, uno en cada sentido.



- De ser necesario se podrá requerir el riego de la plataforma o la aplicación de otro paliativo para el polvo.

5.20.4 CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS, BODEGAS, Y TALLERES DE OBRA.

Son construcciones provisionales y obras conexas que el responsable de la construcción de la obra debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo y de obreros en general. Dentro de estas instalaciones se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

El diseño y la ubicación de los campamentos y sus instalaciones, deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales. Para su implementación se deberá evitar al máximo los desmontes de terreno, rellenos y remoción de vegetación en el área determinada. Las edificaciones para campamentos podrán ser del tipo fijo, desmontable o móvil.

Los campamentos deben satisfacer necesidades sanitarias, higiénicas, recreativas y de seguridad, y para esto deben contar con sistemas adecuados de provisión de agua, evacuación de desechos, alumbrado, y señalización informativa y de precaución contra accidentes e incendios.

5.20.5 CAMINOS DE ACCESO

Los caminos de acceso son caminos provisionales que se construyen para trasladar al personal a los sitios de trabajo, para el tránsito de vehículos y maquinaria del Contratista y de la Fiscalización, hacia los frentes de trabajo, fuentes de materiales e insumos u otros sitios dentro de la obra, los cuales deberán realizarse buscando restricciones en el movimiento de tierras y afectación a la población y los cauces naturales.



Para el efecto se deberá considerar: Deben tener las características de pendiente, trazado, drenaje y capa de rodadura adecuadas para el tránsito normal del equipo y vehículos de construcción. Su trazado debe ceñirse a los contornos naturales del terreno, de manera de minimizar los cortes y terraplenes. El ancho de los caminos de acceso será el mínimo necesario (4.5 m), al igual que los radios de curvatura (15 m), y con una gradiente longitudinal máxima de 15%, con el objeto de disponer de condiciones de seguridad e impactar lo menos posible en el entorno.

El constructor de la obra será el único responsable de mantener en buen estado de transitabilidad y seguridad estos accesos durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

Adicionalmente, se deberá colocar la respectiva señalización diurna y nocturna a fin de salvaguardar la seguridad del tránsito, poniendo énfasis en los desvíos y velocidad máxima de circulación de 50 km/h.

Para prevenir el efecto de contaminación atmosférica por efecto de emisiones de polvo, especialmente en épocas de verano, se recomienda el humedecimiento periódico de dichos accesos.

Una vez que la obra haya sido construida, se procederá a restaurar las áreas sobre las cuales se construyeron los accesos.

➤ **ESPECIFICACIÓN 102-3.09: COMODIDAD AL PÚBLICO**

Señala que, en todo momento, el Contratista deberá conducir sus operaciones de tal manera que ocasionen la menor inconveniencia y demoras al tránsito público. Añade la especificación, durante el tiempo de ejecución de la obra, el Contratista deberá ofrecer condiciones razonables de seguridad y comodidad a los usuarios y moradores aledaños al Escalón 2. Para ello, deberá mantenerse el adecuado acceso a las propiedades adyacentes a la obra así como a las vías de intersección, según las directrices del **Numeral 103-1.07:**



Mantenimiento del tránsito (MOP-001-F 2000), que señalan:

- El Contratista deberá permitir el tránsito público por las obras durante el periodo de construcción.
- El Contratista deberá mantener la parte de la obra que es utilizada por el tránsito público, en condiciones adecuadas para el tránsito seguro y cómodo de los vehículos.

A este fin deberá proveer señaleros, además de suministrar, elegir y conservar adecuadamente las señales, delineadores, barreras y marcas que puedan ser necesarias para la seguridad de los usuarios.

- El Contratista deberá proveer y mantener conforme sea necesario, los accesos, cruces e intersecciones con otras vías y calles que tengan acceso establecido a la obra.
- El Contratista deberá remover prontamente y por su cuenta cualquier material que cayere sobre la calzada de la vía durante el acarreo de materiales.
- Los trabajos de reconstrucción de bordillos y aceras deberá efectuarse de tal manera que faciliten el paso expedito del tránsito que debe efectuarse a través de la obra.
- Mientras se trabaje sobre la calzada, se deberá permitir el tránsito público por las aceras.
- Cuando se coloque la capa de rodadura por mitades del ancho, deberá permitirse el tráfico por el lado que no esté en reparación.
- Deberán mantenerse siempre abiertos dos carriles para el uso del tránsito público, uno en cada sentido.
- De ser necesario se podrá requerir el riego de la plataforma o la aplicación de otro paliativo para el polvo.

➤ **ESPECIFICACIÓN 102-3.10: PROTECCIÓN AL PÚBLICO**



Estipula las responsabilidades del Contratista en cuanto a medidas que tomará para la adecuada protección al público durante la ejecución de la obra, en relación a los siguientes aspectos:

- Suministrar, elegir o colocar dispositivos para evitar daños y desgracias personales.
 - Emplear señales para advertir al público de posibles peligros en la obra.
 - Ubicar señaleros para conducir al tránsito público en forma segura en los tramos de un solo carril.
 - Cuando estén en ejecución la construcción de parterres, bordillos y aceras, deberá ubicarse delineadores o cintas de seguridad.
 - Los sectores del vía cerrados al tránsito público se señalarán con barreras y letreros reflectivos e iluminados en la noche en lugares de la obra donde existan condiciones inesperadas que requieran una reducción considerable en la velocidad normal de recorrido.
- **ESPECIFICACIÓN 102-3.11: PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE PROPIEDADES**

Indica:

- Se responsabiliza al Contratista preservar las propiedades públicas o particulares situadas fuera de los límites de la construcción y proteger de daños los bienes públicos y particulares, red eléctrica, postes telefónicos, tuberías, accesos, que se encuentren con derecho dentro o en las cercanías de la obra.
- El Contratista deberá responder durante la ejecución de la obra por cualquier daño o perjuicio que sufran las propiedades como consecuencia de sus actos, omisiones, negligencia, trabajos defectuosos, etc.
- Si como resultado de la acción u omisión del contratista se produjera cualquier daño o perjuicio a la propiedad ajena, él deberá restaurar dicha propiedad a la condición anterior de ocurrido el daño o perjuicio, por su propia cuenta y a satisfacción del dueño.



- **ESPECIFICACION 102-3.12: RESPONSABILIDAD EN LOS CASOS DE RECLAMOS POR DAÑOS Y PERJUICIOS.**

Determina:

- El Contratista liberará de responsabilidades al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y a sus representantes en la obra, con relación a cualquier reclamo, demanda o juicio de cualquier naturaleza que surgiere como consecuencia de la obra.

De ser permitido por las leyes pertinentes, el Contratista podrá descargar las responsabilidades ya mencionadas mediante el contrato de una póliza durante el tiempo que dure la obra, de acuerdo a los términos del contrato.

- Nada en estas especificaciones o en otras partes de los documentos contractuales deberá interpretarse como que incluye a alguna persona o al público en general como parte o como beneficiario de contrato. Tampoco se podrá interpretar cualquier cláusula del contrato para establecer niveles en la protección que necesariamente se deberá otorgar al público o a cualquier individuo.

- **ESPECIFICACIÓN 205.01: AGUA PARA CONTROL DE POLVO:**

Especificación referida a la aplicación de un paliativo para controlar el polvo que se produzca como consecuencia de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto. Para ello se recurre al riego frecuente de las superficies secas.

La especificación indica que el agua será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión o por distribuidores de asfalto a presión. La tasa de aplicación será entre los 0.9 y los 3.5 litros por metro cuadrado.



5.20.6 DESVÍOS.

Los desvíos son tramos de calles o avenidas que se habilitan para el tránsito público, cuando no sea posible o conveniente llevarlo por una ruta alterna existente. Dentro de este aspecto se deberá tomar en cuenta las siguientes acciones:

Los caminos de desvío que han de habilitarse se señalarán en los planos y deberán tener las características de pendiente y alineamiento que permitan su utilización normal para el tránsito público.

5.20.7 DESVÍO Y CONTROL DE CURSOS DE AGUA.

El desvío y control de los cursos hídricos existentes, será entendido como el conjunto de obras provisionales o definitivas que se realicen en el área de influencia del proyecto, que permitan desviar y controlar los cursos de agua durante el período de construcción de la obra, con el fin de que no interfiera con los trabajos o para emplearla en labores propias de la construcción en las que se necesita agua, por ejemplo: operaciones de compactación, curado, mitigación del polvo, etc.

Una vez terminada la construcción de la obra, las obras de desvío y control deberán ser removidas total o parcialmente.

5.20.8 CONTROL DEL POLVO.

Este trabajo consistirá en la aplicación de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos. En este sentido, se deberá considerar las siguientes acciones:

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua, la misma que deberá ser distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores.



La rata de aplicación será entre los 0.90 y los 3.5 litros por metro cuadrado. Su frecuencia de aplicación se definirá en base a los requerimientos durante la realización de los trabajos.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 km/h.

Para reducir la formación de polvo durante el vertido libre de material granular que contenga finos, así como por la acción del viento sobre los acopios de áridos o escombros en estas situaciones, puede recurrirse a la reducción de la altura de caída libre en el vertido, con lo que se reduce el tiempo durante el cual los finos se encuentran sometidos a la acción del viento. Sobre los acopios pueden disponerse barreras naturales o artificiales y ubicar las zonas de almacenamiento a sotavento.

5.20.9 PATIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA.

El patio de mantenimiento de equipos y maquinaria necesario para la ejecución del proyecto debe disponer de ciertas condiciones mínimas de prevención y control de contaminantes, pues en esa área se trabaja con aceite, grasas, gasolinas, etc.

Para el efecto se deberá tomar en cuenta las siguientes acciones: En los patios de mantenimiento de maquinaria donde se estacionen o movilicen maquinaria o vehículos, se deberá instalar sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites (trampas de grasas) a fin de que todos los derrames y posteriores escurrimientos de grasas y combustibles que eventualmente ocurran en estas áreas, no contaminen los cuerpos receptores.

Los residuos de aceites y lubricantes deberán retenerse en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento con miras a su posterior desalojo y eliminación.



El abastecimiento de combustible, mantenimiento de maquinaria y equipo pesado, así como el lavado de vehículos, se efectuará en forma tal que se eviten derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al río, las quebradas o al suelo directamente.

Después que la obra haya terminado, los patios de mantenimiento de maquinaria deberán ser desmantelados, removidos y eliminados los suelos contaminados, limpiada el área y los suelos reacondicionados y restaurados, a fin de proceder con su recuperación.

5.20.10 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.

La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo. La salud ocupacional, previene la generación de enfermedades profesionales, consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

Dentro de esta temática, se deberá considerar lo siguiente: el Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

Como requerimientos mínimos para el cumplimiento de lo dicho, deberá considerarse la ejecución de lo siguiente, previo al ingreso del Contratista a la obra, sus técnicos y trabajadores deberán someterse a un examen médico, el cual incluirá exámenes de laboratorio, con la finalidad de prevenir epidemias.

Se implementará una campaña educativa inicial por medio de charlas y afiches informativos sobre las normas elementales de higiene y comportamiento



ocupacional. El personal técnico y obrero deberá estar provisto con indumentaria y protección contra el frío y la lluvia.

El Contratista deberá implementar en sus campamentos las facilidades necesarias que garanticen un sano esparcimiento del personal cuando se encuentre en los mismos y asegure, al mismo tiempo, las condiciones mínimas de confort.

El área de primeros auxilios, deberá incluir por lo menos un médico y un auxiliar además de los implementos básicos para cubrir atenciones emergentes.

Para un mayor control ambiental de las zonas aledañas se deberá reglamentar el uso de las diferentes áreas de los campamentos, así como los horarios de comidas. No se podrá consumir bebidas alcohólicas durante la jornada normal de trabajo.

Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país. El contratista contará con un responsable de la seguridad industrial en la obra y de llevar periódicamente brigadas de salud ocupacional.

La especificación 213-02 del Manual MOP-001-F 2000, es aplicable al proyecto:

- ESPECIFICACIÓN 213-02. SECCIÓN 213. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Define a:

La **seguridad industrial** como el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia, riesgos y accidentes de trabajo; y, la **salud ocupacional** previene la generación de enfermedades profesionales consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado



La especificación MTOP contempla las siguientes disposiciones en relación a este ámbito:

- El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo y mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) sobre el tema.

El Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, según resolución 172 (Capítulos I al X) del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), a cargo de la División de Riesgos del Trabajo, del Código del Trabajo Art. 427, incluye el detalle de las normas que deben ser observadas por los empleadores en cuanto a higiene y seguridad del trabajo, como: ruido y vibraciones, riesgos biológicos, sustancias tóxicas, protección de maquinarias y equipos, maquinarias, herramientas y equipos de riesgo del esfuerzo humano, remoción de escombros y demoliciones, explosivos y sustancias inflamables, excavaciones, transporte de trabajadores, incendios en campamentos, ropa de trabajo y equipo de protección personal, atención médica y afiliación al IESS. Como requerimientos mínimos para el cumplimiento de lo dicho, deberá considerarse:

- Implementa una campaña educativa inicial por medio de charlas informativas sobre normas elementales de higiene y comportamiento ocupacional.
- El personal técnico y obrero deberá estar provisto de indumentaria y protección contra el frío y la lluvia.

Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal de la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable, botas de goma, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país.

- El Contratista contará con un responsable de la seguridad industrial en la obra.



5.20.11 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.

Con el fin de disminuir al máximo los efectos negativos producidos en el componente suelo, a continuación se señalan las acciones a tomar en cuenta a fin de lograr este objetivo:

- Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y demás tareas que se asienten sobre suelo firme.
- Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos.

Descompactar las áreas que se indican a continuación:

- Campamentos talleres, depósitos temporales de materiales, caminos de servicio y estacionamientos.

Desvíos de tránsito para dar facilidades a la obra.

Disponer los residuos sólidos generados conforme a lo dispuesto por la Empresa Metropolitana de Aseo, EMASEO, sujetándose a los sitios y horarios por estar establecidos.

5.20.12 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

No obstante estar contaminadas las aguas superficiales del sector, es importante tomar en cuenta ciertas acciones tendientes a evitar que su grado de contaminación se incremente.



En este sentido, a continuación se presentan algunas acciones tendientes a lograr dicho objetivo. Se deberá evitar que derrames accidentales tengan como destino final las quebradas. Se deberá prohibir el desalojo de residuos sólidos hacia las quebradas.

El constructor deberá considerar todas las medidas necesarias para garantizar que residuos de cemento, limos, u hormigón fresco no tengan como receptor final las quebradas.

5.20.13 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

Con el fin de mitigar los impactos negativos en la calidad del aire debidos a las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, a continuación se dan las pautas a seguir a fin de lograr dicho objetivo.

El constructor deberá ejecutar los trabajos con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo, quemas incontroladas y uso de productos químicos tóxicos y volátiles. Para esto, deberá mantener un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria, especialmente de aquellos propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles fósiles. Llevará un estricto control de las emisiones de humos y gases.

Se prohibirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera. El personal técnico y obreros de la obra vial, deberán ser protegidos contra los riesgos producidos por altas concentraciones de polvo en el aire, que se producirá en las diversas actividades de la construcción.

No se permitirá la quema a cielo abierto, sea para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o maleza, en áreas desbrozadas, o de otros residuos, o simplemente para abrigar a los empleados durante tiempos fríos. Para



evitar esta situación, el constructor emplazará rótulos con frases preventivas y alusivas al tema en todos los frentes de trabajo, para información y conocimiento de todo el personal que labora en la obra.

En épocas secas, los camiones y maquinaria pesada que circulen por caminos de tierra, disminuirán su velocidad con el fin de evitar generar una excesiva contaminación del aire con polvo y particulado.

➤ ESPECIFICACIÓN 216-02. (SECCIÓN 216: PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE).

Esta especificación da las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generen por efecto de las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, necesarias para ejecutar la obra, la cual establece lo siguiente:

- El Contratista deberá ejecutar los trabajos viales con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo y uso de productos químicos tóxicos y volátiles.
- El Contratista mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles fósiles, controlará las emisiones de humos y gases.

El mantenimiento preventivo deberá realizarse de manera regular, para controlar así las fuentes de generación de gases tóxicos provenientes de elementos desajustados o muy desgastados de la maquinaria y vehículos. No se utilizarán vehículos que por su antigüedad estén generando contaminación a la atmósfera de tal manera que se recomienda al Contratista emplear en la construcción de la vía vehículos de modelos recientes, preferiblemente vehículos que no tengan más de cinco años de servicio.



- El Fiscalizador impedirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera. El personal técnico y obrero de la obra vial, los habitantes cercanos deberán ser protegidos contra los riesgos producidos por altas concentraciones de polvo al aire que se producirá durante la construcción.
- Deberá efectuarse el suministro y uso de equipos de protección personal (mascarillas, protectores nasales y bucales, gafas), los que serán utilizados por el personal de operadores de equipo y maquinaria, así como en las actividades de carga, descarga y almacenamiento de materiales, a efectos de que el material fino no tenga contacto directo con los órganos de la vista y olfato de los trabajadores.
- A fin de evitar la generación de polvo en los frentes de trabajo y otras instalaciones, el Contratista deberá regar agua sobre las superficies expuestas al tránsito vehicular, especialmente en épocas secas y en áreas próximas a sectores habitados, mediante la utilización de carros cisternas que humedecerán el material en las áreas de trabajo, según el detalle que determina la construcción.

5.20.14 PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES.

El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas, pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de las fuentes generadoras de éstos, además de la población circundante al proyecto. Para el efecto se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Los niveles de ruido, y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a quienes habitan en las inmediaciones al proyecto.



La maquinaria y equipos, cuyo funcionamiento genere niveles de ruido superiores a los 75 dB, deberán ser movilizados desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción que realizarán se efectuarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, Reglamento referente al ruido.

El control y corrección del ruido y/o vibraciones puede requerir de la ejecución de alguna de las siguientes acciones, reducir la causa, mediante la utilización de silenciadores, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.

Aislamiento de la fuente emisora mediante la instalación de locales cerrados y de talleres de mantenimiento de maquinaria revestidos con material absorbente de sonido.

Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.
Absorción o atenuación del ruido entre la fuente emisora y el receptor mediante barreras o pantallas.

5.20.14.1 NORMAS PARA EL CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES.

Las siguientes especificaciones del Manual MOP-001-F 2000, son aplicables al proyecto como normas de prevención y control de ruido y vibraciones:

- **ESPECIFICACIÓN: 217-02 (SECCIÓN 217: PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES)**

A fin de que la emisión de sonidos no supere los niveles máximos permitidos por las normas nacionales y que pueden generar repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de la obra, la especificación MTOP determina:



- Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a las poblaciones humanas de la zona de la obra.
- La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genera excesivos niveles de ruido (sobre los 75 dB) deben ser movilizados desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y retornarán al trabajo una vez que estos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción se realizarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, Reglamento referente al ruido.

➤ OTRAS NORMAS SOBRE CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES

- El Registro Oficial No. 377 de 6 de agosto de 1998, el Instituto de Obras Sanitarias (IEOS) en el Art. 6, presenta la tabla que consta en el Art. 8 del Manual Operativo de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental respecto a los límites máximos permitidos para ruido, y que deberá ser respetada:

TIPO DE ZONA	N.P.S eq MAXIMO PERMITIDO	
	06h00 a 22h00	22h00 a 06h00
RESIDENCIAL	65	60
COMERCIAL	70	65
INDUSTRIAL	75	70

- Si el Fiscalizador comprobara la generación de ruido y/o vibraciones en ciertas áreas de la obra, notificará al Contratista a fin de que se tomen los correctivos necesarios y así evitar molestias y conflictos.
- El control y corrección del ruido y/o vibraciones puede requerir del Contratista la ejecución de las siguientes acciones:



Mantenimiento de los vehículos: que implica considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de componentes mecánicos, el balanceo y la calibración de las llantas; es importante señalar que un aspecto que contribuye al ruido y el sobre consumo de combustible se relaciona con el inadecuado balance de llantas y la mala calibración de la presión.

Reducir la causa mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones. Control y disminución de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.

Reducción de la velocidad de circulación vehicular en sectores poblados a un límite de 20 a 25 km/h.

Exposición del personal: en ningún caso una persona debe estar expuesta a un ruido continuo con un nivel sonoro superior a 115 dB o intermitente superior a 140 dB, incluso una exposición durante 8 horas diarias de 90 dB.

Suministro y uso de equipos de protección personal: protectores auriculares de goma u orejeras, deben ser utilizados por el personal de operadores de equipo pesado.

Horarios de operación: se deberá limitar el trabajo de las unidades más molestas a horas diurnas. Los horarios de operación de maquinaria deben corresponder a los establecidos en la norma.

A pesar de que la presencia de maquinaria es temporal, es recomendable trabajar en los periodos comprendidos entre las 7 am y las 7 pm. Situar las fuentes emisoras fijas lo más alejadas de las viviendas.

En el caso de las fuentes móviles, se deberá utilizar alternativas de ruta que afecten lo menos posible dentro de los centros urbanos.



5.20.15 EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL.

Esta acción conlleva la ejecución de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra. Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra:

La población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia.

El personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

- **Población**

Su proceso de ejecución debe iniciarse 15 días antes del arranque de las obras y ser continuo hasta la finalización de la construcción. Para el efecto se deberá considerar las siguientes tareas mínimas:

Charlas de concienciación, dirigidas a los habitantes de las zonas aledañas al proyecto. Estas charlas desarrollarán temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente tales como:

El entorno que rodea a la obra y su íntima interrelación con sus habitantes. Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación. Beneficios sociales y ambientales que tendrá la construcción del nuevo sistema. Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción.

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos.



- **Personal**

Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal del constructor y al de la fiscalización sobre como ejecutar las labores a fin de conservar la seguridad personal y el medio ambiente.

En este sentido, se deberá considerar las siguientes acciones:

Las charlas tendrán una duración de 60 minutos y los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculados al área ambiental.

Las charlas se sustentarán con afiches e instructivos, de acuerdo a lo expresado en el numeral anterior.

5.20.16 SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL.

Este aspecto tiene relación con la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo del proyecto. Se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el constructor deberá implementar una adecuada rotulación ambiental de carácter: informativa, preventiva y de restricciones. Para el efecto se utilizarán:

- Pórticos con señalización
- Señales verticales
- Flechas

Las señales informativas tendrán como objetivo advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados con el proyecto.



Las señales preventivas tendrán por objeto advertir a los trabajadores y usuarios del proyecto acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presentan, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación.

Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno. Dentro de esto se puede incluir la colocación de cinta reflectiva a fin de limitar las áreas de trabajo. En casos en que se estime conveniente, se colocarán conos y banderas.

Quienes laboren en el proceso de construcción deberán respetar las medidas sanitarias e higiénicas que se dicten y conocer y respetar las leyes, reglamentos y demás normativas legales ambientales vigentes a nivel local y nacional, antes de iniciar la obra y durante la ejecución de sus trabajos.

Capacitar al personal técnico y obrero, por medio de charlas y avisos informativos y preventivos sobre los asuntos ambientales a considerar en la obra.

5.20.17 SERVICIOS BÁSICOS.

En el caso de que por causas relacionadas con la construcción del Escalón 2, se tengan que suspender los servicios básicos del sector intervenido, éstos deberán ser restituidos en un plazo no mayor de 24 horas.

Tal situación deberá ser comunicada oportunamente a la ciudadanía a fin de que se tomen las precauciones del caso.

- **ESPECIFICACIÓN 102-3.16: RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA CON RESPECTO A SERVICIOS PÚBLICOS**

Señala:



- Cuando el Contratista deba efectuar trabajos contiguos a instalaciones de servicios públicos que pudiesen sufrir daños a causa de sus operaciones, no deberá empezar los trabajos hasta hacerse los arreglos necesarios para proteger adecuadamente las mencionadas instalaciones.
- Cuando se dañe una instalación como consecuencia de las acciones del Contratista, éste deberá avisar de inmediato a la compañía o al individuo responsable de la instalación y deberá colaborar en la reparación del daño y la restauración expedita del servicio si este queda interrumpido.
- El Contratista deberá prestar su colaboración en la remoción y relocalización de cables, cañerías y otras instalaciones para permitir la ejecución eficiente y rápida de los trabajos involucrados con el objeto de minimizar cualquier interrupción de los servicios públicos.

A lo anterior, se añade:

- Previa la pavimentación, el Contratista deberá prever la construcción de obras de infraestructura de servicios básicos (alcantarillado, agua potable, telefonía, etc.) para posteriores tomas, ello evitará realizar roturaciones de la calzada luego de terminada la obra.

5.20.18 MEDIDAS DE REHABILITACIÓN

5.20.18.1 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

El acondicionamiento paisajístico cumple las funciones de elemento integrador entre el proyecto y el ambiente intervenido. Es en la etapa de construcción propiamente dicha, donde se deben aplicar las medidas más adecuadas para ejecutar tareas tendientes a la rehabilitación ambiental y su integración paisajística.

El programa de integración paisajístico contará como mínimo con la ejecución de las siguientes tareas:



- Realización de movimientos de tierras adaptados al terreno natural.
- Formación de rellenos y terraplenes respetando las formas naturales del terreno.
- Respetar el sistema natural de drenaje, evitando desalojar material en los cursos naturales de agua.
- Evitar la acumulación de residuos de materiales en sitios no autorizados.
- Mantener y limpiar constantemente las áreas con gran producción de escombros y material de excavación.
- Los sitios a considerar y que requieren mayor atención paisajística y visual serán las áreas ocupadas por instalaciones temporales y zonas de depósito de materiales sobrantes de la construcción.

5.20.18.2 RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y ABANDONO DE ÁREA OCUPADAS.

Las condiciones iniciales de aquellas áreas que han sido utilizadas para campamentos, talleres, preparación de hormigones, etc., deberán ser restituidas.

Para el efecto se deberá tomar en cuenta las siguientes acciones:

Retirar chatarra, escombros, alambrados, instalaciones eléctricas y sanitarias, construcciones y estructuras conexas y sus respectivas fundaciones, pisos de acopio, caminos internos y estacionamientos.

Una vez levantadas todas las instalaciones, se procederá a la descompactación de los suelos, restauración de la vegetación y reconfiguración paisajística en general.

5.20.19 PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL

El plan de vigilancia está diseñado en el área de influencia y comprenderá el control de impactos negativos potenciales, que son mitigadas por medidas correctivas a aplicarse y propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.



5.20.20 METODOLOGÍA

Para que sea efectivo se establecerán fichas de control de las medidas de mitigación planteadas, que permita definir quién es el responsable de ejecución de la medida y del control. La vigilancia se iniciará en la etapa de construcción del proyecto y terminarlo en la fase de operación.

5.20.21 FICHAS DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL

A continuación se presentan las fichas de vigilancia y control elaboradas para el efecto.

**FICHA No. 5.1****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Medidas para el control de ruido	FICHA:	01
---------------------------------	----------------------------------	---------------	-----------

FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación
--	--------------	-----------------------	------------

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se realizará un monitoreo de los niveles de ruido para verificar que no pasa de los límites permitidos en la legislación vigente y establecido por la Dirección del Medio Ambiente del Municipio de Quito.
Las mediciones de ruido deben ser en las zonas pobladas.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA	Constructor, Fiscalizador, la EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección del Medio Ambiente
--	---

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN	Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución
--	---

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar semanalmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.2****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Disposición de escombros de construcción	FICHA:	02
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Controlar la adecuada disposición de los escombros en los sitios señalados por la Empresa Metropolitana de Aseo, EMASEO.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, Fiscalizador, la EMMOP, la EMAAP-Q, y EMASEO

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y baja dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar semanalmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.3****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Transporte de materiales y movimiento de maquinaria	FICHA:	03
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se comprobará que para el transporte de materiales los equipos mantengan las lonas para evitar que el material se derrame a lo largo de las vías.
Se deberá verificar los pesos de carga en los equipos de transporte, para evitar que sobrepasen las especificaciones de carga permitidas, con la finalidad de evitar el deterioro de las vías.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, fiscalizador, la EMMOP y la EMAAP-Q

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar semanalmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.4****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Construcción y funcionamiento de campamentos, bodegas y talleres de obra	FICHA:	04
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Verificar que las instalaciones de apoyo como campamentos cuenten con todos los servicios previstos, como dotación de agua, alcantarillado, energía y manejo de residuos sólidos.</p> <p>Comprobar que se dé el mantenimiento adecuado a los servicios y se mantenga un adecuado funcionamiento.</p> <p>Especial atención se brindará a las trampas de grasas y combustibles en los sitios de talleres de obra.</p>	
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA	Constructor, fiscalizador EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente
EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN	Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución
OBSERVACIONES	
El monitoreo se debe realizar mensualmente y llevarse un registro permanente.	

**FICHA No. 5.5****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Desvío y control de cursos de agua	FICHA:	05
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Verificar que los desvíos de los cursos de agua durante la construcción tengan un buen funcionamiento.
Comprobar que al final de la obra los cursos de agua desviados sean reencauzados, se hallen limpios de cualquier interrupción y que las descargas no puedan ocasionar erosión.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, fiscalizador, la EMMOP y la EMAAP-Q

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar quincenalmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.



FICHA No. 5.6

FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Control del polvo	FICHA:	06
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Controlar y verificar que se mantenga la humedad del suelo prevista para evitar la generación de polvo. Controlar el polvo en: En sitios de acopio de materiales. En sitios de depósito de escombros.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA	Constructor, fiscalizador, la EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente
--	--

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN	Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución
--	---

OBSERVACIONES
El monitoreo se debe realizar semanalmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.7****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Patio de mantenimiento de equipos y maquinaria	FICHA:	07
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA
Controlar que no se vierta aceites, grasas, combustibles, aguas de lavado directamente a las alcantarillas, que se mantengan las unidades de desgrasado y almacenamiento requeridas. Comprobar que no se afecten los suelos y aguas superficiales por descargas de estos residuos.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA	Constructor, EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente
--	---

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN	Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución
--	---

OBSERVACIONES
El monitoreo se debe realizar mensualmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.8****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Seguridad industrial y salud ocupacional	FICHA:	08
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se comprobará que se cumpla con las normas del IESS para garantizar el bienestar de los trabajadores.
Se impartirán charlas informativas sobre los aspectos ambientales a tomar en cuenta durante la ejecución del proyecto.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, Fiscalizador, la EMMOP, y la EMAAP-Q.

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar trimestralmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo.

**FICHA No. 5.9****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Educación y concientización ambiental	FICHA:	09
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se debe verificar que se cumpla con los programas de educación y concientización a la población y a los trabajadores.

En lo posible a las charlas y reuniones deberá asistir un representante de la Municipalidad, preferiblemente de la Dirección de Medio Ambiente.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, Fiscalizador, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

Comprobar la realización de los programas de educación cada seis meses.



FICHA No. 5.10

FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Señalización ambiental	FICHA:	10
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Mitigación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Comprobar que el sistema de señalización previsto sea implementado.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, fiscalizador, la EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y baja dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar mensualmente.

**FICHA No. 5.11****FICHA DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL**

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Medidas de rehabilitación	FICHA:	11
FASE DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA	Construcción	TIPO DE MEDIDA	Rehabilitación

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Se verificará que se realizó la recuperación ambiental de las áreas que fueron afectadas.

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DE LA MEDIDA

Constructor, fiscalizador, la EMMOP, la EMAAP-Q y la Dirección de Medio Ambiente

EFICACIA ESTIMADA Y GRADO DE DIFICULTAD DE SU EJECUCIÓN

Se estima una buena eficacia y mediana dificultad en su ejecución

OBSERVACIONES

El monitoreo se debe realizar mensualmente y llevarse un registro permanente para identificar cualquier cambio que pueda generar algún nivel de riesgo. Se recomienda un adecuado cumplimiento y seguimiento para la aplicación de esta medida. Dentro de las regulaciones se acogerá el Código de Arquitectura y Urbanismo, Reglamentación Metropolitana y otras disposiciones vigentes.



5.20.22 FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Esta medida permitirá aplicar a la Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas -EMMOP-Q un seguimiento a corto plazo, para monitorear la ocurrencia de los impactos previstos en la ejecución de la obra y el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas. Este plan permitirá obtener registros a fin de corregir y optimizar la eficiencia de las medidas de mitigación implementadas para los impactos identificados.

Las siguientes especificaciones del Manual MOP-001-F 2000, son aplicables al proyecto para aspectos de fiscalización ambiental:

➤ ESPECIFICACIÓN 103-4. FISCALIZACIÓN DE LA OBRA

103-4.01: AUTORIDAD DEL FISCALIZADOR

El Contratante durante todo el tiempo que dure la obra ejercerá la Fiscalización de todos los trabajos por medio de su representante, designado Fiscalizador. El Fiscalizador tendrá autoridad para inspeccionar, comprobar, examinar y aceptar o rechazar cualquier trabajo o componente de la obra; además el resolverá cualquier cuestión relacionada con la calidad de los materiales, calidad y cantidad de trabajos realizados, avance de la obra, interpretación de planos y especificaciones y el cumplimiento del contrato en general.

➤ ESPECIFICACIÓN 104-02: FISCALIZACIÓN AMBIENTAL DE LA OBRA

Es recomendable que la Fiscalización realice las siguientes tareas previas al inicio del control de las obras propiamente dichas:

- i) Analizar y definir la validez y exactitud de las predicciones de impactos ambientales.
- ii) Revisar la gestión ambiental de las actividades a emprender.



Particularmente actuará como dirimente en caso de reclamos por parte del constructor hacia la entidad contratante y de mediador en la generación de conflictos socio-ambientales que pretendan interrumpir el normal desenvolvimiento de las obras de construcción.

La Fiscalización Ambiental, en general, será responsable de las siguientes actividades:

- a) Conocimiento pleno del proyecto y estudio ambiental para prestar apoyo y asesoramiento técnico-administrativo cuando sea solicitado.
- b) Orientación permanente al Constructor responsable por la ejecución de las obras de prevención y control ambiental.
- c) Revisión de planos, diagramas y esquemas que sustenten las medidas de prevención, control, mitigación y compensación ambiental.
- d) Revisión de las especificaciones ambientales generales y especiales, y acompañamiento en los procedimientos de aplicación.
- e) Revisión y aprobación del plan de trabajos ambientales (cronograma de trabajos: semanales, quincenales, mensuales).
- f) Supervisión de los trabajos, tanto en campo como en gabinete de las actividades de mitigación.
- g) Medición de cantidades de obra de cada uno de los rubros ambientales propuestos en el estudio de impacto ambiental, de tal forma de garantizar y justificar las tareas administrativas necesarias para el pago de sus trabajos al Constructor.
- h) Realizar los controles ambientales exigidos por la normativa vigente en el país y especificados en el estudio de impacto ambiental.



- i) Mantener por escrito las novedades o acontecimientos que señalen el avance o retraso de la obra, en cuanto a las actividades ambientales se refiere en los respectivos Libros de Obra.
- j) Seguimiento y acompañamiento del proceso de implantación de medidas de seguridad destinadas a garantizar la higiene y seguridad industrial del personal técnico y obrero del proyecto.
- k) Prevenir por escrito al Constructor sobre las posibles deficiencias en los equipos, procedimientos constructivos, materiales inadecuados u otros aspectos que atenten contra las condiciones naturales del medio en el que se implante la obra. Vigilar que se tomen los correctivos necesarios oportunamente.
- l) Suspender las tareas de construcción de la obra cuando se detecte que el Constructor no cumple con las medidas previstas en el plan de manejo ambiental o con lo expresado en las normativas legales y especificaciones generales o particulares existentes para el proyecto.

Procedimiento de trabajo:

El procedimiento de fiscalización ambiental en obras consiste en:

- El control de las obras de mitigación y plan de manejo ambiental.
- La evaluación de las medidas y plan de manejo ambiental, los sitios de fiscalización:

Tramo vial y frentes de obra, fuentes de materiales, botadero, etc.

Instrumentos de fiscalización:

Visitas de campo.

Sesiones de trabajo.

Entrevistas y consultas.

Reportes e informes.



En la tabla No. 5.11 se encuentra el rubro de medición y pago.

TABLA No. 5.11 MEDICIÓN Y PAGO

No. RUBRO DE PAGO	DESIGNACIÓN	UNIDAD DE MEDICION	CANTIDAD
104-02	Fiscalización ambiental	mes/hombre	2 (periodo de construcción)

Costos unitarios:

5.20.23 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En función del Plan de Manejo propuesto, a continuación se presenta el costo referencial de las medidas ambientales que no forman parte del presupuesto general del Escalón 2.

Se utiliza para el efecto los rubros definidos por el EMMOP para las medidas que pueden ser costeadas. En la tabla No. 5.12 se encuentra el presupuesto referencial de las medidas de mitigación.

TABLA No. 5.12 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA 6 KM DE VÍA.

RUBRO	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
RUBROS CONSIDERADOS PARA LA VIA					
711-01	VALLAS MÓVILES DE SEGURIDAD TUBO GALV.DIA 4"	u	100	39,00	3900,00
711-01	CONOS DE SEGURIDAD	u	20	19,66	393,20
711-01	CINTAS DE SEGURIDAD	m	2000	0.23	460.00
220-01	HOJAS VOLANTES	global	3000	0.20	600.00
220-(5)	COMUNICACIONES RADIALES	c/uno	540	8,00	4320,00
220-(5)	SPOTS DE TV	c/uno	10	250	2500.00
220-(5)	AVISOS DE PRENSA ESCRITA	c/uno	60	100	6000.00



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



205-(1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	2772,88	4,68	12977,08
104-(02)	FISCALIZACIÓN AMBIENTAL	hom/mes	0,2	1725,00	4140,00
216-02	SUMINISTRO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA POLVO, GASES Y RUIDO Y SEGURIDAD VIAL	global	25	100,00	2500,00
213-02	CHARLAS AMBIENTALES: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	c/una	5	309,82	1549,10
V013	SEÑAL: HOMBRES TRABAJANDO (0.60X1.2M)	u	4	127,45	509,80
0734	HUECO PARA ARBOL 50X50X50cm, DESALOJO	u	500,00	2,20	1099,00
P266	SIEMBRA DE ARBOL	u	500,00	20,42	10210,00
S/N	FOSA DE DESECHO BIODEGRADABLES	u	4	448,48	1793,92
S/N	LETRINAS	u	4	384,12	1536,48
RUBROS CONSIDERADOS PARA EL COLECTOR					
S/N	CERRAMIENTO DE TOOL, ANGULO/TUBO RECT., PINGO/VIGA (SUMINISTRO, MONTAJE Y PINTURA)	m2	300,00	28,32	8496,00
S/N	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)	m2	40,00	55,82	2232,80
S/N	ROTULOS DE SEÑALIZACION, POSTES HG 2" (PROVISION Y MONTAJE)	m2	40,00	20,40	3188,00
S/N	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)	u	20,00	1,08	408,00
S/N	POLIETILENO 2 mm	m2	1.000,00	1,08	1080,00
S/N	TANQUE DE TOL DE 55 GLNS (PROVISION Y MONTAJE)	u	30,00	15,84	475,20
S/N	PASOS PEATONALES DE MADERA 1.2m ANCHO	m	20,00	23,27	465,40
TOTAL USD=					70,833.98



Contenido

CAPITULO 5	87
DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	87
5.1 INTRODUCCIÓN	87
5.2 OBJETIVOS	88
5.2.1 OBJETIVO GENERAL	88
5.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	88
5.3 METODOLOGÍA	88
5.4 MARCO JURÍDICO	89
5.4.1 LEGISLACIÓN NACIONAL	89
5.4.2 LEYES	90
5.4.3 LEGISLACIÓN DISTRITAL	93
5.4.4 CONTROL VEHICULAR	94
5.5 DATOS DE LÍNEA BASE	96
5.5.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	96
5.5.2 CLIMATOLOGÍA Y PLUVIOSIDAD	97
5.6 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	97
5.6.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA POR LA CONSTRUCCIÓN	97
TABLA NO. 51 ÁREAS DE LOS BARRIOS	98



5.6.2	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y SU OPERACIÓN	98
5.7	MEDIO FÍSICO	98
5.7.1	CONDICIONES GEOLÓGICAS-GEOTÉCNICAS	98
5.7.2	CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	100
5.8	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO	101
	TABLA NO. 5.2 NOMBRES CIENTÍFICOS DE ANIMALES	102
5.9	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ANTRÓPICO	102
5.9.1	DATOS GENERALES DE LA POBLACIÓN	103
5.9.2	ZONIFICACIÓN	103
5.9.3	POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA	103
	TABLA No. 5.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN PARROQUIAS URBANAS	104
	CUADRO No. 5.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL	104
	TABLA No. 5.4 VIVIENDAS PARTICULARES Y COLECTIVAS POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES SEGUN PARROQUIA	105
	CUADRO No. 5.3 DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS	105
5.9.4	DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS, CULTURAL, EDUCACIÓN Y DE SANEAMIENTO DEL SECTOR.	106
5.10	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	106
5.10.1	CARACTERIZACIÓN Y NORMATIVAS PARA EXPROPIACIÓN	107
	EXPROPIACIONES DE TERRENOS Y CONSTRUCCIONES	107
	ORDENANZA 255 REGIMEN DE SUELO	108
	ART. 57.- AREAS DE PROTECCIÓN DE QUEBRADAS	108
	SECCIÓN II	109
	INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN PARA HABILITAR EL SUELO Y LA EDIFICACIÓN	109
	ART. 78.- INFORMES PARA HABILITAR EL SUELO Y LA EDIFICACIÓN	109
	ART. 79.- INFORME DE REGULACIÓN METROLITANA (IRM)	109
	ART. 80.- INFORME DE COMPATIBILIDAD DE USOS (ICUS)	110
	ORDENANZA 232 VALOR DEL SUELO	111
	ART. III. (15).- AVALÚO DE PREDIOS ESPECIALES	111
	E) LOTES AFECTADOS POR FRANJAS DE PROTECCIÓN	111
5.11	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	112
	TABLA No. 5.5 FACTORES AMBIENTALES CONSIDERADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	113
	TABLA No. 5.6 ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	114
	TABLA No. 5.7 ACCIONES CONSIDERADAS DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN	115
5.12	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	116
5.13	PREDICCIÓN DE IMPACTOS: CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	116
	TABLA No. 5.8 CRITERIOS DE PUNTUACIÓN DE LA IMPORTANCIA Y VALORES ASIGNADOS	118
5.14	CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	121
5.15	DESCRIPCIÓN DE LAS AFECTACIONES AL MEDIO AMBIENTE	122
	TABLA No. 5.9 FASE DE CONSTRUCCIÓN	122
	TABLA No. 5.10 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	123
5.16	AFECTACIONES AL COMPONENTE ABIÓTICO	123
5.17	AFECTACIONES AL COMPONENTE ANTRÓPICO	123
5.18	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
5.18.1	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	126
5.19	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	127
5.20	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	128
5.20.1	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE RUIDO	128
5.20.2	TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS.	129
5.20.3	MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO.	131
5.20.4	CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS, BODEGAS, Y TALLERES DE OBRA.	133



5.20.5	CAMINOS DE ACCESO	133
5.20.6	DESVÍOS.	138
5.20.7	DESVÍO Y CONTROL DE CURSOS DE AGUA.	138
5.20.8	CONTROL DEL POLVO.	138
5.20.9	PATIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA.	139
5.20.10	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.	140
5.20.11	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.	143
5.20.12	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.	143
5.20.13	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.	144
5.20.14	PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES.	146
5.20.15	EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL.	150
5.20.16	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL.	151
5.20.17	SERVICIOS BÁSICOS.	152
5.20.18	MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	153
5.20.19	PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL	154
5.20.20	METODOLOGÍA	155
5.20.21	FICHAS DE MEDIDAS DE VIGILANCIA Y CONTROL	155
5.20.22	FISCALIZACIÓN AMBIENTAL	167
TABLA No. 5.11	MEDICIÓN Y PAGO	170
5.20.23	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	170
TABLA No. 5.12	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA 6 KM DE VÍA.	
	DEFINIDO.	¡ERROR! MARCADOR NO



CAPITULO 6

ESTUDIO DE TRÁFICO

6.1 OBJETIVOS

- OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo, es la determinación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), el cual es importante para el diseño del pavimento.

- OBJETIVO ESPECIFICOS

Dentro de los objetivos específicos podemos describir los siguientes:

- Realizar una proyección del número de vehículos que usarán la vía, en función del número de habitantes, que viven en las cercanías de la misma.
- Determinar el número de vehículos por tipo.
- Relacionar el resultado de la proyección vehicular, con los conteos vehiculares existentes en la zona sur de la ciudad.

6.2 ALCANCE

El estudio de tráfico se desarrolla bajo dos tipos de actividades, la de campo y la de gabinete u oficina. Las actividades de campo vienen dadas por la recopilación de los volúmenes actuales (año 2010) de tránsito, en base a conteos volumétricos clasificados de periodos cortos de duración (2 a 4 días) de los vehículos que circulan por la avenida en estudio. La segunda actividad se refiere al análisis y procesamiento de la información de campo antes recopilada y a la utilización de información adicional como son las tasas de crecimiento, conteos volumétricos existentes, clasificación por tipo de vehículo, etc., entre los principales resultados a obtener se señalan los siguientes:



- Volúmenes de tráfico en el año 2010, que vendría a ser el (TPDA) actual.
- Características de la demanda, tales como: número de vehículos por tipo, viajes efectuados, frecuencias y horarios en el caso de buses.
- Tráfico Promedio Diario Anual asignado al proyecto para el año base (2.010) y proyectado para 10 y 20 años, que se considera como el período de vida útil del proyecto, según la norma AASHTO 1993.
- Definir el tipo de vía necesaria para el proyecto, tomando en cuenta la demanda de tráfico, durante el período de vida útil.
- Considerar los beneficios que se generarían por efecto de la construcción de la vía, los mismos que estarán relacionados con el ahorro en los costos de operación de vehículos, disminuyendo el tiempo de viaje.

6.3 UBICACIÓN

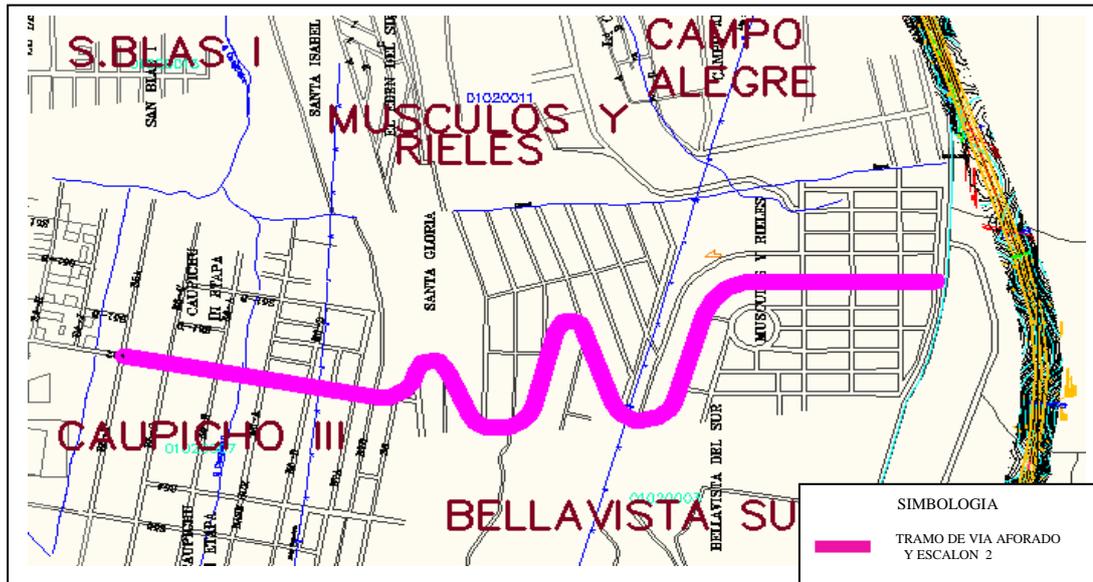
- ESTACIONES DE CONTEO

Se debe tomar en cuenta que para garantizar un diseño vial, es necesario conocer las solicitudes a las que se encuentra expuesta una determinada vía, por lo que es necesario obtener datos reales y confiables, para lo cual, se aconseja realizar mediciones durante varios años, que nos ayuden a desarrollar una base de datos real, y que nos permita manejar proyecciones que se ajusten a los cambios de flujo vehicular. En los casos en los que no exista información de varios años, según recomienda las normas de diseño geométrico de carreteras editada en 1973, se puede realizar mediciones con tiempos mínimos que abarcan periodos de 24 horas diarias durante una semana completa, es aconsejable incluir fines de semana y días feriados dentro de estos periodos, con la finalidad de conseguir un promedio entre los días normales y los de mayor flujo vehicular.



Sin embargo, para nuestro propósito, se realizaron conteos vehiculares en tramos de vía, por ejemplo el tramo comprendido entre la Av. Simón Bolívar y la calle Leónidas Doubles, es la estación No. 1, como se indica en el siguiente gráfico.

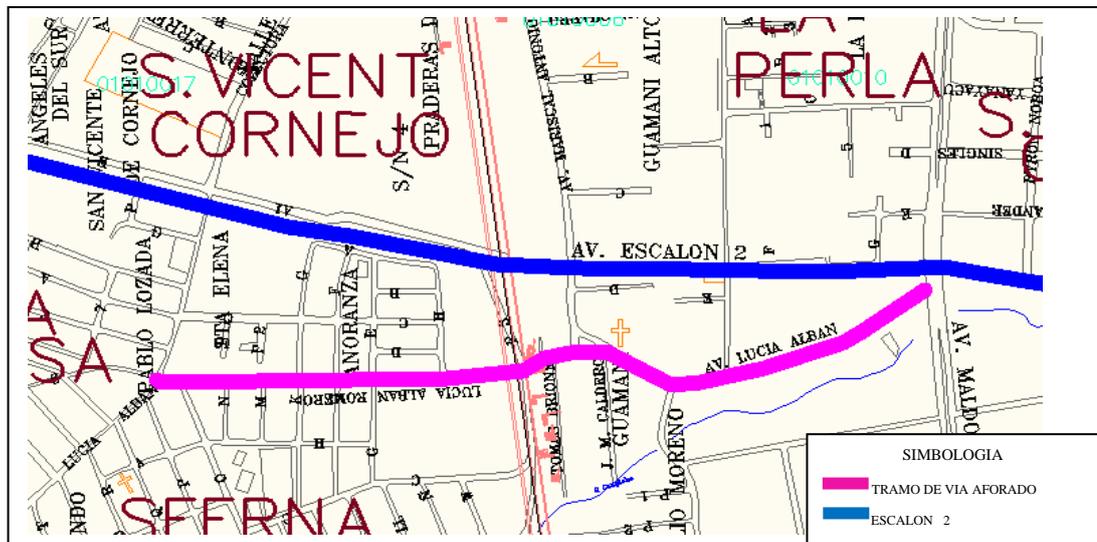
GRAFICO No. 6.1 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN No. 1 CONTEO VOLUMÉTRICO



FUENTE: Propia

Así mismo la estación No. 2, comprendida entre la Av. Maldonado y la calle Lucía Albán, que corresponde al tramo No. 2, como se indica en el gráfico No. 6.2.

GRAFICO NO. 6.2 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN NO. 2 CONTEO VOLUMÉTRICO



FUENTE: Propia



6.4 CONTEOS VOLUMETRICOS DE TRÁFICO

De los informes de conteos volumétricos entregados por la Administración Zonal Quitumbe, los cuales constan en el anexo No. 6, se puede apreciar que los aforos fueron realizados en días tomados al azar y entre los meses de enero, febrero y abril del 2010, durante jornadas que comprenden 13 horas, cabe indicar que debido al tipo de información entregada por la AZQ, se considerarán solo los valores máximos, los mismos que se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 6.1 Datos de conteos volumétricos.

SENTIDO	Av. Simón Bolívar, Sta Rosa			Beaterio entre Av. Maldonado			Av. Mariscal Sucre (Guamaní Alto)			Av. Maldonado, Panamericana Sur		
	Liv	Bus	Pes	Liv	Bus	Pes	Liv	Bus	Pes	Liv	Bus	Pes
NORTE-SUR	7.414	242	999	11.728	383	1.580	3.394	358	1.494			
TOTAL	8.655			13.691			5.246					
SUR-NORTE	5.764	276	1.157	13.228	480	2.010	3.074	326	1.423			
TOTAL	7.197			15.718			4.823					
OESTE-ESTE										1.290	136	568
TOTAL										1.994		
ESTE-OESTE										1.339	142	620
TOTAL										2.101		

FUENTE: Administración Zonal Quitumbe

Adicionalmente a los datos volumétricos de tráfico proporcionados por la AZQ, se realizó un análisis de tráfico, que nos ayudará a evidenciar de mejor manera el volumen vehicular estimado que pasará por la Av. Escalón 2.

Para determinar el volumen de vehículos que utilizará la vía, al tráfico se lo dividió o clasifíco en, tráfico liviano, de buses y pesado, realizando un análisis por separado para cada clase de tráfico, con la finalidad de conseguir volúmenes lo más cercanos a las condiciones actuales.

A continuación se detallan los análisis realizados a cada tipo de tráfico:

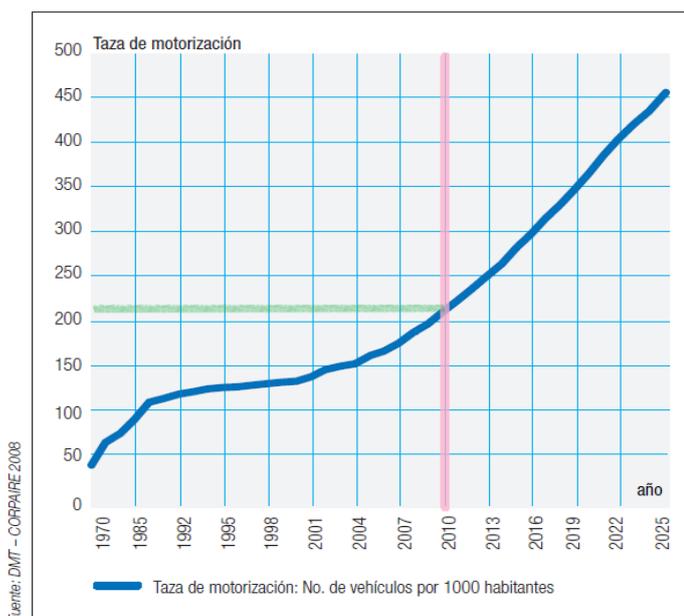
- Tráfico liviano.
- Tráfico de buses y,
- Tráfico pesado.



- **TRAFICO LIVIANO**

La cuantificación o determinación del volumen vehicular, se torna considerablemente fácil cuando existen datos de diseño, caso contrario cuando se desea diseñar una vía nueva, como es nuestro caso, la determinación del volumen vehicular se vuelve complicada si no se cuenta con un registro histórico de conteo vehicular, sin embargo, se realizó una proyección del número aproximado de vehículos que utilizarán la vía a partir de las proyecciones poblacionales y tomando en cuenta la relación vehículo-habitante considerado en el cuadro No. 6.2, que se desarrolló a partir de la tasa de motorización, realizada por la Corpaire en el año 2008, indicada en el gráfico No. 6.3.

GRÁFICO No. 6.3 INCREMENTO VEHICULAR



Cuadro No. 6.2.
Numero de vehículos por habitante

Año	Vehículo	Hab
1970	1	20
1985	1	13
1992	1	8
1995	1	8
1998	1	7
2001	1	7
2004	1	7
2007	1	6
2010	1	5
2013	1	4
2016	1	3
2019	1	3
2022	1	2
2025	1	2

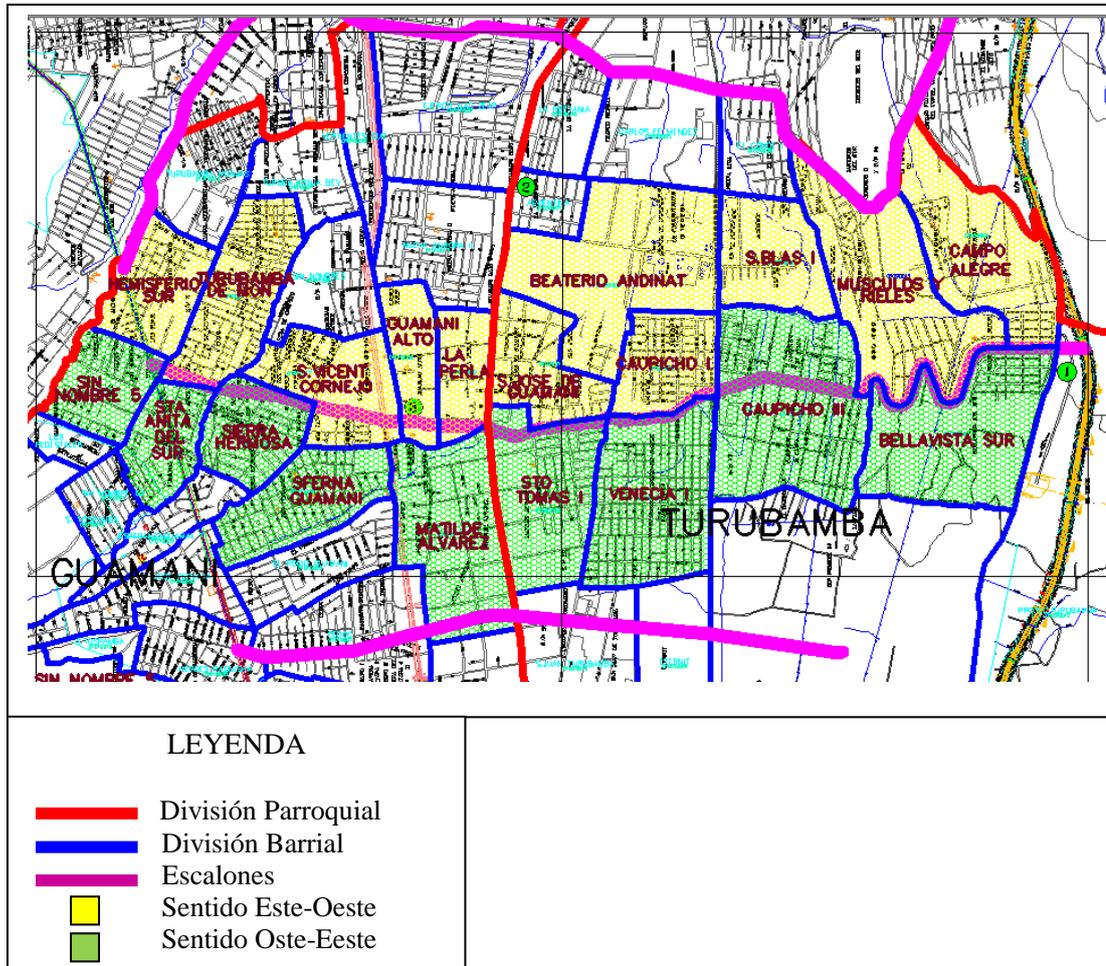
FUENTE: Propia

En el cuadro No. 6.2 se aprecia el número de personas promedio por vehículo existente en el DMQ, por ejemplo para el año 2010 se considera que por cada vehículo que circula en la ciudad existen aproximadamente 5 habitantes, mientras se incrementa el número de años, disminuye el número de personas por vehículo, esto quiere decir que para el año 2025 por cada dos personas habrá un vehículo que circula por la ciudad de Quito, y como la tendencia se mantiene en 2 habitantes por 1 vehículo, para el año de proyección se asume en mismo valor.



En el siguiente gráfico se establece la ubicación de los barrios, que se beneficiarán directamente de la vía, por estar cercanos a la misma.

GRAFICO No. 6.4 BARRIOS ALEDAÑOS A LA VÍA



FUENTE: Propia

A partir de la proyección poblacional resultante del último censo realizado en el año 2001, información que fue proporcionada por la AZQ, y relacionando esa población con del número de habitantes por vehículo que se obtuvo a partir del cuadro No. 6.2, se determinó el número de vehículos livianos promedio que existirán desde el año 2010 hasta el año 2025, y considerando que la población aledaña a la Av. Escalón 2, indicada en el gráfico No. 6.4 utilizará dicha vía para su movilización, se estima el volumen de tráfico liviano que hará uso de la vía.



El número de vehículos estimado desde el año 2005 hasta el año 2025, se resumen en los cuadros que se detallan a continuación:

Cuadro No. 6.3 Proyección vehículos livianos parroquia de Guamaní					
PROYECCION DE VEHICULOS LIVIANOS PARROQUIA GUAMANI					
	Número de habitantes por vehículo				
BARRIO SECTOR	7	5	3	3	2
AÑOS	2005	2010	2015	2020	2025
TURUBAMBA DE MON	462	770	1.426	1.483	2.153
GUAMANI ALTO	137	228	421	438	636
HEMISFERIO SUR	88	147	272	283	410
LA PERLA	203	338	627	651	946
MATILDE ALVAREZ	493	822	1.523	1.583	2.299
S_VICENT CORNEJO	199	332	616	640	930
SFERNA GUAMANI	650	1.084	2.008	2.087	3.031
SIERRA HERMOSA	88	146	270	281	408
SIN NOMBRE 5	32	53	99	102	149
STA-ANITA DE SU	45	74	138	143	208
ESTE - OESTE	1.089	1.815	3.362	3.494	5.075
OESTE - ESTE	1.308	2.180	4.037	4.196	6.094
TOTAL VEHICULOS	2.397	3.995	7.399	7.691	11.169

FUENTE: PROPIA

Cuadro No. 6.4 Proyección vehículos livianos parroquia de Turubamba					
PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS PARROQUIA TURUBAMBA					
	Número de habitantes por vehículo				
BARRIO SECTOR	7	5	3	3	2
AÑOS	2005	2010	2015	2020	2025
BEATERIO ANDINAT	140	282	646	857	1.651
BELLA VISTA SUR	19	37	85	113	218
CAMPO ALEGRE	86	172	395	524	1.009
CAUPICHO I	415	836	1.917	2.544	4.899
CAUPICHO III	559	1.125	2.580	3.424	6.593
MUSCULOS RIELES	235	472	1.084	1.438	2.769
S_BLAS I	256	515	1.182	1.568	3.020
S_JOSE DE GUAMAN	670	1.349	3.093	4.105	7.906
STO.TOMAS I	467	941	2.158	2.863	5.514
VENECIA I	649	1.306	2.995	3.975	7.655
ESTE - OESTE	1.802	3.626	8.316	11.036	21.254
OESTE - ESTE	1.694	3.409	7.818	10.375	19.981
TOTAL VEHICULOS	3.496	7.035	16.134	21.412	41.234

FUENTE: PROPIA



De los anteriores cuadros se puede observar que para el año 2010, en el tramo de vía que corresponde a la parroquia de Guamaní se obtienen 3,995 vehículos divididos en 1,815 vehículos que van en sentido Este-Oeste y 2,180 vehículos que van en sentido Oeste-Este.

Así mismo se puede evidenciar que para el mismo año, la cantidad de vehículos correspondientes a la parroquia de Turubamba asciende a 7,035 vehículos, de los cuales 3,626 van en sentido Este-Oeste y 3,409 vehículos que van en sentido Oeste-Este.

De los datos obtenidos se determina que el TPDA de vehículos livianos para el año 2010 es de 3,626 unidades, que corresponde al sentido Este-Oeste en la Parroquia de Turubamba.

- **TRAFICO DE BUSES**

El análisis que se realizó para determinar el número de buses que utilizarán la vía Escalón 2, consistió en investigar el número de líneas de buses que actualmente circulan por los tramos No. 1 y 2, indicados en los gráficos No. 6.1 y 6.2 respectivamente.

En la parroquia de Turubamba, se encontró dos líneas de buses, que dan servicio principalmente a las poblaciones de los barrios: Campo Alegre, Músculos y Rieles, Bellavista del sur, Caupicho I y II, La Venecia I, Sto. Thomas I y San José de Guamaní.

El número de unidades, así como el número de viajes que realiza cada unidad se detallan en el siguiente cuadro



CUADRO No. 6.5 Conteo de buses Tramo No. 1

ESTIMACIÓN DEL NUMERO DE BUSES QUE UTILIZAN LA VIA ESCALÓN No. 2 TRAMO AV. NUEVA ORIENTAL - CALLE LEONIDAS DOBLES					
	TRANSPLANETA	VENCEDORES			TRANSLATINO
# Unidades	20	7	13	5	9
# Vueltas	8	5	4	1	10
# Viajes	16	10	8	2	20
# Buses/Viaje	320	70	104	10	180
Total Buses	684				
Total Buses/sentido	342				
Hora Inicio	5:00 AM	5:00 AM	5:00 AM	8:00 AM	5:20 AM
Hora Fin	9:00 PM	10:00 PM	10:00 PM	10:00 PM	9:00 PM
Ruta	Guamaní - Marín	Universidad Central - Caupicho		Refuerzo	Troje - Marín

Fuente: Cooperativa de transporte.

En la parroquia de Turubamba, se encontró tres líneas de buses, que dan servicio principalmente a las poblaciones de los barrios: Campo Alegre, Músculos y Rieles, Bellavista del sur, Caupicho I.

CUADRO No. 6.6 Conteo de buses Tramo No. 2

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE BUSES QUE UTILIZAN LA VÍA ESCALÓN No. 2 TRAMO No. 2 AV. MALDONADO - AV. LUCIA ALBÁN		
	JUAN PABLO	QUITUMBE
# Unidades	14	16
# Vueltas	6	8
# Viajes	12	16
# Buses/Viaje	168	256
Total Buses	424	
Total Buses/sentido	212	
Hora Inicio	5:00 AM	5:00 AM
Hora Fin	7:00 PM	10:00 PM
Ruta	Guamaní - Marín	

Fuente: Cooperativa de transporte

En la parroquia de Guamaní, se encontró dos líneas de buses, que dan servicio principalmente a las poblaciones de los barrios: Matilde Alvares, San Fernando de Guamaní, Sierra Hermosa, Guamaní Alto, La Perla, etc.

De los cuadros anteriores, en los que se indica el número de buses que actualmente transitan por los tramos de estudio indicados en los gráficos Nos. 6.1 y 6.2, se aprecia



que en el tramo No. 2 el número de vehículos es inferior al del tramo No. 1, por lo que se utilizará como dato para el año 2010 el total de buses por sentido indicados en el tramo No. 1, o sea 342 unidades, y considerando que, la parroquia de Guamaní está desarrollándose urbanísticamente, y que por tal motivo se incrementará la demanda de transporte, se considera que dicho valor se mantendrá durante el tiempo.

- TRAFICO PESADO

Para determinar el número de vehículos pesados, que transitan por los tramos No. 1 y 2 definidos anteriormente, se realizó conteos volumétricos, durante los días que se ejecutaban trabajos de topografía en la vía, ésta medición se hizo entre las 7:30 am y las 6:30 pm, durante nueve días, que se resumen en los cuadros Nos. 6.7 y 6.8 respectivamente. En las siguientes fotografías se aprecia el tipo de vehículo que transita actualmente en la vía.

FOTOGRAFIA No. 6.1 Y 6.2 TIPOS DE VEHÍCULOS PESADOS



Camión de 2 ejes (Pony Malta)



Camión de 2 ejes (Productos)



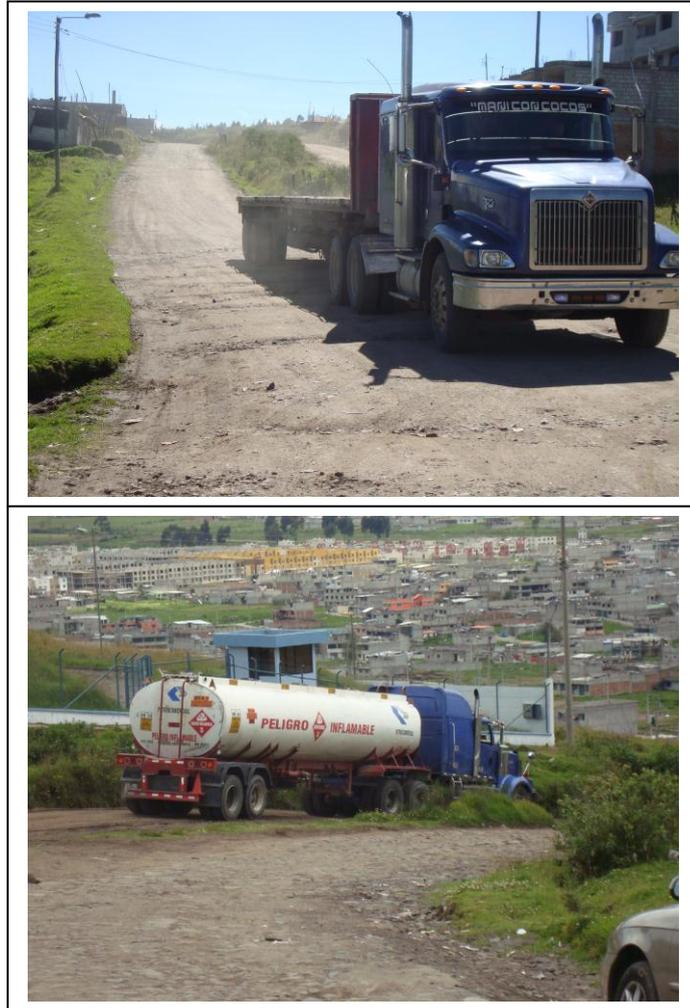
Camión de 2 ejes (Basura)



Camión de 2 ejes (Volquetas)



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



Vehículo pesado de 5 ejes (Trailer)



CUADRO No. 6,7 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 1 SECTOR DE MUSCULOS Y RIELES										
HORAS	14/12/2010		15/12/2010		16/12/2010		17/12/2010		18/12/2010	
	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE
7:00 A 7:15										
7:15 A 7:30			camión		camión		volqueta			
7:30 A 7:45	camión gas			camión madera	volqueta	camión de verde	gallineta	camión plasticos		
7:45 A 8:00	camión fruta	plataforma cemento	camión gas	camión				camión cerveza		
8:00 A 8:15	gallineta		camión arroz		volqueta	camión Guitig	camión ganado	camión Hino		
8:15 A 8:30	camión leche	camión		volqueta	camión Coca	camión	camión colchones		volqueta	
8:30 A 8:45		camión agua	camión	camión pollos	EEQ		camión publicidad	camión	gallineta	
8:45 A 9:00	volqueta	camión mudanza		camión cachineria	volqueta	plataforma acero				camión papas
9:00 A 9:15		camión gas	eductor Emaap-q		camión fruta		camión cables	gallineta		camión madera
9:15 A 9:30	mula	camión chatarra	camión	volqueta	camión gas	volqueta		volqueta	camión leche	volqueta
9:30 A 9:45	camión chamba	plataforma cemento		camión agua	cabezote		camión motos	camión tablas		volqueta
9:45 A 10:00	camión chevrolet		camión material			volqueta	camión de pisos		camión gas	volqueta
10:00 A 10:15		camión arroz	camión agua	plataforma-retroexcavadora	camión			volqueta	volqueta	camión gas
10:15 A 10:30	camión	plataforma	volqueta			volqueta	camión repuestos	camión productos	volqueta	camión
10:30 A 10:45	camión GH	camión Coca		camión pony malta	volqueta	EEQ	camión naranja	camión cerramien	camión	
10:45 A 11:00			volqueta		volqueta	camión	mixer	plataforma C.A		
11:00 A 11:15	plataforma	volqueta	gallineta	camión plastigama	camión Juris				volqueta	
11:15 A 11:30	volqueta			camión brahma		volqueta	camión chanchos	camión agua	camión chamba	volqueta
11:30 A 11:45	volqueta	volqueta	camión ganado	mixer			camión EMAAP-Q	camión pintura	camión EMMAP-Q	volqueta
11:45 A 12:00		camión productos	camión vidrio		camión carne	basura		camión chamba		volqueta
12:00 A 12:15	camión Mr. Pollo		camión publicida	camión	volqueta			camión vitrinas	volqueta	camión basura
12:15 A 12:30		basura		camión comida	volqueta		mixer		volqueta	camión
12:30 A 12:45	camión agua	camión pingos	camión cables			volqueta			camión de verde	
12:45 A 13:00	camión cerveza			volqueta		gallineta	camión gas	camión colchones	camión pelotas	
13:00 A 13:15			camión motos		camión pingos		camión fruta	plataforma cemento		
13:15 A 13:30	camión bloques		camión de pisos				gallineta		camión plantas	



CUADRO No. 6,7 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 1 SECTOR DE MUSCULOS Y RIELES

13:15 A 13:30	camión bloques		camión de pisos				gallineta		camión plantas	
13:30 A 13:45	camión bloques	gallineta		volqueta	camión	volqueta	camión leche	camión		camión
13:45 A 14:00	volqueta		camión repuestos	camión quesos	camión llantas			camión agua		camión
14:00 A 14:15			camión naranja	camión latas		camión	volqueta	camión mudanza	camión gas	
14:15 A 14:30	mula	camión fruta	mixer	plataforma C.A	gallineta	camión postes		camión gas	camión	
14:30 A 14:45	gallineta				camión gas	camión Los Andes	mula	camión chatarra		
14:45 A 15:00	camión	camión Yanbal	camión chanchos			volqueta	camión chamba	plataforma tubos	volqueta	camión gas
15:00 A 15:15	camión chanchos	camión modulares	camión EMAAP-Q	camión pintura		camión papas	camión chevrolet		volqueta	camión
15:15 A 15:30	mixer	camión	camión	gallineta	EEQ			camión arroz		camión Hino FC
15:30 A 15:45	camión madera					volqueta	camión	plataforma-gallineta		
15:45 A 16:00		camión emaap	camión	camión	camión gas		camión GH	camión Coca	volqueta	
16:00 A 16:15	camión gas			camión hierro	camión	eductor EMAAP-Q		camión vacas		
16:15 A 16:30		camión	camión gas	mixer		gallineta	plataforma	volqueta		
16:30 A 16:45	mixer		mixer	camión piñas	camión tubos		volqueta		camión	
16:45 A 17:00	camión chamba	volqueta	camión mallas			camión llantas	volqueta	volqueta	volqueta	
17:00 A 17:15	volqueta		camión Policía		mixer			camión EMMAP-Q	camión	
17:15 A 17:30	camión fruta			plataforma		camión leche	camión Mr. Pollo			
17:30 A 17:45	volqueta	volqueta		camión AGA	camión leche	camión hino				camión
17:45 A 18:00		gallineta			gallineta		camión leche			camión gas
18:00 A 18:15							camión			
18:15 A 18:30					volqueta					
18:30 A 18:45										
18:45 A 18:00										
TOTAL 2E	24	20	25	22	24	21	24	25	22	17
TOTAL 3E	7	7	4	5	5	5	6	5	1	2

FUENTE: Propia



CUADRO No. 6.8 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 2 SECTOR GUAMANÍ

HORAS	24/01/2011		25/01/2011		27/01/2011		29/01/2011	
	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE
7:00 A 7:15								
7:15 A 7:30								
7:30 A 7:45				camión madera				camión producto
7:45 A 8:00	camión		camión gas	camión		camión papas		camión producto
8:00 A 8:15	camión bloques	platafor ma	camión piñas				camión	
8:15 A 8:30		camión		volqueta	camión	camión tesalia	camión productos	
8:30 A 8:45	volqueta	camión fruta					camión productos	camión producto
8:45 A 9:00				eductor emmapg	volqueta	camión papas		
9:00 A 9:15					camión papas	volqueta	tanquero agua	volqueta
9:15 A 9:30	camión	camión gas	camión	volqueta			camión palos	camión madera
9:30 A 9:45					camión AGA	volqueta		
9:45 A 10:00	camión		camión material					
10:00 A 10:15		camión papas	camión agua	tanquero agua	camión madera	volqueta	camión productos	volqueta
10:15 A 10:30	camión GH	platafor ma				mixer	volqueta	camión producto
10:30 A 10:45				camión cerveza	volqueta	camión telefonos	camión adoquine	camión producto
10:45 A 11:00				camión tubos	volqueta			camión cemento
11:00 A 11:15		volqueta	gallineta		camión Mr. Pollo	camión	camión arroz	
11:15 A 11:30				camión policia		volqueta		camión producto
11:30 A 11:45		camión Coca	camión ganado					camión tanquero
11:45 A 12:00	volqueta	camión producto		mixer	camión vacas	eductor EMAAP-Q	camión pollos	camión árboles
12:00 A 12:15	camión Mr. Pollo		camión publicida					
12:15 A 12:30				camión cuaderno		volqueta	mixer	camión arroz
12:30 A 12:45	camión agua		camión cables					
12:45 A 13:00	camión cerveza	camión arroz		volqueta		mixer	camión gas	camión colchone
13:00 A 13:15					camión iabas		camión fruta	platafor ma
13:15 A 13:30			camión de pisos			volqueta	gallineta	



CUADRO No. 6.8 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 2 SECTOR GUAMANÍ

13:15 A 13:30			camión de pisos			volqueta	gallineta	
13:30 A 13:45	camión madera	volqueta			camión papel		camión leche	camión
13:45 A 14:00				camión frutas	mixer			camión producto
14:00 A 14:15			camión naranja			camión		
14:15 A 14:30	mula		mixer		camión gas	camión condime		
14:30 A 14:45						volqueta	volqueta	camión gas
14:45 A 15:00		camión frutas	camión chanchos	platafor postes				
15:00 A 15:15			camión EMAAP-		camión botellas	camión papas	camión productos	camión barrilas
15:15 A 15:30	mixer	camión camas	camión mesas	camión quimicos				camión arroz
15:30 A 15:45	camión fruta					volqueta		
15:45 A 16:00		eductor empaq	camión	camión	camión muebles			volqueta
16:00 A 16:15	camión gas	volqueta						camión Coca
16:15 A 16:30			camión gas	camión electrodo	camión naranja	camión de leche		
16:30 A 16:45		camión tubos	mixer					
16:45 A 17:00			camión mallas			camión llantas		camión
17:00 A 17:15	volqueta							
17:15 A 17:30	camión tubos	volqueta			camión leche			
17:30 A 17:45								
17:45 A 18:00								
18:00 A 18:15								
18:15 A 18:30								
18:30 A 18:45								
18:45 A 18:00								
TOTAL 2E	14	15	17	14	14	17	16	19
TOTAL 3E	3	2	2	3	3	4	1	4

FUENTE: Propia



Los conteos vehiculares efectuados, tanto en el Tramo 1 sector de Músculos y rieles y el Tramo 2 sector de Guamaní, para los vehículos pesados de 2 ejes y 3 ejes, se resumen a continuación, en el cuadro No. 6.9

CUADRO No. 6.9 Conteos Volumetricos vehiculos pesados 2 y 3 ejes

Fecha	TRAMO 1				TRAMO 2			
	OESTE-ESTE		ESTE-OESTE		OESTE-ESTE		ESTE-OESTE	
	2E	3E	2E	3E	2E	3E	2E	3E
14/12/2010	24	7	20	7				
15/12/2010	25	4	22	5				
16/12/2010	24	5	21	5				
17/12/2010	24	6	25	5				
18/12/2010	22	1	17	2				
24/01/2011					14	3	15	2
25/01/2011					17	2	14	3
27/01/2011					14	3	17	4
29/01/2011					16	1	19	4
Maximo	25	7	25	7	17	3	19	4

FUENTE: Propia

Estos valores de vehículos de tipo pesado serán los que se utilice como datos iniciales para el año 2010, para los vehículos pesados de 2 y 3 ejes.

Así mismo fue necesario realizar un muestreo de las diferentes clases de vehículos pesados que circulan principalmente por las avenidas Nueva Oriental, Pedro V. Maldonado, Mariscal Sucre y sector Nueva Aurora, para determinar el porcentaje existente de vehículos pesados de 5 y 6 ejes, en ambos sentidos, los que se indican en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 6.10 Cantidad de vehículos pesados por clase

SENTIDO	Av. Oriental				Av. Maldonado				Av. M. Sucre				Nueva Aurora			
	2E	3E	5E	6E	2E	3E	5E	6E	2E	3E	5E	6E	2E	3E	5E	6E
NORTE-SUR	749	150	70	30	1.208	242	113	48	1.121	224	105	45				
TOTAL PESADOS	999				1.611				1.494							
SUR-NORTE	868	174	81	35	1.508	302	141	60	1.067	213	100	43				
TOTAL PESADOS	1.157				2.010				1.423							
OESTE-ESTE													426	85	40	17
TOTAL PESADOS													568			
ESTE-OESTE													465	93	56	6
TOTAL PESADOS													620			

FUENTE: Propia



De los conteos volumétricos realizados, se determinó que el mayor número de vehículos pesados corresponden al tipo “Camión C₂” y una parte mínima al tipo “Camión C₃”, según , sin embargo, se considerará como parte de éste tráfico, al generado o desviado, que representa el 10% del tráfico que actualmente circulan por las vías principales que cruzan en sentido transversal a la vía Escalón 2, por lo que el número de vehículos por tipo de eje para el año inicial (2010) es el siguiente:

Cuadro No. 6.11 TPDA de vehículos por clase

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			
			2E	3E	5E	6E
Trafico año 2010 en Tramos 1 y 2	3626	342	25	7	0	0
Trafico Desviado 10%	1323	48	151	30	14	6
Total	4949	390	176	37	14	6

FUENTE: Propia.

6.5 TASA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR

Actualmente, en Quito circulan 420 mil vehículos activos (uno por cada cinco personas), es necesario señalar que el crecimiento, tanto en número como en proporción ocurre fundamentalmente en las categorías de vehículos livianos que en su mayor parte son de uso particular, llegando al 94% del parque automotor de Quito, esto se debe, en parte a la facilidad de adquisición de un vehículo que existe hoy en día.

Por lo que en base y a partir del gráfico No. 6.3 Incremento vehicular, referente a las tasas de motorización, se pueden obtener tasas de crecimiento vehicular, para los vehículos livianos, sin embargo, se adoptarán las tasas referentes al proyecto “Prolongación de la avenida Simón Bolívar”, realizada en el año 2002, por la EMMOP-Q.



Por otra parte, el número de vehículos de transporte masivo, es decir los buses, en el año 2004 alcanzaron las 10488 unidades que representaron el 1.4% del parque vehicular total, tomando en consideración que la tasa de crecimiento de buses no es directamente proporcional a la cantidad de habitantes, y tomando en cuenta que en el Distrito Metropolitano de Quito no podrán desplazarse más de 25785 unidades debido a la geometría de la ciudad, por lo que, para este tipo de vehículos, también se adoptarán las tasas del proyecto de la prolongación de la Av. Simón Bolívar, cuyo valor de 3.50% como tasa de crecimiento para buses.

Así mismo la tasa de crecimiento para los vehículos pesados se adoptó de la fuente anteriormente mencionada.

El presente cuadro No. 6.12 nos refleja la tasa de crecimiento vehicular desde el año 2000 hasta el 2030, por quinquenios, para los diferentes tipos de vehículos, tomadas del proyecto “Prolongación de la avenida Simón Bolívar”, realizada en el año 2002, por la EMMOP-Q.

CUADRO No. 6.9 TASA DE CRECIMIENTO DE TRAFICO ANNUAL (%)

Años	Livianos	Buses	Pesados
2000-2005	1,84%	3,50%	2,30%
2005-2010	2,47%	3,50%	2,30%
2010-2015	3,28%	3,50%	3,00%
2015-2020	4,36%	3,50%	4,00%
2020-2025	4,36%	3,50%	4,00%
2025-2030	4,36%	3,50%	4,00%

Fuente: Proyecto EMOP-Q

6.6 OBTENCION DE RESULTADOS

Para determinar el TPDA de diseño para 10 y 20 años, se obtuvo utilizando la siguiente fórmula, que se resume en el cuadro No. 6.13 y No. 6.14

$$Esal_s = TPDA_{(10-20)} * Fc * n * Dd * \%PCD * 365 \quad (\text{FLEXIBLE})$$



E_{sal_s} = número de ejes equivalentes

$TPDA_{(10-20)}$ = Tráfico Promedio Diario Anual proyectado a 10 y 20 años

F_{carga} = Factor de carga

n = periodo de diseño (años)

D_d = Distribución direccional (%)

PCD = Pesados en el carril de diseño (%)

CUADRO No. 6.13 ANALISIS DE TRAFICO (FLEXIBLE)							
Período	Liviano	Bus	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	TPDA
2010	4949	390	176	37	14	6	5.572
2011	5111	404	181	38	14	6	5.755
2012	5279	418	187	39	15	6	5.944
2013	5452	432	192	40	15	7	6.139
2014	5690	448	200	42	16	7	6.402
2015	5938	463	208	44	17	7	6.676
2016	6197	479	216	45	17	7	6.963
2017	6467	496	225	47	18	8	7.261
2018	6749	514	234	49	19	8	7.572
2019	7043	532	243	51	19	8	7.897
2020	7350	550	253	53	20	9	8.235
2021	7671	569	263	55	21	9	8.589
2022	8005	589	274	58	22	9	8.957
2023	8354	610	285	60	23	10	9.341
2024	8718	631	296	62	24	10	9.742
2025	9099	653	308	65	24	10	10.160
2026	9495	676	320	67	25	11	10.595
2027	9909	700	333	70	26	11	11.050
2028	10341	724	346	73	28	12	11.524
2029	10792	750	360	76	29	12	12.019
2030	11263	776	375	79	30	13	12.535
Distribución direccional						100%	
Pesados en el carril de diseño						80%	
FUENTE: Ing. Leonardo Tupiza S., DATOS: Propios							



CUADRO No. 6.13 ANALISIS DE TRAFICO (FLEXIBLE)						
CARGAS DE TRÁFICO			PERIODO (años)		PERIODO (años)	
			10		20	
Tipo de Vehículo	Carga del eje Ton	Factor de carga (daño)	TPDA medio	No de Ejes	TPDA medio	No de Ejes
Livianos	1,00	0,0005	6.150	9.464	8.106	24.948
	1,00	0,0005	6.150	9.464	8.106	24.948
	2,00	0,0011		18.928		49.897
Buses	5,50	0,4823	470	661.844	583	1.641.937
	10,00	2,2118	470	3.035.465	583	7.530.538
	15,50	2,6940		3.697.310		9.172.475
Camión 2 ejes PESADO 2DB	6,00	0,6830	215	428.796	275	1.096.920
	12,00	4,5864	215	2.879.326	275	7.365.718
	18,00	5,2694		3.308.122		8.462.638
Camión 3 ejes 3A	6,00	0,6830	45	89.748	58	231.350
	20,00	3,1605	45	415.289	58	1.070.522
	26,00	3,8435		505.037		1.301.873
Camión 5 ejes 3S2	6,00	0,6830	17	33.905	22	87.754
	20,00	3,1605	17	156.887	22	406.060
	20,00	3,1605	17	156.887	22	406.060
	46,00	7,0040		347.679		899.874
Camión 6 ejes 3S3	6,00	0,6830	7	13.961	9	35.899
	20,00	3,1605	7	64.600	9	166.116
	24,00	1,1856	7	24.233	9	62.314
	50,00	5,0291		102.795		264.329
ESAL'S				7.979.870	20.151.086	

FUENTE: Ing. Leonardo Tupiza S., DATOS: Propios

$$N_{18} = TPDA_{(10-20)} * 365 * n * fc * FC \quad (\text{RIGIDO})$$

N_{18} =número de ejes equivalentes

$TPDA_{(10-20)}$ =Tráfico Promedio Diario Anual proyectado a 10 y 20 años

n=periodo de diseño (años)

fc=Factor de confiabilidad

FC=Factor de carril



CUADRO No. 6.14 ANALISIS DE TRAFICO (RIGIDO)

Período	Liviano	Bus	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	TPDA
2010	4949	390	176	37	14	6	5.572
2011	5111	404	181	38	14	6	5.755
2012	5279	418	187	39	15	6	5.944
2013	5452	432	192	40	15	7	6.139
2014	5690	448	200	42	16	7	6.402
2015	5938	463	208	44	17	7	6.676
2016	6197	479	216	45	17	7	6.963
2017	6467	496	225	47	18	8	7.261
2018	6749	514	234	49	19	8	7.572
2019	7043	532	243	51	19	8	7.897
2020	7350	550	253	53	20	9	8.235
2021	7671	569	263	55	21	9	8.589
2022	8005	589	274	58	22	9	8.957
2023	8354	610	285	60	23	10	9.341
2024	8718	631	296	62	24	10	9.742
2025	9099	653	308	65	24	10	10.160
2026	9495	676	320	67	25	11	10.595
2027	9909	700	333	70	26	11	11.050
2028	10341	724	346	73	28	12	11.524
2029	10792	750	360	76	29	12	12.019
2030	11263	776	375	79	30	13	12.535

Factor de confiabilidad

0,2728

Factor de carril

80%

FUENTE: Ing. Leonardo Tupiza S., DATOS: Propios



**CUADRO No. 6.14 ANALISIS DE TRAFICO (RIGIDO)
CARGAS DE TRÁFICO**

Tipo de Vehículo	PERIODO (años)		PERIODO (años)	
	TPDA medio	No de Ejes	TPDA medio	No de Ejes
Livianos	6.150	4.899.796	8.106	12.916.339
	6.150	4.899.796	8.106	12.916.339
		9.799.591		25.832.679
Buses	470	374.456	583	928.969
	470	374.456	583	2.054.689
		748.912		2.983.658
Camión 2 ejes PESADO 2DB	215	171.294	275	299.292
	215	171.294	275	2.009.718
		342.587		2.309.010
Camión 3 ejes 3A	45	35.852	58	63.123
	45	35.852	58	292.089
		71.704		355.213
Camión 5 ejes 3S2	17	13.544	22	23.943
	17	13.544	22	110.793
	17	13.544	22	110.793
		40.632		245.528
Camión 6 ejes 3S3	7	3.809	9	9.795
	7	17.626	9	45.324
	7	6.612	9	17.002
		28.047		72.122
ESAL'S		11.031.475	31.798.209	

FUENTE: Ing. Leonardo Tupiza S., DATOS: Propios

De lo que se resumen los siguientes valores

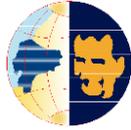
Años	Número de ejes equivalentes	
	10	20
PAV FLEXIBLE	7.979.870	20.151.086
PAV RIGIDO	11.031.475	31.798.209

Fuente : Propia



6.7 CONSIDERACIONES GENERALES

- Debido a que no se cuenta con la ubicación exacta de ciertas estaciones de conteo, tanto automáticas como manuales, éstas se han ubicado en sitios estratégicos, que nos facilite el manejo de la información.
- En los tramos de vía, en donde no existe información de conteo vehicular, se asumirá la información de la estación de conteo más cercana.
- La estimación del TPDA, se la realizó en función del número de habitantes existentes y que utilizarán la vía Escalón 2, y tomando referencia al número de vehículos por habitante, se proyectó el número de vehículos que circularan por la vía.
- Con el dato obtenido del T.P.D.A. observamos en la tabla, de ese entonces, Ministerio de Obras Públicas, para obtener el tipo de vía que corresponde nuestro proyecto vial.



Contenido

CAPITULO 6 172

ESTUDIO DE TRÁFICO 172

6.1 OBJETIVOS	172
- OBJETIVO GENERAL	172
- OBJETIVO ESPECIFICOS	172
6.2 ALCANCE	172
6.3 UBICACIÓN	173
- ESTACIONES DE CONTEO	173
GRAFICO No. 6.1 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN No. 1	174
CONTEO VOLUMÉTRICO	174
GRAFICO No. 6.2 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN No. 2	174
CONTEO VOLUMÉTRICO	174
6.4 CONTEOS VOLUMETRICOS DE TRÁFICO	175
CUADRO NO.6.1 DATOS DE CONTEOS VOLUMETRICOS	175
- TRAFICO LIVIANO	176
GRÁFICO No. 6.3 INCREMENTO VEHICULAR	176
GRAFICO No. 6.4 BARRIOS ALEDAÑOS A LA VÍA	177
CUADRO NO. 6.3 PROYECCION VEHICULOS LIVIANOS PARROQUIA GUAMANI	178
CUADRO NO. 6.4 PROYECCION VEHICULOS LIVIANOS PARROQUIA TURUBAMBA	178
- TRAFICO DE BUSES	179
CUADRO NO. 6.5 CONTEO DE BUSES TRAMO 1	179
CUADRO NO. 6.6 CONTEO DE BUSES TRAMO 2	180
- TRAFICO PESADO	181
FOTOGRAFIA No. 6.1 Y 6.2 TIPOS DE VEHÍCULOS PESADOS	181
DO. 6.7 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO SECTOR DE MUSULOS RS	183
CUADRO NO. 6.8 CONTEOS VEHICULARES REALIZADOS EN EL TRAMO 2 SECTOR GUAMANI	185
CUADRO NO. 6.9 CONTEOS VOLUMETRICOS PESADOS 2 Y 3 EJES	187
CUADRO NO. 6.10 CANTIDAD DE VEHICULOS PESADOS POR CLASE	188
CUADRO NO. 6.11 TPDA DE VEHICULOS POR CLASE	188
6.5 TASA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR	188
CUADRO NO. 6.12 TASA DE CRECIMIENTO DE TRAFICO ANUAL (%)	189
6.6 OBTENCION DE RESULTADOS	189
CUADRO NO. 6.13 ANALISIS DE TRAFICO (FLEXIBLE)	190
CUADRO NO. 6.14 A	192
NALISIS DE TRAFICO (RIGIDO)	192
6.7 CONSIDERACIONES GENERALES	194



CAPITULO 7

DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA E INTERSECCIONES

7.1 LEVANTAMIENTO DE LA FAJA TOPOGRAFICA

Para este trabajo se utilizó Estación Total Leica y Trimble M3, iniciando en el ingreso al barrio Músculos y Rieles, abscisado cada 20 m en tangentes, cada 10.00 en curvas, colocando donde sea útil y de fácil acceso a las mismas para el replanteo del eje. La faja topográfica tiene un ancho aproximado de 25 m a cada lado del eje del camino existente y en puntos importantes como es la quebrada Caupicho y en lugares de posibles redondeles hasta 100 m de ancho.

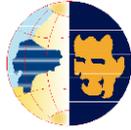
Aproximadamente en el km. 5+540 al km 5+800 del proyecto existe una quebrada nominada Cornejo en el que para no exceder en la pendiente de diseño será necesario realizar un puente vehicular o un relleno por lo que su luz es 260.00m.

Con estos antecedentes la Administración Zonal Quitumbe nos ha informado que se realizará estudios más detallados a posterior.

7.2 EL PROCESO DE DISEÑO

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial.

Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte.



7.3 CARACTERISTICAS PARA LA DEFINICION DEL TRAZADO

Los parámetros fundamentales que se deben considerar en todo trazado de carreteras son las siguientes:

7.3.1. Características Humanas

Se refieren a la visión, percepción, aspectos psicológicos, eficacia, fatiga aspectos fisiológicos, tiempos de percepción y reacción del conductor. Para el Ecuador, se considera tiempos de percepción de 1 seg y de reacción de 2 seg; alturas del ojo del conductor de 1.05m para vehículos livianos, 2.0 m para vehículos pesados y del obstáculo de 0.15 m (TRRL - ODA hacia vías más seguras en países en desarrollo).

7.3.2 Características del Vehículo

Las características de funcionamiento de un vehículo están ligadas con los siguientes parámetros (pie., potencia, visibilidad, velocidad, radio mínimo de giro) características generales de acuerdo a normas internacionales.

7.3.3 Características de Diseño

Los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, la gradiente, la capacidad de flujo y nivel de servicio, las intersecciones, y las facilidades intermedias.

7.4 OBTENCION DE LA FAJA TOPOGRAFICA

Para la obtención de la faja topográfica se utilizo y se utilizara para el Diseño Geométrico el Programa Civil Cad 3D versión 2011 el cual es un programa muy versátil y compatible con el Autocad.



7.5 CRITERIOS DE DISEÑO

Desde el punto de vista geométrico se puede definir a un camino, en el plano horizontal, como un conjunto de alineaciones rectas unidas entre sí por curvas que cumplen la condición de tangencia, y en el plano vertical como un conjunto de líneas de gradiente, enlazadas con curvas de redondeamiento tangentes a dichas líneas.

Los *critérios a aplicar* en los distintos casos se establecen mediante normas y recomendaciones que el proyectista debe respetar y en lo posible, dentro de límites económicos razonables, superar, para lograr un trazado que satisfaga las necesidades del tránsito y brinde la calidad del servicio que se pretende obtener de la carretera como se menciona a continuación algunos criterios básicos:

- 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.

Sabemos el rango de pendientes permisibles para el proyecto, las normas dicen que se debe identificar el radio mínimo de curvatura al cual debemos unir las alineaciones a colocar, sin embargo estos datos son informativos para la colocación de la línea cero la misma que debe ser colocada de la siguiente manera.

1. Colocar lo más centrado en la faja topográfico disponible.
2. Utilizar como pendiente mínima el 0.5%.
3. Nunca colocar la línea cero con la máxima pendiente permisible para el tipo de vía.
4. Si en la faja topográfica se identifica el polígono del levantamiento una buena medida es acercarse con la línea cero al polígono pues se está aprovechando el terreno.
5. No cambiar la pendiente en la línea cero para longitudes cortas se recomienda mantener la pendiente en longitudes mayores o iguales a 100



metros, con excepción de los saltos los cuales se prevee utilizar para salvar dificultades en el terreno que permiten la continuidad en el terreno.

6. La línea cero se identifica cortando puntos entre curvas de nivel progresivas nunca se debe realizar entre curvas atrás y adelante sucesivamente.
7. Los saltos con la línea cero deben tener longitudes compatibles con los accidentes del terreno que ilustra la faja topográfica.
8. Dependiendo el lado del proyecto que se ponga de línea cero será corte o relleno.
 - Si el proyecto pasa por la línea cero, el eje no hace ni corte ni relleno.
 - Si el proyecto pasa por encima de la línea cero, el eje produce corte.
 - Si el proyecto pasa por debajo de la línea cero, el eje produce relleno.

Tomando en cuenta el valor de la pendiente transversal (n) se decide donde colocar las tangentes.

9. Una vez colocado el eje este se proyectara en el plano vertical, el menor valor de gradiente para permitir el drenaje de las aguas es de 0.5%.
10. El proyecto vertical tiene como objetivo el menor movimiento de tierras. El proyecto horizontal será la base para iniciar el proyecto vertical.
11. Una vez obtenido el perfil del terreno se colocan las alineaciones tangentes de acuerdo a las siguientes reglas.
 - La gradiente del proyecto vertical es igual a la gradiente de la línea cero $\pm 1\%$
 - La cota del proyecto es igual a la cota de la línea cero $\pm 2m$.

7.6 CLASE DE CARRETERA

El Escalón 2 por constituir una vía destinadas a recibir el tráfico a gran escala por el crecimiento acelerado de la población y poseer característica similares a una vía de



gran importancia y serviciabilidad como los corredores se encuentra inmersa dentro del Grupo de Colectoras , características y secciones transversales aprobados por Consejo Metropolitano de Quito según Ordenanza 3746 de fecha 10 de Junio del 2008, esta vía además tiene la clasificación Clase I para un Tráfico Promedio >8000 clasificación dada según las Normas del MTOP que además están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales.

7.7 NORMAS DE DISEÑO

Además se define al diseño geométrico de un camino como una técnica que maneja en forma científica y normalizada los elementos geométricos que lo constituyen.

Dentro de los parámetros básicos de diseño geométrico tenemos que considerar las características del *tráfico, la velocidad vehicular, el volumen y su composición.*

El tráfico es uno de los datos más importantes dentro del diseño geométrico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea el volumen máximo de vehículos que la carretera a proyectarse pueda absorber. El tráfico en consecuencia afecta directamente a las características de diseño geométrico.

La velocidad de diseño gobierna los siguientes valores de diseño: radio de curvatura, peralte, sobre ancho, curvas de transición, distancias de visibilidad al frenado y al rebasamiento, pendientes longitudinales.

El volumen y composición del tráfico se reflejan en la sección transversal y en todo lo que tiene que ver con la capacidad.

Otro de los factores básicos del diseño geométrico es la topografía del terreno sobre la que se desarrolla el proyecto, es decir es un factor determinante y por lo tanto influye en el alineamiento, gradientes, distancias de visibilidad, secciones transversales, etc.



En muchas ocasiones, la naturaleza del terreno determina el tipo de carretera a diseñarse. Así pues, para un terreno plano una carretera de dos carriles puede ser apropiada, pero para un terreno accidentado o montañoso puede necesitarse un carril adicional para el accenso de vehículos pesados en ciertos tramos. Además en el cálculo de valores geométricos intervienen, el volumen de tráfico TPDA, la velocidad de diseño y la topografía del terreno: Llano (Ll), Ondulado (O), Montañoso (M), se calculará en forma analítica dentro de las normas que para el objeto cada país las dicta.

Las normas para diseño geométrico de carreteras del MTOP han sido preparadas tomando como base las recomendaciones de la Asociación de Funcionarios de Carreteras Estatales AASTHO.

7.8 DEFINICION DE LOS ELEMENTO QUE FORMAN PARTE DE LA GEOMETRIA DE LA VIA

- EJE DEL CAMINO:

Es la línea media contenida en la calzada.

- CALZADA:

Es el sector de la sección transversal del camino destinado a la circulación de los vehículos.

- ESPALDON:

Es el sector de la sección transversal que limita con la calzada y el inicio de las cunetas, técnicamente se las diseña entre otras cosas para mejorar la capacidad de la carretera, ubicar la señalización de la vía, estacionar al vehículo accidentado y varia su ancho de acuerdo a la importancia del camino.



- **REJILLA:**

Es el sector de la sección transversal dispuesto para recoger y conducir el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre la obra básica.

- **OBRA BASICA:**

Se designa con este nombre al cuerpo del camino que incluye a más de la sección transversal, el ancho de los taludes desde el vértice de la cuneta a la intersección del corte con el terreno natural, y en relleno desde el borde relleno al pie del talud. En el trazado de un camino el ancho de la obra básica queda determinado por la ubicación de las estacas laterales.

7.9 VELOCIDAD DE DISEÑO

Interviene como dato la velocidad de diseño, definida como la velocidad con la cual un vehículo puede circular por una carretera en condiciones de seguridad, es la velocidad con la cual se calculan los elementos geométricos de la vía para el diseño horizontal y vertical.

La velocidad de diseño se acepta en atención a diferentes factores:

- Topografía del terreno
- Clase o tipo de carretera
- Volumen de tráfico
- Uso de la tierra

En algunos cálculos intervienen la velocidad de circulación, la misma que se obtiene dividiendo un tramo del camino para el tiempo que demora en recorrerlo el vehículo. La AASTHO recomienda calcular como un porcentaje de la velocidad de diseño bajo el siguiente criterio:



$$V_c = 0,8.V + 6.5 \quad \text{TPDA} < 1000 \text{ Volumen de Trafico}$$

$$V_c = 1,32.V^{0.89} \quad <3000 \text{ Volumen de Mediano Trafico}$$

En el manual del diseño del MTOP se han calculado los diferentes valores para la velocidad de circulación, aceptando este criterio, como se puede ver en el cuadro No.7.1. Para el diseño geométrico las normas del MTOP clasifican a las carreteras en función del TPDA (tráfico promedio diario anual) y les asigna una velocidad de diseño de acuerdo a la tipología del terreno.

CUADRO No.7.1 VALORES PARA LA VELOCIDAD DE DISEÑO

TPDA	CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO					
		RECOMENDABLE			MINIMA		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
MAS DE 8000	R-I o R-II	120	110	90	110	90	80
DE 3000 A 8000	I	110	100	80	100	80	70
DE 1000 A 3000	II	110	100	80	100	80	60
DE 300 A 1000	III	100	80	60	90	70	50
DE 100 A 300	IV	90	70	60	80	60	40
MENOS DE 100	V	70	60	50	50	40	40

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

CUADRO No.7.2 VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN EL TIPO DE CAMINO

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
	IV.1	60 - 80	50 - 60
IV.2	60 - 80	50 - 60	40 - 50
V.1	50 - 60	35 - 50	25 - 40
V.2	50 - 60	35 - 50	25 - 40
V.3	50 - 60	35 - 50	25 - 40
V.4	30 - 50	35 - 50	25 - 40
V.5	30 - 50	20 - 40	15 - 30

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

**CUADRO No.7.3 VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCION DE LOS VOLUMENES DE TRÁFICO**

Velocidad de Diseño (Vd)	Volumen de Tráfico Bajos	Volumen de Trafico Intermedios
40	39	35
50	47	43
60	55	50
70	63	58
80	71	66
90	79	73
100	87	79
110	95	87
120	103	95

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

7.10 SECCION TIPICA ADOPTADA

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende de los parámetros indicados en las normas de diseño. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta en los beneficios a los usuarios así como los costos de mantenimiento.

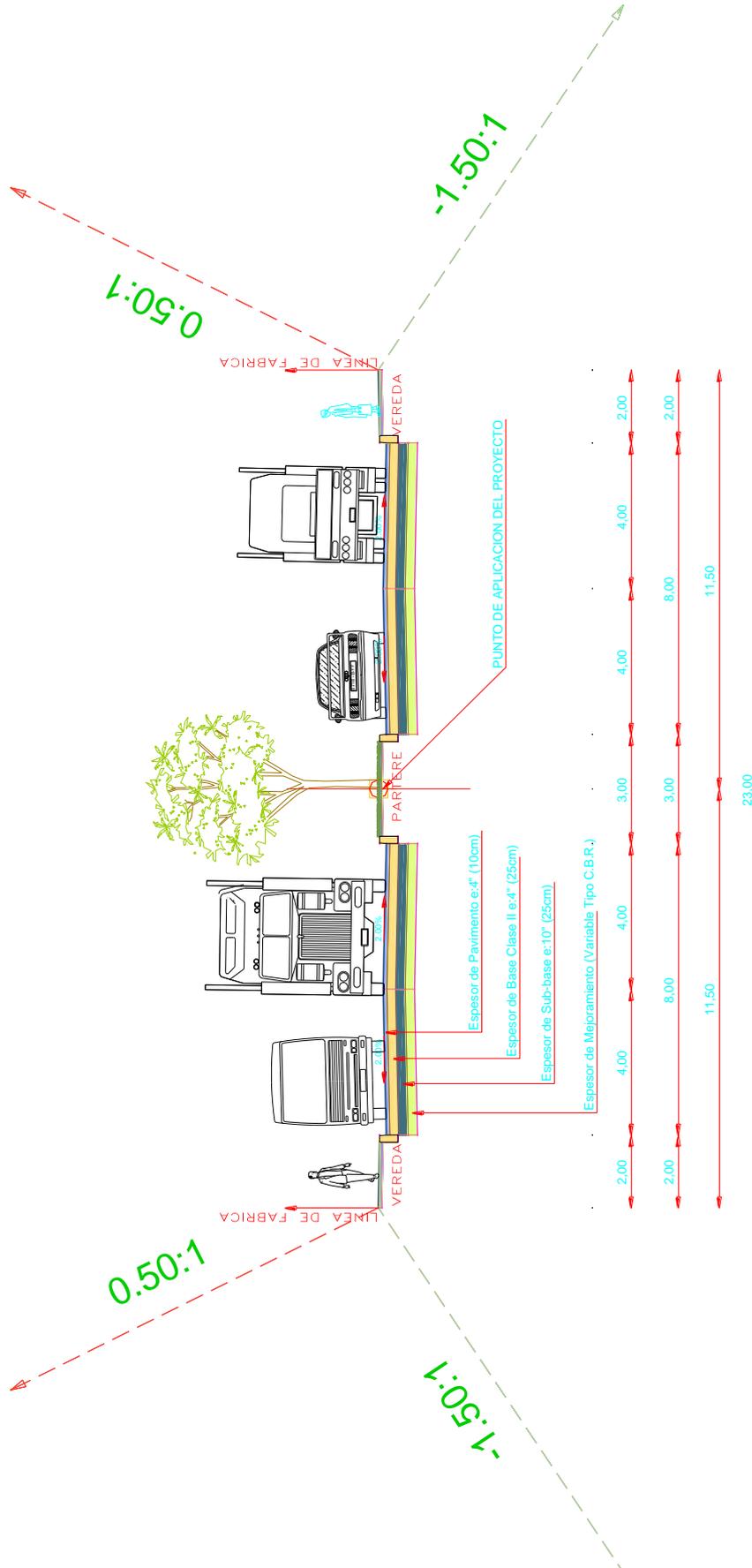
El ancho de la sección transversal típica del para la Actualización de los Estudios para el Escalón 2 está constituido por ancho de:

- Pavimento
- Veredas
- Parterre Central
- Taludes de Interiores
- Pendiente Transversal

Para proceder al Diseño del Eje de Vía se describe rápidamente los elementos, descripción a detalle se lo realiza en los capítulos subsiguientes de sección transversales típicas.



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2





7.11 PROYECTO HORIZONTAL

Un trazado óptimo es aquel que es adaptado económicamente a la topografía del terreno, es decir, que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible, constituyendo la elaboración a detalle Km. a Km. del proyecto.

En los estudios y diseños preliminares se trabajaran en gabinete y sobre la faja topográfica, con curvas de nivel a intervalos de 1m las menores y las mayores o maestras a cada 5m.

7.11.1 DISEÑO DE TANGENTES

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa).

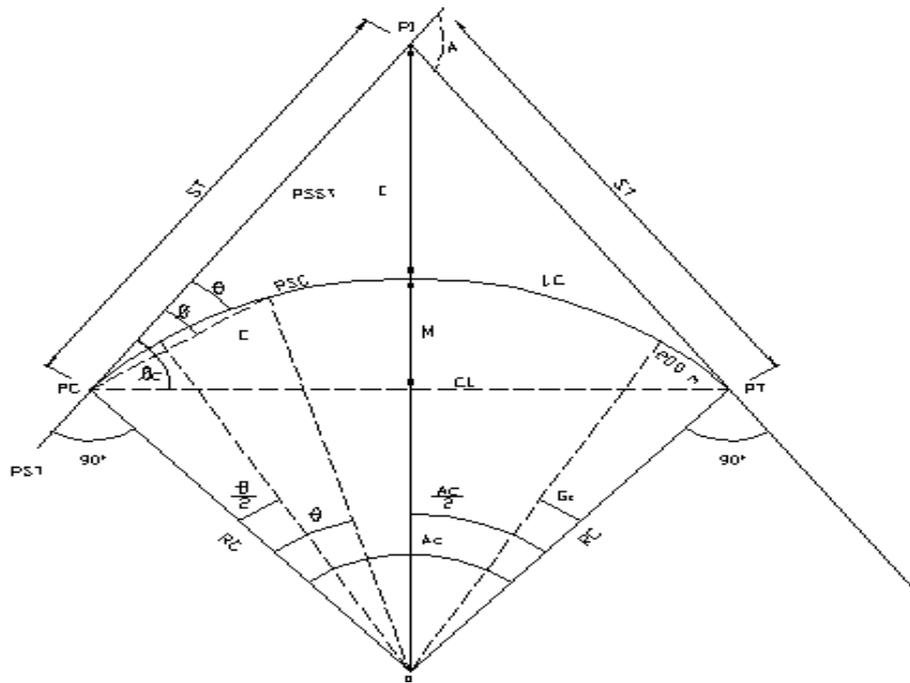
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

7.11.2 DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.



GRAFICO No.7.1 GRAFICO DE CURVA HORIZONTAL



- PI** Punto de intersección de la prolongacion de tangentes
- PC** Punto donde comienza la curva circular simple
- PT** Punto en donde termina la curva circular simple
- PST** Punto sobre la tangente
- PSST** Punto sobre la subtangente
- PSC** Punto sobre la curva circular
- O** Centro de la curva circular
- α (A)** Angulo de deflexión de la tangente
- α_c** Angulo central de la curva circular
- θ** Angulo de deflexión a un PSC
- \hat{O}** Angulo a una cuerda cualquiera
- $\hat{O}c$** Angulo de la cuerda larga
- Gc** Grado de curvatura de la curva circular
- Rc** Radio de la curva circular
- ST** Subtangente
- E** Externa
- M** Ordenada media
- C** Cuerda
- CL** Cuerda Larga
- Lc** Longitud de la curva circular

$$Rc = \frac{114592}{Gc} \qquad C = 2.Rc.Sen \frac{\theta}{2} \qquad CL = 2.Rc.Sen \frac{Ac}{2}$$

$$ST = Rc \tan. \frac{Ac}{2} \qquad E = Rc.(sec \text{ ante.} \frac{Ac}{2} - 1) \qquad t = \frac{200}{Gc}$$



a. Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

Ecuación para el radio mínimo:

$$R = \frac{V^2}{127.(e + f)}$$

Como se observa es inversa la relación entre el radio y el peralte, obviamente el radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte.

El MTOP ha tabulado estos valores correspondientes a los radios mínimos en función de la velocidad de diseño.

CUADRO No. 7.4 VALORES DEL RADIO MINIMO DE CURVATURA

Velocidad Km/h kph)	Peralte Maximo e	f Maximo	Total e + f	Radio Mínimo Calculado (m)	Radio Mínimo Redondeado (m)
40	0,10	0,1650	0,2650	47,55	50
50	0,10	0,1587	0,2587	76,09	80
60	0,10	0,1524	0,2524	112,29	115
70	0,10	0,1462	0,2462	156,73	160
80	0,10	0,1399	0,2399	210,04	210
90	0,10	0,1337	0,2337	272,96	275
100	0,10	0,1274	0,2274	346,26	350
110	0,10	0,1211	0,2211	430,84	435
120	0,10	0,1149	0,2149	527,67	530

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

Los radios mínimos se debe utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas, cuando la topografía es montañosa o escarpada, en intersecciones en caminos entre sí, etc.



7.11.3 PERALTE DE CURVAS

Cuando un vehículo ingresa a una curva está sujeto a la acción de la fuerza centrífuga que tiende a voltearlo o sacarlo de su vía de circulación.

Como se conoce la fuerza centrífuga crece con el cuadrado de la velocidad y es inversa al valor del radio de curvatura.

$$f = \frac{m * V^2}{R} = \frac{P * V^2}{g * R}$$

En el cual:

$$m = \text{masa} = \frac{P}{g}$$

P = *Peso del vehículo*

g = *aceleración de la gravedad = 9.78m/seg²*

V = *Velocidad de diseño*

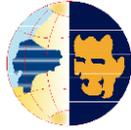
R = *Radio de curvatura, expresado en metros.*

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal la fuerza centrífuga sería absorbida exclusivamente por el peso del vehículo y el rozamiento por rotación.

Pero si es mayor el desplazamiento o el volcamiento es necesario peraltar la curva, dando al camino una inclinación transversal de tal manera que su inclinación la absorba parte de la fuerza centrífuga y no confiar exclusivamente al factor rozamiento porque se conduce a valores de radios de curvatura muy grandes.

1. Magnitud del peralte

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del



peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, han adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

La recomendación del peralte máximo para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto para velocidades de diseño mayor a 50 Km/h es el 10%; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h

Para nuestro caso utilizaremos un peralte máximo del 10% por cuanto el Escalón No.2 se diseñara con Capa de rodadura Asfáltica y Hormigón.

a. La ecuación para el cálculo del peralte finalmente queda definida:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

El valor del coeficiente de fricción transversal f depende de varios factores, tipos y estado de la capa de rodadura, humedad del pavimento, labrado de las llantas, presión de los neumáticos, presencia o no de nieve, velocidad de circulación y finalmente del peralte.

Estos valores de f varían en un rango de 0.15 a 0.40, valores determinados en forma experimental.

De acuerdo con las experiencias de la: AASTHO, el valor de f correspondiente al peralte viene dado por: $f = 0.19 - 0.000626V$.



CUADRO No.7.5 PERALTES MAXIMOS DE CURVATURA

Radio	V e l o c i d a d e s				Radio	V e l o c i d a d e s				
	40 kph	50 kph	60 kph	70 kph		80 kph	90 kph	100 kph	110 kph	120 kph
					4500					SN
					4000				SN	CP
					3500			SN	SN	0,023
					3400		SN	SN	CP	0,024
1700				SN	3000		SN	CP	0,023	0,028
1600				SN	2500	SN	CP	0,023	0,028	0,033
1500				CP	2000	SN	0,024	0,028	0,035	0,042
1400				0,021	1900	CP	0,026	0,030	0,037	0,044
1300			SN	0,023	1800	0,021	0,027	0,031	0,039	0,046
1200			SN	0,024	1700	0,023	0,028	0,033	0,041	0,049
1100			CP	0,027	1600	0,024	0,030	0,035	0,044	0,052
1000			0,021	0,029	1500	0,025	0,032	0,037	0,046	0,055
900		SN	0,023	0,032	1400	0,027	0,034	0,040	0,050	0,058
800		SN	0,026	0,036	1300	0,029	0,037	0,043	0,054	0,062
750		CP	0,028	0,038	1200	0,031	0,040	0,046	0,058	0,066
700		0,021	0,030	0,040	1100	0,033	0,043	0,050	0,062	0,074
600	SN	0,025	0,034	0,046	1000	0,036	0,047	0,055	0,067	0,076
500	SN	0,029	0,040	0,053	900	0,040	0,052	0,060	0,072	0,081
460	CP	0,032	0,043	0,057	800	0,045	0,057	0,066	0,078	0,086
400	0,023	0,036	0,048	0,064	750	0,048	0,061	0,070	0,081	0,088
350	0,026	0,041	0,054	0,070	700	0,050	0,064	0,073	0,084	0,091
300	0,030	0,047	0,062	0,077	600	0,058	0,072	0,080	0,090	0,096
250	0,035	0,055	0,072	0,085	535	0,064	0,077	0,085	0,094	0,100
210	0,042	0,064	0,080	0,092	500	0,067	0,080	0,088	0,096	R _{min} :535m
200	0,044	0,066	0,082	0,093	460	0,072	0,084	0,091	0,098	
160	0,055	0,077	0,091	0,100	435	0,074	0,086	0,093	0,100	
150	0,058	0,079	0,092	R _{min} :160m	400	0,078	0,089	0,096	R _{min} :435m	
115	0,072	0,089	0,100		350	0,084	0,093	0,100		
110	0,074	0,091	R _{min} :115m		300	0,090	0,098	R _{min} :350m		
80	0,086	0,100			275	0,093	0,100			
75	0,089	R _{min} :80m			250	0,096	R _{min} :275m			
50	0,100				210	0,100				

R_{min}:50m

R_{min}:210m

SN : Sección Normal

CP : Curva con Peralte

En las normas del MTOP, establece como peralte máximo el 10%, para carreteras de dos carriles.

Siguiendo los criterios de la AASHTO, el manual de diseño geométrico del MTOP, ha tabulado los valores del peralte para los diferentes radios de curvatura correspondientes a diferentes velocidades de diseño, que se encuentran determinadas en el cuadro No.7.5; para nuestro proyecto los peraltes desarrollados en las curvas simples se encuentra adjunto en el resumen de Diseño Geométrico.



2. Desarrollo del peralte

Hemos definido al peralte como la inclinación transversal “e” que se da en curva, al camino, estableciendo un desnivel “h” entre los bordes interno y externo de la misma, desnivel que en los tramos rectos se dan entre el eje y los bordes de la calzada, constituyendo el “bombeo” de la sección normal. Es decir que en cada oportunidad que pasamos de una alineación recta a una curva tenemos que realizar una transición de la sección transversal. Si la transición la hacemos de manera brusca surgirán problemas de circulación y de incomodidad de los usuarios, de allí que se han desarrollado técnicas para que la transición se haga en forma gradual.

Mayor relevancia en el cálculo de la longitud de borde adicional a la del trazado vertical, que genera el peralte. Todas las normas indican que debe ser menor al 1 % la pendiente de borde. Las normas del MTOP dan los valores siguientes:

CUADRO No.7.6 GRADIENTES LONGITUDINALES PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE EN FUNCION DE LA VELOCIDAD

Velocidad de Diseño (kph)	Gradiente Longitudinal (necesaria para el Desarrollo del Peralte Porcentaje)	Recomendación del Autor Desarrollo de Maximo Peralte Porcentaje)
30	---	0,80
40	0,70	0,80
50	0,65	0,80
60	0,60	0,70
70	0,55	0,70
80	0,50	0,60
90	0,47	0,60
100	0,43	0,50
110	0,40	0,50

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

El MTOP recomienda para el cálculo de la longitud de la curva de transición la ecuación:

$$Le = 0.072 \frac{V^3}{R}$$

Le = Longitud de transición.

V = Velocidad en kph.



Cuando los radios de curvatura son amplios, mayores al radio mínimo de curvatura, el empleo de la curva de transición se vuelve optativo, más bien su empleo guarda relación con la comodidad que se desea dar a la circulación vehicular.

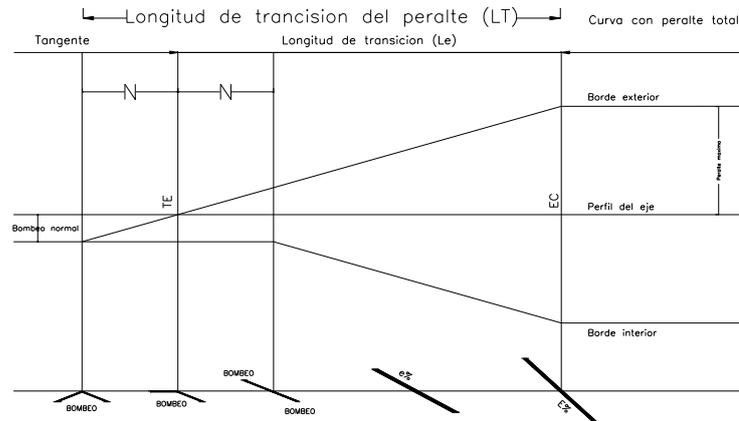
3. Transición del Peralte

Si la transición del peralte la hacemos con curva de enlace, la norma recomienda realizar toda la transición a lo largo de esa curva, la misma que al ser intercalada entre la tangente y el arco de círculo, se desarrolla la mitad en la tangente y la mitad en el arco del círculo.

Si el desarrollo del peralte se hace sin el empleo de curva de enlace, calculada la longitud de transición se ubica a los $2/3$ en la alineación recta o tangente y $1/3$ en la alineación curva.

Sin embargo la AASHTO recomienda que en las curvas circulares con tramos sin espiral, la transición del peralte se pueda desarrollar en un rango del 60% al 80% en la tangente y el 20% al 40% se desarrolle dentro de la curva.

Por comodidad y apariencia se recomienda que la longitud del tramo donde se realiza la transición del peralte debe ser tal que la pendiente longitudinal en los bordes relativa a la pendiente longitudinal del eje de la vía no debe ser mayor que un valor m . En este sentido m se define como la máxima diferencia algebraica entre las pendientes longitudinales de los bordes de la calzada y el eje de la misma.



CUADRO No.7.7 PENDIENTE RELATIVA EN LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VIA

Velocidad de Diseño (kph)	PENDIENTE REALTIVA DE LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VIA	
	m	
	Màxima (%)	Mínima (%)
30	1,28	0,1 (çarril)
40	0,96	
50	0,77	
60	0,64	
70	0,55	
80	0,50	
90	0,48	
100	0,45	
110	0,42	
120	0,40	
130	0,40	
140	0,40	
150	0,40	

FUENTE: DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS- James Cárdena Grisales, Santiago de Cali, Septiembre 2002

En los casos que se vuelve crítico el diseño geométrico horizontal se puede disminuir la longitud de la transición tomando el coeficiente de comodidad $C=3$, en cuyo caso:

$$Le = 0.024 \times \frac{V^3}{R}$$

El MTOP recomienda una longitud mínima

$$Le_{\min} = 0,56.V \text{ (kph).}$$



4. Longitud Tangencial

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al “TE” de la curva espiralizada que se va a peraltar o, en el caso de la curva circular de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula (en función de la longitud de transición).

$$X = \frac{e' \cdot L}{e}$$

e' = Pendiente lateral de bombeo, %.

e = Peralte en la curva circular, %.

L = Longitud de transición del peralte, m

7.11.4 TANGENTE INTERMEDIA MINIMA

Cuando las condiciones de diseño geométrico son adversas se debe diseñar con curvas reversas con tangente intermedia corta, si bien esta solución no es la más recomendada, es la que permite adaptarse a las condiciones topográficas del terreno.

Geoméricamente se resuelve el problema determinando una magnitud T_i como mínima que permita desarrollar el peralte de las dos curvas consecutivas reversas. Cuando utiliza curva de transición la tangente intermedia (T_i) viene dada por:

$$T_i = \frac{Le_1}{2} + \frac{Le_2}{2} + 2X$$

En casos críticos por: $T_i = \frac{Le_1}{2} + \frac{Le_2}{2}$



Cuando no se utiliza curvas de transición la tangente intermedia viene dada por:

$$T_i = \frac{2l_1}{3} + \frac{2l_2}{3} + 2X$$

En casos críticos: $T_i = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2}$

Jamás T_1 debe ser menor de 40 metros de acuerdo a las normas del MTOP.

5. Longitud Mínima de las Curvas Horizontales

Cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño se asume valores de radio mayores por cuanto hay que satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

La mínima longitud del arco circular estará en relación con la longitud de transición ya que esta se desarrolla ocupando parte del arco circular que se peralta, algunos autores estiman que esta longitud de transición debe estar entre 40 y 90 m dependiendo de la velocidad de diseño.

7.11.5 RADIO MINIMO A PARTIR DEL CUAL NO SE REQUIERE CURVAS ESPIRALES

Atendiendo al factor comodidad se ha determinado que si el desplazamiento del arco circular es menor a 0.10 mm se requiere de curva de transición para desarrollar el peralte.

En forma aproximada se puede calcular P (desplazamiento del arco circular), así:

$$P = \frac{Le^2}{24R}$$

Se ha determinado la longitud de transición en atención a la comodidad:



$$Le = 2.72 \times \frac{V}{A} \times \frac{(0.007865 \times V^2 - P)}{R}$$

Le = Longitud de enlace en m

A = Aceleración que varía entre 0.3 y 0.6 m / seg³

V = velocidad en Km / h

P = Desplazamiento del arco circular en m.

Se conoce además que el radio mínimo a partir del cual ya no es necesario el peralte es:

$$R = 0,098.V^2$$

El MTOP da para estos límites la siguiente escala de valores:

CUADRO No. 7.8 RADIO MINIMO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y A PARTIR DEL CUAL YA NO ES NECESARIO ESPIRALES

Velocidad de Diseño (km/h)	Radio Minimo a partir del cual no es necesario usar espirales (metros)
30	90
40	160
50	250
60	400
70	500
80	700
90	800
100	1000
110	1200
120	1500

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DEL MTOP 2003

El uso de curvas de transición se torna obligatorio para los tramos críticos de diseño, en donde por lo regular se usan radios mínimos o próximos a estos.

Cuando en el diseño intercalamos curvas de transición, estamos procurando una curva que guía al conductor a mantener el vehículo en su vía normal de circulación, así como dar al usuario mayor comodidad, no así cuando desarrollamos el peralte en recta, sobre elevamos el borde exterior del camino donde aún no aparece la fuerza centrífuga, que resulta inconveniente para la comodidad del usuario.



7.11.6 SOBREENCHO EN CURVAS

Un vehículo que transita en curva tiende a ocupar mayor sección transversal que cuando está en recta, este valor se calcula de acuerdo a la velocidad de Diseño. Sin embargo se tiene varias ecuaciones para el cálculo del sobreencho en función del radio de curvatura, pero la que es independiente de si conocemos o no la velocidad es:

$$g = \frac{36}{R} + 0.45$$

Donde R es el radio de curvatura. Con esta ecuación se ha calculado el siguiente cuadro: pág. Siguiente:

CUADRO No 7.9 VALORES DEL RADIO DE CURVATURA

RADIO (m)	g(m)
30	1.65
40	1.35
50	1.20
60	1.05
70	0.95
80	0.90
100	0.80
150	0.70
200	0.65
250	0.60
300	0.60
400	0.55
500	0.50

- **Valores de Diseño.**

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobre ancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

En los cuadros correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobre ancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño.



CUADRO No. 7.10 VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES AT = 6.00 M

Radio r(t)	V (kph)					
	40	50	60	70	80	90
50	1.60m					
80	1.45	1.50m				
100	1.30	1.40	1.50m			
150	1.10	1.10	1.20	1.30m		
200	0.95	1.00	1.10	1.15	1.20m	
250	0.85	0.9	1.00	1.05	1.10	1.20m
300	0.80	0.85	0.95	1.00	1.05	1.10
400	0.70	0.75	0.85	0.90	0.95	1.00
500	0.60	0.65	0.80	0.85	0.90	0.9
600	0.60	0.60	0.75	0.75	0.85	0.85
700		0.60	0.70	0.70	0.80	0.80
800		0.60	0.65	0.70	0.75	0.75
900			0.60	0.65	0.70	0.70
1000				0.60	0.65	0.65
1100					0.60	0.60

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

CUADRO No. 7.11 VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES AT = 6.70 M

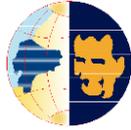
Radio r(t)	V (kph)						
	40	50	60	70	80	90	100
50	1.50m						
80	1.05	1.15m					
100	0.90	1.00	1.10m				
150	0.70	0.75	0.80	0.90m			
200	0.65	0.65	0.70	0.75	0.80m		
250	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.80m	
300			0.60	0.60	0.65	0.70	0.70m
400					0.60	0.60	0.65
500							0.60

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

CUADRO No. 7.12 VALORES DE DISEÑO PARA ENSANCHAMIENTO DE CURVAS HORIZONTALES RECOMENDACIÓN DE BARNET

Radio r(t)	Velocidades (kph)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
30	1.75							
50	1.20	1.30						
80	0.80	0.90	1.00					
100	0.65	0.75	0.90	1.00				
150	0.30	0.55	0.75	0.75	0.85			
200	0.40	0.45	0.55	0.70	0.70	0.75		
250		0.40	0.45	0.65	0.60	0.65	0.75	
300			0.40	0.48	0.55	0.60	0.65	0.70
400						0.50	0.55	0.60
500								0.55

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)



El MTOP en las normas de diseño recomienda el cálculo del sobre ancho con las siguientes expresiones:

$$E = Ac - At$$

- Ac = $2(H+L) + F + Z$, donde:
 E = Sobre ancho expresado en metros
 Ac = Ancho total necesario para la curva expresado en metros.
 At = Ancho de pavimento en tangente expresado en metros.
 H = Ancho de la huella del vehículo entre las caras externas de las llantas, en metros
 L = Ancho libre para cada vehículo, se asume 0.60 m a 0.70 m.
 F = Ancho adicional requerido en la curva para la parte de la carrocería del vehículo
 Z = Ancho adicional necesario en las curvas para la maniobra del vehículo en metros

$$H = R = 2.6 - \sqrt{(R^2 - 37)}$$

$$F = \sqrt{(R^2 + 16) - R}$$

$$Z = \frac{V}{9.5\sqrt{R}}$$

Con estas ecuaciones han sido calculados los cuadros anteriores para las curvas que deban ser ensanchadas y se tiene el último cuadro para caminos de 2 vías que sigue la recomendación de Barnett y que está más de acuerdo con nuestra realidad.

CONCLUSION:

- Para nuestro caso no se utilizara el sobre ancho, la razón es que nuestra vía se encuentra semiconsolidada en lo que se refiere a lotizaciones y construcciones en bordes del Escalón, algunos respetando la línea de fábrica y en otros casos fuera de ella, sin embargo para nuestro diseño se ha ajustado a la realidad actual, por esta razón nuestro ancho de calzada por sentido es de 8.00m con un ancho suficiente para que el conductor opere sin dificultad.



- **Desarrollo del Sobre ancho**

Calculado el sobre ancho, este se desarrolla dentro de una longitud L del desarrollo del peralte.

Cuando existe curva de transición el sobre ancho se realiza el 50 % hacia el interior de la curva y el 50 % hacia el exterior.

7.11.7 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Es la longitud continua del camino que es visible al conductor del vehículo por lo tanto constituye un factor de seguridad para este, ya que esta distancia depende la oportunidad de reacción para realizar la maniobra para evitar un obstáculo al alcance de su vista.

La distancia de visibilidad podemos diferenciarla en los siguientes aspectos

Distancia de visibilidad de parada

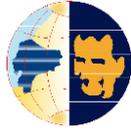
Distancia de visibilidad de rebasamiento

- **Distancia de Visibilidad de Parada**

La distancia mínima de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias, una recorrida por el vehículo (d1) en el instante en que el conductor observa el obstáculo y la distancia (d2) de frenado del vehículo, es decir la distancia para que el vehículo se detenga completamente después de haber frenado. Estas distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción y al recorrido del vehículo durante el frenado con lo cual:

$$d = d_1 + d_2$$

El tiempo de percepción es variable de acuerdo al conductor pero la AASHTO recomienda estimar en 1.5 segundos. Pero por razones de seguridad se suele



considerar el tiempo de percepción mas el de reacción igual a 2.5 segundos. La distancia recorrida durante este tiempo se calcula mediante la fórmula:

$$d_1 = 1000 \times Vc \times \frac{2.5 \text{segundos}}{3600 \text{segundos}}$$

Por lo tanto:

$$d_1 = 0.7 * Vc$$

Donde en la ecuación anterior:

d₁ = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción mas reacción, expresado en metros

Vc = Velocidad del vehículo expresada en kilómetros por hora.

La distancia de frenado se calcula utilizando la fórmula de carga dinámica y tomando en cuenta la acción que ejerce la fricción entre las llantas del vehículo y la calzada es decir que:

$$d_2 Pf = \frac{PVc^2}{2g}, d_2 = \frac{Vc^2}{254f}$$

Donde:

d₂ = Distancia de frenado sobre la calzada a nivel expresada en metros.

f = Coeficiente de fricción en pavimentos mojados

Vc = Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos expresada en metros por segundo

Ejemplo:

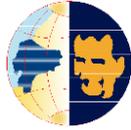
a. Distancia Mínima de Visibilidad de Parada

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 1000 \times Vc \times \frac{2.5 \text{seg}}{3600 \text{segundos}}$$

$$d_1 = 1000 \times 50 \times \frac{2.5 \text{seg}}{3600 \text{seg}}$$

$$d_1 = 34, 72 \text{ m.}$$



b. Distancia de Frenado

$$d_2 = \frac{Vc^2}{254f}$$

$$d_2 = Vc^2 / 254 * f$$

$$f = \frac{1.15seg}{Vc^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15seg}{50^{0.3}}$$

$$f = 0,356$$

$$d_2 = \frac{50^2}{254 \times 0.356}$$

$$d_2 = 27,65 \text{ m.}$$

La distancia de visibilidad de parada será igual a:

$$D = d_1 + d_2$$

$$D = 34.72 + 27.66$$

$$D = 62.38 \text{ m.}$$

$$\mathbf{D \text{ adoptado} = 65.00 \text{ m.}}$$

- **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento**

Es la longitud que requiere un vehículo para rebasar a otro que circula por la misma vía en el mismo sentido de viaje pero lo hace a menor velocidad de circulación en cuya situación este vehículo se constituye en un obstáculo para el flujo normal. Se calcula en las condiciones más desfavorables esto es de que el carril contrario este ocupado por otro vehículo.

$$d_{vr} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

d₁ = Distancia recorrida para pasar

d₂ = Distancia mientras ocupa el carril izquierdo

d₃ = Distancia recorrida por el otro vehículo en sentido contrario

d₄ = Distancia de seguridad



La distancia d_4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto es variable. De acuerdo con las pruebas realizadas por la AASHTO, esta distancia varía entre 30 y 91 m.

$$d_{vr} = 9.54 V - 218 \quad (30 < V < 100)$$

$$d_{vr} = 9.54 (50) - 218 = 259 \text{ m}$$

7.11.8 RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

- Un buen trazado debe satisfacer condiciones de seguridad y adaptarse a la topografía del terreno, además de permitir la construcción del camino con el menor movimiento de tierras balanceando la relación corte-relleno y procurando tener costos de operación y construcción mínimos.
- El alineamiento debe ser lo más direccional que sea posible tomando en cuenta la topografía ya que en ocasiones es preferible tener un trazado curvilínea que tangentes largas con volúmenes grandes de corte y relleno.
- Debe evitarse quiebres repentinos y bruscos que causen sorpresa, además hay que afinar el diseño evitando pasar de curvas de radios grandes a otras de radios demasiado pequeños.
- Si los valores de las deflexiones son pequeños las curvas deberán proyectarse con radios grandes y con una longitud apropiada para evitar la apariencia de un cambio forzado de dirección.



7.11.9 RESUMEN DE PROYECTO HORIZONTAL

CUADRO No. 7.13 CALCULO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

PI No.	Abscisa	Norte	Este	Distancia	Dirección
0	0+000.00	9,963,826.6407m	497,679.6770m		
				450.884m	S89° 40' 28"W
1	0+450.88	9,963,827.1177m	497,228.8104m		
				527.492m	S15° 46' 13"W
2	0+952.16	9,963,319.4814m	497,085.4476m		
				500.166m	N18° 16' 17"W
3	1+156.59	9,963,794.4300m	496,928.6364m		
				184.238m	S14° 51' 03"W
4	1+230.53	9,963,616.3460m	496,881.4152m		
				319.469m	S18° 41' 19"W
5	1+549.99	9,963,313.7207m	496,779.0498m		
				293.875m	N18° 08' 04"W
6	1+571.89	9,963,592.9982m	496,687.5821m		
				162.965m	N26° 20' 17"W
7	1+734.75	9,963,739.0466m	496,615.2800m		
				193.388m	S0° 00' 00"E
7A	1+748.35	9,963,545.6586m	496,615.2800m		
				52.586m	N85° 57' 00"W
7B	1+800.93	9,963,549.3725m	496,562.8251m		
				638.033m	N79° 27' 15"W
8	2+438.97	9,963,666.1451m	495,935.5692m		
				533.579m	S62° 53' 44"W
9	2+970.36	9,963,423.0380m	495,460.5893m		
				396.201m	N90° 00' 00"W
10	3+364.76	9,963,423.0380m	495,064.3883m		
				411.279m	S79° 58' 20"W
11	3+775.86	9,963,351.4235m	494,659.3919m		
				152.093m	N82° 21' 49"W
12	3+927.46	9,963,371.6345m	494,508.6474m		
				422.647m	S88° 17' 36"W
13	4+349.99	9,963,359.0464m	494,086.1882m		
				168.409m	N70° 36' 52"W
14	4+517.56	9,963,414.9456m	493,927.3269m		
				129.331m	N90° 00' 00"W
15	4+646.24	9,963,414.9456m	493,797.9963m		
				140.684m	N76° 53' 18"W
16	4+786.42	9,963,446.8600m	493,660.9799m		
				751.425m	N81° 13' 08"W
	5+537.83	9,963,561.5720m	492,918.3627m		
				267.073m	N81° 13' 08"W
	5+804.90	9,963,604.1029m	492,654.6980m		
				223.182m	N81° 13' 08"W
	6+028.00	9,963,638.1370m	492,434.1260m		

**CUADRO No. 7.14 CALCULO DE CURVAS HORIZONTALES**

DATOS DE CURVA No. 01			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	0+361,639	9963825,986	497318,049
RP:		9963709,596	497316,574
PT:	0+513,916	9963741,231	497204,555
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	74° 57' 21.5800"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	116,400		
Longitud:	152,278	Tangente:	89,246
Mid-Ord:	240,260	External:	30,276
Cuerda:	141,649	Rumbo:	S 53° 14' 54.0331" W

DATOS DE CURVA No. 02			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	0+709,781	9963552,739	497151,323
RP:		9963572,906	497079,916
PT:	0+898,802	9963549,643	497009,457
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	145° 57' 29.7516"	Tipo:	DERECHA
Radio:	74,200		
Longitud:	189,021	Tangente:	242,382
Mid-Ord:	52,480	External:	179,285
Cuerda:	141,900	Rumbo:	S 88° 44' 58.1189" W

DATOS DE CURVA No. 03			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	1+067,473	9963709,81	496956,575
RP:		9963701,502	496931,411
PT:	1+135,406	9963708,294	496905,796
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	146° 52' 39.6793"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	26,50		
Longitud:	67,933	Tangente:	89,113
Mid-Ord:	18,946	External:	66,47
Cuerda:	50,801	Rumbo:	S 88° 17' 23.1550" W

**DATOS DE CURVA No. 04***Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	1+217,130	9963629,299	496884,85
RP:		9963731,821	496498,212
PT:	1+243,922	9963603,652	496877,121

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	03° 50' 15.3505"	Tipo:	DERECHA
Radio:	400,00		
Longitud:	26,791	Tangente:	13
Mid-Ord:	0,224	External:	0,224
Cuerda:	26,786	Rumbo:	S 16° 46' 10.9905" W

DATOS DE CURVA No. 05*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	1+317,172	9963534,263	496853,650
RP:		9963559,096	496780,236
PT:	1+510,838	9963534,974	496706,586

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	143° 10' 37.3647"	Tipo:	DERECHA
Radio:	77,500		
Longitud:	193,666	Tangente:	232,818
Mid-Ord:	53,022	External:	167,878
Cuerda:	147,066	Rumbo:	N 89° 43' 22.6519" W

DATOS DE CURVA No. 06*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación	Norte	Este
PC:	1+539,925	9963562,617	496697,532
RP:		9963423,861	496273,871
PT:	1+603,755	9963621,649	496673,398

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	08° 12' 12.6690"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	445,806		
Longitud:	63,830	Tangente:	31,969
Mid-Ord:	1,142	External:	1,145
Cuerda:	63,775	Rumbo:	N 22° 14' 10.3040" W

**DATOS DE CURVA No. 07***Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	1+603,755	9963621,649	496673,398
RP:		9963608,051	496645,930
PT:	1+685,956	9963608,051	496615,280

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	153° 39' 43.3615"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	30,650		
Longitud:	82,200	Tangente:	130,996
Mid-Ord:	23,667	External:	103,884
Cuerda:	59,688	Rumbo:	S 76° 49' 51.6807" W

DATOS DE CURVA No. 08*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	2+408,795	9963660,623	495965,231
RP:		9963573,618	495949,033
PT:	2+466,951	9963652,399	495908,712

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	37° 39' 00.9463"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	88,500		
Longitud:	58,155	Tangente:	30,171
Mid-Ord:	4,734	External:	5,002
Cuerda:	57,115	Rumbo:	S 81° 43' 14.0708" W

DATOS DE CURVA No. 09*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	2+922,150	9963445,003	495503,504
RP:		9963623,038	495412,381
PT:	3+016,763	9963423,038	495412,381

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	27° 06' 16.4024"	Tipo:	DERECHA
Radio:	200,000		
Longitud:	94,613	Tangente:	48,209
Mid-Ord:	5,569	External:	5,728
Cuerda:	93,733	Rumbo:	S 76° 26' 51.7988" W

**DATOS DE CURVA No. 10***Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	3+329,662	9963423,038	495099,482
RP:		9963023,038	495099,482
PT:	3+399,669	9963416,927	495029,831

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	10° 01' 40.0992"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	400,000		
Longitud:	70,007	Tangente:	35,093
Mid-Ord:	1,531	External:	1,536
Cuerda:	69,918	Rumbo:	S 84° 59' 09.9504" W

DATOS DE CURVA No. 11*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	3+744,779	9963356,835	494689,993
RP:		9963553,779	494655,168
PT:	3+806,438	9963355,553	494628,591

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	17° 39' 50.9154"	Tipo:	DERECHA
Radio:	200,000		
Longitud:	61,659	Tangente:	31,076
Mid-Ord:	2,371	External:	2,400
Cuerda:	61,416	Rumbo:	S 88° 48' 15.3585" W

DATOS DE CURVA No. 12*Coordenadas de PC - PT*

Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	3+902,941	9963368,377	494532,944
RP:		9963071,037	494493,079
PT:	3+951,861	9963370,904	494484,144

Datos de Curva Circular

Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	09° 20' 35.0817"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	300,000		
Longitud:	48,920	Tangente:	24,514
Mid-Ord:	0,997	External:	1,000
Cuerda:	48,866	Rumbo:	N 87° 02' 06.7247" W



DATOS DE CURVA No. 13			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	4+312,759	9963360,155	494123,406
RP:		9963560,067	494117,450
PT:	4+386,385	9963371,406	494051,065
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	21° 05' 32.6130"	Tipo:	DERECHA
Radio:	200,000		
Longitud:	73,626	Tangente:	37,235
Mid-Ord:	3,378	External:	3,437
Cuerda:	73,211	Rumbo:	N 81° 09' 37.9590" W

DATOS DE CURVA No. 14			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	4+483,399	9963403,607	493959,551
RP:		9963214,946	493893,166
PT:	4+551,067	9963414,946	493893,166
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	19° 23' 08.3474"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	200,000		
Longitud:	67,669	Tangente:	34,161
Mid-Ord:	2,855	External:	2,896
Cuerda:	67,346	Rumbo:	N 80° 18' 25.8263" W

DATOS DE CURVA No. 15			
<i>Coordenadas de PC - PT</i>			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	4+588,775	9963414,946	493855,458
RP:		9963914,946	493855,458
PT:	4+703,197	9963427,981	493742,032
<i>Datos de Curva Circular</i>			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	13° 06' 42.4015"	Tipo:	DERECHA
Radio:	500,000		
Longitud:	114,422	Tangente:	57,462
Mid-Ord:	3,270	External:	3,291
Cuerda:	114,172	Rumbo:	N 83° 26' 38.7993" W



DATOS DE CURVA No. 16			
Coordenadas de PC - PT			
Descripción	Estación (m)	Norte (m)	Este (m)
PC:	4+767,514	9963442,571	493679,392
RP:		9962955,607	493565,967
PT:	4+805,307	9963449,746	493642,296
Datos de Curva Circular			
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Delta:	04° 19' 50.5373"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	500,000		
Longitud:	37,793	Tangente:	18,905
Mid-Ord:	0,357	External:	0,357
Cuerda:	37,784	Rumbo:	N 79° 03' 12.8672" W

CUADRO No. 7.15 CALCULO DE PERALTES MAXIMOS EN CURVAS SIMPLES

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIAL.
A Policy on Geometric Desing of Highways and Streets. Washington, DC. : ASSHTO, 1994

N: Longitud de aplanamiento necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane
La Transición de peraltado en una curva simple se tomara entre el **60-80%** en la tangente y el sobrante en el interior de la curva medido desde el PC o PT

NORMAS DE DISEÑO		
Velocidad de Diseño:	50,00 km/h	
Peralte	Interior/Exterior	Exterior/Interior
<i>e</i> normal %	-2,00%	-2,00%
<i>e</i> aplanamiento %	-2,00%	0,00%
<i>e</i> max %	-10,00%	10,00%

No.	CARRIL DERECHO			ABSCISAS km	CARRIL IZQUIERDO		
	Borde Exterior e %	Eje de Escalon e %	Borde Interior e %		Borde Interior e %	Eje de Escalon e %	Borde Exterior e %
PC1	-2,00%	0,00%	-2,00%	0+315,65	-2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	0+326,64	0,00%	0,00%	-2,00%
	2,00%	0,00%	-2,00%	0+337,63	2,00%	0,00%	-2,00%
	6,37%	0,00%	-6,37%	0+361,64	6,37%	0,00%	-6,37%
	9,10%	0,00%	-9,10%	0+376,64	9,10%	0,00%	-9,10%
PT1	9,10%	0,00%	-9,10%	0+498,92	9,10%	0,00%	-9,10%
	6,37%	0,00%	-6,37%	0+513,92	6,37%	0,00%	-6,37%
	2,00%	0,00%	-2,00%	0+537,93	2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	0+548,92	0,00%	0,00%	-2,00%
	-2,00%	0,00%	-2,00%	0+559,91	-2,00%	0,00%	-2,00%



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



PC2	-2,00%	0,00%	-2,00%	0+660,28	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	0+671,28	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	0+682,28	2,00%	0,00%	-2,00%	
	7,00%	0,00%	-7,00%	0+709,78	7,00%	0,00%	-7,00%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	0+726,28	10,00%	0,00%	-10,00%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	0+882,30	10,00%	0,00%	-10,00%	
	PT2	7,00%	0,00%	-7,00%	0+898,80	7,00%	0,00%	-7,00%
		2,00%	0,00%	-2,00%	0+926,30	2,00%	0,00%	-2,00%
		0,00%	0,00%	-2,00%	0+937,30	0,00%	0,00%	-2,00%
		-2,00%	0,00%	-2,00%	0+948,30	-2,00%	0,00%	-2,00%
PC3	-2,00%	0,00%	-2,00%	1+017,97	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	1+028,97	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	1+039,97	2,00%	0,00%	-2,00%	
	7,00%	0,00%	-7,00%	1+067,47	7,00%	0,00%	-7,00%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	1+083,97	10,00%	0,00%	-10,00%	
PT3	10,00%	0,00%	-10,00%	1+118,91	10,00%	0,00%	-10,00%	
	7,00%	0,00%	-7,00%	1+135,41	7,00%	0,00%	-7,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	1+162,91	2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	1+173,91	0,00%	0,00%	-2,00%	
	-2,00%	0,00%	-2,00%	1+184,91	-2,00%	0,00%	-2,00%	
PC4	-2,00%	0,00%	-2,00%	1+191,38	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	1+202,43	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	1+213,48	2,00%	0,00%	-2,00%	
	2,66%	0,00%	-2,66%	1+217,13	2,66%	0,00%	-2,66%	
	3,80%	0,00%	-3,80%	1+223,43	3,80%	0,00%	-3,80%	
PT4	3,80%	0,00%	-3,80%	1+237,62	3,80%	0,00%	-3,80%	
	4,21%	0,00%	-4,21%	1+243,92	4,21%	0,00%	-4,21%	
PC5	8,93%	0,00%	-8,93%	1+317,17	8,93%	0,00%	-8,93%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	1+333,67	10,00%	0,00%	-10,00%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	1+494,34	10,00%	0,00%	-10,00%	
PT5	5,61%	0,00%	-5,61%	1+510,84	5,61%	0,00%	-5,61%	
	0,00%	0,00%	0,00%	1+531,94	0,00%	0,00%	0,00%	
PC6	2,12%	0,00%	-2,12%	1+539,93	2,12%	0,00%	-2,12%	
PT6-PC7	3,80%	0,00%	-3,80%	1+546,23	3,80%	0,00%	-3,80%	
	6,69%	0,00%	-6,69%	1+603,76	6,69%	0,00%	-6,69%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	1+669,46	10,00%	0,00%	-10,00%	
PT7	7,00%	0,00%	-7,00%	1+685,96	7,00%	0,00%	-7,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	1+713,46	2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	1+724,46	0,00%	0,00%	-2,00%	
	-2,00%	0,00%	-2,00%	1+735,46	-2,00%	0,00%	-2,00%	
PC8	-2,00%	0,00%	-2,00%	2+359,30	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	2+370,30	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	2+381,30	2,00%	0,00%	-2,00%	
	7,00%	0,00%	-7,00%	2+408,80	7,00%	0,00%	-7,00%	
	10,00%	0,00%	-10,00%	2+425,30	10,00%	0,00%	-10,00%	
PT8	10,00%	0,00%	-10,00%	2+450,45	10,00%	0,00%	-10,00%	
	7,00%	0,00%	-7,00%	2+466,95	7,00%	0,00%	-7,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	2+494,45	2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	2+505,45	0,00%	0,00%	-2,00%	
	-2,00%	0,00%	-2,00%	2+516,45	-2,00%	0,00%	-2,00%	



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



PC9	-2,00%	0,00%	-2,00%	2+885,04	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	2+896,25	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	2+907,46	2,00%	0,00%	-2,00%	
	4,62%	0,00%	-4,62%	2+922,15	4,62%	0,00%	-4,62%	
	6,60%	0,00%	-6,60%	2+933,25	6,60%	0,00%	-6,60%	
	6,60%	0,00%	-6,60%	3+005,66	6,60%	0,00%	-6,60%	
	PT9	4,62%	0,00%	-4,62%	3+016,76	4,62%	0,00%	-4,62%
		2,00%	0,00%	-2,00%	3+031,45	2,00%	0,00%	-2,00%
		0,00%	0,00%	-2,00%	3+042,66	0,00%	0,00%	-2,00%
		-2,00%	0,00%	-2,00%	3+053,87	-2,00%	0,00%	-2,00%
PC10	-2,00%	0,00%	-2,00%	3+303,91	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	3+314,96	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	3+326,01	2,00%	0,00%	-2,00%	
	2,66%	0,00%	-2,66%	3+329,66	2,66%	0,00%	-2,66%	
	3,80%	0,00%	-3,80%	3+335,96	3,80%	0,00%	-3,80%	
	3,80%	0,00%	-3,80%	3+393,37	3,80%	0,00%	-3,80%	
	PT10	2,66%	0,00%	-2,66%	3+399,67	2,66%	0,00%	-2,66%
		2,00%	0,00%	-2,00%	3+403,32	2,00%	0,00%	-2,00%
PC11	0,00%	0,00%	-2,00%	3+414,34	0,00%	0,00%	-2,00%	
	-2,00%	0,00%	-2,00%	3+425,42	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	-2,00%	0,00%	-2,00%	3+707,67	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	3+718,88	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	3+730,09	2,00%	0,00%	-2,00%	
	PC11	4,62%	0,00%	-4,62%	3+744,78	4,62%	0,00%	-4,62%
		6,60%	0,00%	-6,60%	3+755,88	6,60%	0,00%	-6,60%
		6,60%	0,00%	-6,60%	3+795,34	6,60%	0,00%	-6,60%
		PT11	4,62%	0,00%	-4,62%	3+806,44	4,62%	0,00%
	2,00%		0,00%	-2,00%	3+821,13	2,00%	0,00%	-2,00%
0,00%	0,00%		-2,00%	3+832,34	0,00%	0,00%	-2,00%	
-2,00%	0,00%		-2,00%	3+843,55	-2,00%	0,00%	-2,00%	
PC12	-2,00%	0,00%	-2,00%	3+872,30	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	3+884,04	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	3+895,78	2,00%	0,00%	-2,00%	
	PC12	3,22%	0,00%	-3,22%	3+902,94	3,22%	0,00%	-3,22%
		4,60%	0,00%	-4,60%	3+911,04	4,60%	0,00%	-4,60%
		4,60%	0,00%	-4,60%	3+943,76	4,60%	0,00%	-4,60%
		PT12	3,07%	0,00%	-3,07%	3+951,86	3,07%	0,00%
	2,00%		0,00%	-2,00%	3+959,02	2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%		0,00%	-2,00%	3+970,76	0,00%	0,00%	-2,00%
	-2,00%		0,00%	-2,00%	3+982,50	-2,00%	0,00%	-2,00%
PC13	-2,00%	0,00%	-2,00%	4+275,65	-2,00%	0,00%	-2,00%	
	0,00%	0,00%	-2,00%	4+286,86	0,00%	0,00%	-2,00%	
	2,00%	0,00%	-2,00%	4+298,07	2,00%	0,00%	-2,00%	
	PC13	4,62%	0,00%	-4,62%	4,312,76	4,62%	0,00%	-4,62%
		6,60%	0,00%	-6,60%	4+323,86	6,60%	0,00%	-6,60%
		6,60%	0,00%	-6,60%	4+375,29	6,60%	0,00%	-6,60%
		PT13	4,62%	0,00%	-4,62%	4+386,39	4,62%	0,00%
	2,00%		0,00%	-2,00%	4+401,07	2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%		0,00%	-2,00%	4+412,29	0,00%	0,00%	-2,00%
	-2,00%		0,00%	-2,00%	4+423,50	-2,00%	0,00%	-2,00%



PC14	-2,00%	0,00%	-2,00%	4+446,29	-2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	4+457,50	0,00%	0,00%	-2,00%
	2,00%	0,00%	-2,00%	4+468,71	2,00%	0,00%	-2,00%
	4,62%	0,00%	-4,62%	4+483,40	4,62%	0,00%	-4,62%
	6,00%	0,00%	-6,00%	4+494,50	6,00%	0,00%	-6,00%
PT14	6,00%	0,00%	-6,00%	4+539,97	6,00%	0,00%	-6,00%
	4,62%	0,00%	-4,62%	4+551,07	4,62%	0,00%	-4,62%
PC15	0,00%	0,00%	0,00%	4+576,65	0,00%	0,00%	0,00%
	2,18%	0,00%	-2,18%	4+588,78	2,18%	0,00%	-2,18%
	3,10%	0,00%	-3,10%	4+593,88	3,10%	0,00%	-3,10%
PT15	3,10%	0,00%	-3,10%	4+698,10	3,10%	0,00%	-3,10%
	2,17%	0,00%	-2,17%	4+703,20	2,17%	0,00%	-2,17%
	2,00%	0,00%	-2,00%	4+704,13	2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	4+715,10	0,00%	0,00%	-2,00%
	-2,00%	0,00%	-2,00%	4+726,06	-2,00%	0,00%	-2,00%
PC16	-2,00%	0,00%	-2,00%	4+744,65	-2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	4+755,61	0,00%	0,00%	-2,00%
	2,00%	0,00%	-2,00%	4+766,58	2,00%	0,00%	-2,00%
	2,16%	0,00%	-2,16%	4+767,51	2,16%	0,00%	-2,16%
	3,10%	0,00%	-3,10%	4+772,61	3,10%	0,00%	-3,10%
PT16	3,10%	0,00%	-3,10%	4+800,21	3,10%	0,00%	-3,10%
	2,17%	0,00%	-2,17%	4+805,31	2,17%	0,00%	-2,17%
	2,00%	0,00%	-2,00%	4+806,24	2,00%	0,00%	-2,00%
	0,00%	0,00%	-2,00%	4+817,21	0,00%	0,00%	-2,00%
	-2,00%	0,00%	-2,00%	4+828,17	-2,00%	0,00%	-2,00%

7.12 PROYECTO VERTICAL

Un camino en el proyecto se define como un conjunto de líneas de gradiente enlazadas con curvas siempre y cuando cumplan con las condiciones de tangencia, es tan importante como el proyecto horizontal y tiene relación directa con las curvas horizontales y la velocidad de diseño.

Por lo tanto en este diseño se trata de las pendientes longitudinales y las curvas que las enlazan. Estas pendientes deben diseñarse dentro de valores máximos y mínimos que dependen de varios factores.

7.12.1 PENDIENTES

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.



- **Pendientes Máximas**

Cuando se diseña con pendientes altas se limita la velocidad de los vehículos, y esto es crítico especialmente para los vehículos pesados. Además con estas altas pendientes se encarece los costos del transporte, pero también cuando se trata de tender la pendiente en terreno montañoso se aumenta el largo del trazado y por lo tanto se encarece el costo del proyecto.

Se conoce también que los motores de combustión interna de los vehículos disminuyen su potencia conforme se asciende sobre el nivel del mar.

En nuestro país el MTOP determina los valores de las pendientes máximas y las ubica dentro de términos razonables de acuerdo con la categoría de los diferentes caminos y con la topografía del terreno por donde cruzan de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO No. 7.16 VALORES DE LAS PENDIENTES SEGÚN EL ORDEN DE LA VIA

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto (Valor Límite)		
		LL	O	M	LL	O	M
R-I R-III	a 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000 TPDA*	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000 TPDA*	3	4	6	4	6	8
III	300 a 1000 TPDA	3	5	7	4	7	9
IV	100 a 300 TPDA	4	6	8	6	8	10
V	Menos de 100 TPDA	4	6	8	6	8	12

* El TPDA indicado es el volumen del tráfico promedio diario anual proyectado 0 15 o 20años

LL : Terreno Llano
O : Terreno Ondulado
M : Terreno Montañoso

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

Las pendientes altas aumentan cuando los recorridos son largos o cuando los volúmenes reducen la posibilidad de rebasamiento, por esto se ha normalizado la longitud crítica de gradiente. Cuando sea imprescindible utilizar gradientes altas se debe procurar que sea en tramos cortos.



La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del:

8—10%,	La longitud máxima será de: 1.000 m.
10—12%,	500 m.
12—14%,	250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1º, 2º y 3º clase).

- **Pendientes Mínimas**

Generalmente se relacionan con la evacuación o drenaje de las aguas del camino, para el cual normalmente se acepta un valor del 0.5 %, también se puede adoptar una gradiente del 0% para lugares de relleno.

- **Longitud Crítica**

Este término es utilizada para definir la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente sin producir interferencias mayores en el flujo del tráfico.

Para una gradiente dada y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen a una operación aceptable.

Con el fin de obtener una operación satisfactoria y cuando se tenga longitudes de gradiente mayores a la crítica se debe optar por correcciones en el diseño como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.



Para carreteras de dos carriles, como guía general se debe considerar una vía auxiliar de ascenso cuando el volumen de tráfico horario empleado en el diseño exceda en un 20 % la capacidad proyectada para la gradiente que se estudia.

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

- Un camión cargado donde su relación peso-potencia (libras por cada Hp), sea aproximadamente igual a 400.
- La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene mayor longitud crítica de gradiente.
- Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 Kph para efectos de la determinación de la longitud crítica de gradiente.

Para calcular la longitud crítica de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$L_c = \left(\frac{240}{G}\right)^{1.42}$$

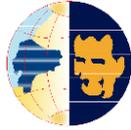
Donde:

L_c = Longitud crítica de gradiente.

G = gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje.

7.12.2 DISEÑO DE LAS CURVAS VERTICALES

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser en columpio o en cresta, la **curva vertical en columpio** (Convexas) es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba, y la **curva vertical en cresta** (Cóncava) es aquella cuya concavidad queda hacia abajo.



$$P = P_1 - A (X/L)$$

$$P' = \frac{1}{2} (P_1 + P)$$

$$E = (AL) / 8$$

$$F = E$$

$$T = 4E (X / L)^2$$

$$Z_x = Z_0 + [P_1 - (AX/2L)] X$$

El diseño de las curvas verticales debe ser consistente con la distancia de visibilidad requerida para asegurar el frenado.

La distancia de visibilidad calculada para el diseño de curvas horizontales para asegurar el frenado tiene validez para las curvas verticales por lo tanto la distancia S la consideramos como conocida. *Se conoce por las normas Americanas que la altura de ojo del conductor sobre la calzada es 1.15 m y la altura del obstáculo referida también a la calzada es 0.15 m, entonces el problema se da en tratar de establecer la longitud de la curva y la distancia de visibilidad S dentro de los condicionamientos indicados y se presentan dos casos:* Distancia de visibilidad menor que la longitud de la curva y Distancia de visibilidad mayor que la longitud de la curva. Esto tanto para curvas convexas como para curvas cóncavas.

Cuando la longitud de la curva es menor que la distancia de visibilidad, la longitud de la curva que se requiere es menor que la calculada con la ecuación que se da a continuación y por tanto esta ecuación es válida emplear para cualquier valor de A .

Esta ecuación es la siguiente:

$$L_v = \frac{S^2 \times A}{426} = K \times A.$$

Donde: L_v = longitud de la curva vertical.

S = Distancia de visibilidad

A = Diferencia algebraica de las gradientes expresada en %

K = Constante que puede determinarse de las distancias de visibilidad al frenado para curvas horizontales.



CUADRO No. 7.17 CUADRO DE COEFICIENTES “K” PARA EL CALCULO DE LA LONGITUD MINIMA DE CURVAS VERTICALES

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS			
Velocidad de Diseño (kph)	Distancia de Visibilidad para Parada - "S" (metros)	Coeficiente K= Calculado	S ² 426 Redondeado
40	40	3,76	4
50	55	7,10	7
60	70	11,50	12
70	90	19,01	19
80	110	28,40	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	76
120	220	113,62	115

VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS									
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA			Valor Recomendable			Valor Absoluto (Valor Límite)		
				LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II	Mas	de	8000 TPDA	105	85	46	85	46	28
I	3000	a	8000 TPDA	85	60	28	60	28	19
II	1000	a	3000 TPDA	85	60	28	60	28	13
III	300	a	1000 TPDA	60	28	13	46	19	8
IV	100	a	300 TPDA	46	19	13	28	13	5
V	Menos	de	100 TPDA	19	13	8	8	5	5

LL : Terreno Llano
O : Terreno Ondulado
M : Terreno Montañoso

- **Curvas Cóncavas con longitud de visibilidad menor que la longitud de la curva**

Este problema se presenta únicamente en las curvas verticales cóncavas durante la noche en que el objeto sobre la vía debe ser visto por el conductor con la luz que ilumina sobre la vía, es decir la línea de luz de los faros determina la distancia de visibilidad que suponemos está a 0.6 m sobre el nivel de la calzada, y que esta luz hace un ángulo de 1° grado con la horizontal.

Cuando la distancia de visibilidad es mayor que la longitud de la curva es válida la aplicación de la ecuación siguiente:



$$L_v = K \times A$$

Los coeficientes K y K1 se han calculado para las diferentes velocidades de diseño adoptadas por el MTOP con estos resultados:

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS

Velocidad de Diseño (kph)	Distancia de Visibilidad para Parada - "S" (metros)	Coeeficiente K= $\frac{S^2}{122 + 3,5.S}$	
		Calculado	Redondeado
40	40	6,11	6
50	55	9,62	10
60	70	13,35	13
70	90	18,54	19
80	110	13,87	14
90	135	30,66	31
100	160	37,54	38
110	180	43,09	43
120	220	54,26	55

VALORES DE DISEÑO DEL COEFICIENTE K PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto (Valor Límite)		
		LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II	Mas de 8000 TPDA	52	46	32	46	32	24
I	3000 a 8000 TPDA	46	38	24	38	24	18
II	1000 a 3000 TPDA	46	38	24	38	24	15
III	300 a 1000 TPDA	38	24	15	32	18	11
IV	100 a 300 TPDA	32	18	15	24	15	7
V	Menos de 100 TPDA	18	15	11	11	7	7

LL : Terreno Llano
 O : Terreno Ondulado
 M : Terreno Montañoso

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)



El valor de la longitud L_v de la curva vertical que asegura la distancia de visibilidad “S” se encontrará multiplicando el valor del coeficiente K por la suma de gradientes de las líneas que enlaza A.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0,60 V$$

7.12.3 RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

- En el proyecto vertical de una vía, la línea de referencia que define el alineamiento vertical es la subrasante.
- En terrenos planos la altura de la subrasante con relación al nivel del terreno natural, está regulada por las condiciones de drenaje.
- En terrenos ondulados, deben adoptarse sub-rasantes algo onduladas, pues convienen a la operación de los vehículos que se ve reflejado en los costos de construcción, operación y mantenimiento.
- En terrenos montañosos, la subrasante depende fundamentalmente de las facilidades y restricciones que le permita la topografía.
- Se debe proyectar un alineamiento vertical utilizando curvas verticales lo más largos que sea posible, evitando cambios de pendiente en longitudes cortas.
- Los valores límites a considerar en el proyecto vertical son la pendiente máxima y la longitud crítica de pendiente. Esos valores no deben ser superados y se utilizará esos valores solo cuando las condiciones no permitan trabajar con valores más amplios.



- Se debe evitar tener perfiles con gradientes reversas altas que se repitan constantemente en combinación con un proyecto horizontal en tangente porque constituye un peligro para los usuarios, se puede aliviar esta situación una curva horizontal pero esta situación encarece el costo de construcción.
- Debe evitarse curvas verticales sucesivas y en la misma dirección separada por una tangente vertical corta, particularmente en el caso de curvas cóncavas donde la vista completa de las dos curvas verticales no es agradable.
- Un perfil escalonado es preferible al empleo de una sola gradiente, porque un tramo de pendiente baja permite al vehículo aumentar su velocidad previa al ascenso del tramo con gradiente más alta.
- Cuando se congestiona la vía debido a los vehículos pesados que suben lentamente se debe considerar la posibilidad de hacer un carril de ascenso.

7.12.4 RESUMEN DE PROYECTO VERTICAL

CUADRO No. 7.18 ALINEAMIENTO VERTICAL

DATOS DE CURVA VERTICAL No.1 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	0+070.00	Elevación:	3,118.579m
PVI Estación :	0+090.00	Elevación:	3,117.600m
PVT Estación:	0+110.00	Elevación:	3,117.108m
Punto mas bajo:	0+110.00	Elevación:	3,117.108m
(%) Entrada:	-4.89%	(%) Salida:	-2.46%
Cambio (%):	2.43%	K:	16.449m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	1,644.876m
Distancia de Luz:	362.291m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.1 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	0+130.00	Elevación:	3,116.615m
PVI Estación :	0+155.00	Elevación:	3,116.000m
PVT Estación:	0+180.00	Elevación:	3,113.842m
Punto mas alto:	0+130.00	Elevación:	3,116.615m
(%) Entrada:	-2.46%	(%) Salida:	-8.63%
Cambio (%):	6.17%	K:	8.104m
Longitud de Curva:	50.000m	Radio de Curvatura	810.367m
Distancia de Paso:	275.624m	Distancia de Parada:	132.710m



DATOS DE CURVA VERTICAL No.2 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	0+210.00	Elevación:	3,111.253m
PVI Estación :	0+250.00	Elevación:	3,107.800m
PVT Estación:	0+290.00	Elevación:	3,109.748m
Punto mas bajo:	0+261.15	Elevación:	3,109.045m
(%) Entrada:	-8.63%	(%) Salida:	4.87%
Cambio (%):	13.50%	K:	5.925m
Longitud de Curva:	80.000m	Radio de Curvatura	592.542m
Distancia de Luz:	60.114m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.2 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	0+327.50	Elevación:	3,111.574m
PVI Estación :	0+365.00	Elevación:	3,113.400m
PVT Estación:	0+402.50	Elevación:	3,110.464m
Punto mas alto:	0+356.26	Elevación:	3,112.274m
(%) Entrada:	4.87%	(%) Salida:	-7.83%
Cambio (%):	12.70%	K:	5.905m
Longitud de Curva:	75.000m	Radio de Curvatura	590.548m
Distancia de Paso:	159.260m	Distancia de Parada:	89.828m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.3 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	0+630.00	Elevación:	3,092.649m
PVI Estación :	0+660.00	Elevación:	3,090.300m
PVT Estación:	0+690.00	Elevación:	3,086.700m
Punto mas alto:	0+630.00	Elevación:	3,092.649m
(%) Entrada:	-7.83%	(%) Salida:	-12.00%
Cambio (%):	4.17%	K:	14.390m
Longitud de Curva:	60.000m	Radio de Curvatura	1,439.024m
Distancia de Paso:	400.876m	Distancia de Parada:	189.390m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.3 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	0+910.00	Elevación:	3,060.300m
PVI Estación :	0+950.00	Elevación:	3,055.500m
PVT Estación:	0+990.00	Elevación:	3,052.567m
Punto mas bajo:	0+990.00	Elevación:	3,052.567m
(%) Entrada:	-12.00%	(%) Salida:	-7.33%
Cambio (%):	4.67%	K:	17.143m
Longitud de Curva:	80.000m	Radio de Curvatura	1,714.286m
Distancia de Luz:	132.367m		



DATOS DE CURVA VERTICAL No.4 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	1+075.00	Elevación:	3,046.333m
PVI Estación :	1+100.00	Elevación:	3,044.500m
PVT Estación:	1+125.00	Elevación:	3,041.778m
Punto mas alto:	1+075.00	Elevación:	3,046.333m
(%) Entrada:	-7.33%	(%) Salida:	-10.89%
Cambio (%):	3.56%	K:	14.063m
Longitud de Curva:	50.000m	Radio de Curvatura	1,406.250m
Distancia de Paso:	459.914m	Distancia de Parada:	211.912m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.4 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	1+165.00	Elevación:	3,037.422m
PVI Estación :	1+190.00	Elevación:	3,034.700m
PVT Estación:	1+215.00	Elevación:	3,033.059m
Punto mas bajo:	1+215.00	Elevación:	3,033.059m
(%) Entrada:	-10.89%	(%) Salida:	-6.56%
Cambio (%):	4.33%	K:	11.557m
Longitud de Curva:	50.000m	Radio de Curvatura	1,155.698m
Distancia de Luz:	119.401m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.5 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	1+325.00	Elevación:	3,025.841m
PVI Estación :	1+350.00	Elevación:	3,024.200m
PVT Estación:	1+375.00	Elevación:	3,020.479m
Punto mas alto:	1+325.00	Elevación:	3,025.841m
(%) Entrada:	-6.56%	(%) Salida:	-14.88%
Cambio (%):	8.32%	K:	6.009m
Longitud de Curva:	50.000m	Radio de Curvatura	600.901m
Distancia de Paso:	210.842m	Distancia de Parada:	104.869m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.5 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	1+572.50	Elevación:	2,991.085m
PVI Estación :	1+650.00	Elevación:	2,979.550m
PVT Estación:	1+727.50	Elevación:	2,978.923m
Punto mas bajo:	1+727.50	Elevación:	2,978.923m
(%) Entrada:	-14.88%	(%) Salida:	-0.81%
Cambio (%):	14.07%	K:	11.013m
Longitud de Curva:	155.000m	Radio de Curvatura	1,101.336m
Distancia de Luz:	88.325m		



DATOS DE CURVA VERTICAL No.6 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	1+735.00	Elevación:	2,978.862m
PVI Estación :	1+755.00	Elevación:	2,978.700m
PVT Estación:	1+775.00	Elevación:	2,977.157m
Punto mas alto:	1+735.00	Elevación:	2,978.862m
(%) Entrada:	-0.81%	(%) Salida:	-7.71%
Cambio (%):	6.90%	K:	5.793m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	579.310m
Distancia de Paso:	243.956m	Distancia de Parada:	116.249m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.6 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	1+805.00	Elevación:	2,974.843m
PVI Estación :	1+825.00	Elevación:	2,973.300m
PVT Estación:	1+845.00	Elevación:	2,972.291m
Punto mas bajo:	1+845.00	Elevación:	2,972.291m
(%) Entrada:	-7.71%	(%) Salida:	-5.04%
Cambio (%):	2.67%	K:	14.977m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	1,497.674m
Distancia de Luz:	273.874m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.7 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	1+920.00	Elevación:	2,968.509m
PVI Estación :	1+940.00	Elevación:	2,967.500m
PVT Estación:	1+960.00	Elevación:	2,967.143m
Punto mas bajo:	1+960.00	Elevación:	2,967.143m
(%) Entrada:	-5.04%	(%) Salida:	-1.79%
Cambio (%):	3.26%	K:	12.278m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	1,227.836m
Distancia de Luz:	175.337m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.7 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	1+964.00	Elevación:	2,967.071m
PVI Estación :	2+010.00	Elevación:	2,966.250m
PVT Estación:	2+056.00	Elevación:	2,964.579m
Punto mas alto:	1+964.00	Elevación:	2,967.071m
(%) Entrada:	-1.79%	(%) Salida:	-3.63%
Cambio (%):	1.85%	K:	49.841m
Longitud de Curva:	92.000m	Radio de Curvatura	4,984.114m
Distancia de Paso:	883.744m	Distancia de Parada:	406.035m



DATOS DE CURVA VERTICAL No.8 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	2+065.00	Elevación:	2,964.253m
PVI Estación :	2+105.00	Elevación:	2,962.800m
PVT Estación:	2+145.00	Elevación:	2,964.373m
Punto mas bajo:	2+103.40	Elevación:	2,963.555m
(%) Entrada:	-3.63%	(%) Salida:	3.93%
Cambio (%):	7.56%	K:	10.575m
Longitud de Curva:	80.000m	Radio de Curvatura	1,057.514m
Distancia de Luz:	86.366m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.8 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	2+160.00	Elevación:	2,964.963m
PVI Estación :	2+180.00	Elevación:	2,965.750m
PVT Estación:	2+200.00	Elevación:	2,965.775m
Punto mas alto:	2+200.00	Elevación:	2,965.775m
(%) Entrada:	3.93%	(%) Salida:	0.13%
Cambio (%):	3.81%	K:	10.503m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	1,050.328m
Distancia de Paso:	426.047m	Distancia de Parada:	194.506m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.9 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	2+400.00	Elevación:	2,966.025m
PVI Estación :	2+420.00	Elevación:	2,966.050m
PVT Estación:	2+440.00	Elevación:	2,966.614m
Punto mas bajo:	2+400.00	Elevación:	2,966.025m
(%) Entrada:	0.13%	(%) Salida:	2.82%
Cambio (%):	2.70%	K:	14.834m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	1,483.444m
Distancia de Luz:	267.034m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.9 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	2+530.00	Elevación:	2,969.154m
PVI Estación :	2+560.00	Elevación:	2,970.000m
PVT Estación:	2+590.00	Elevación:	2,970.750m
Punto mas alto:	2+590.00	Elevación:	2,970.750m
(%) Entrada:	2.82%	(%) Salida:	2.50%
Cambio (%):	0.32%	K:	186.667m
Longitud de Curva:	60.000m	Radio de Curvatura	18,666.667m
Distancia de Paso:	4,840.905m	Distancia de Parada:	2,097.567m



DATOS DE CURVA VERTICAL No.10 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	2+670.00	Elevación:	2,972.750m
PVI Estación :	2+700.00	Elevación:	2,973.500m
PVT Estación:	2+730.00	Elevación:	2,973.841m
Punto mas alto:	2+730.00	Elevación:	2,973.841m
(%) Entrada:	2.50%	(%) Salida:	1.14%
Cambio (%):	1.36%	K:	44.000m
Longitud de Curva:	60.000m	Radio de Curvatura	4,400.000m
Distancia de Paso:	1,163.999m	Distancia de Parada:	517.355m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.10 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	2+880.00	Elevación:	2,975.545m
PVI Estación :	2+920.00	Elevación:	2,976.000m
PVT Estación:	2+960.00	Elevación:	2,977.081m
Punto mas bajo:	2+880.00	Elevación:	2,975.545m
(%) Entrada:	1.14%	(%) Salida:	2.70%
Cambio (%):	1.57%	K:	51.075m
Longitud de Curva:	80.000m	Radio de Curvatura	5,107.451m
Distancia de Luz:			

DATOS DE CURVA VERTICAL No.11 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	3+240.00	Elevación:	2,984.649m
PVI Estación :	3+290.00	Elevación:	2,986.000m
PVT Estación:	3+340.00	Elevación:	2,989.485m
Punto mas bajo:	3+240.00	Elevación:	2,984.649m
(%) Entrada:	2.70%	(%) Salida:	6.97%
Cambio (%):	4.27%	K:	23.436m
Longitud de Curva:	100.000m	Radio de Curvatura	2,343.570m
Distancia de Luz:	163.931m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.12 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	3+580.00	Elevación:	3,006.212m
PVI Estación :	3+620.00	Elevación:	3,009.000m
PVT Estación:	3+660.00	Elevación:	3,012.600m
Punto mas bajo:	3+580.00	Elevación:	3,006.212m
(%) Entrada:	6.97%	(%) Salida:	9.00%
Cambio (%):	2.03%	K:	39.403m
Longitud de Curva:	80.000m	Radio de Curvatura	3,940.299m
Distancia de Luz:	987.414m		



DATOS DE CURVA VERTICAL No.11 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	3+900.00	Elevación:	3,034.200m
PVI Estación :	3+950.00	Elevación:	3,038.700m
PVT Estación:	4+000.00	Elevación:	3,039.050m
Punto mas alto:	4+000.00	Elevación:	3,039.050m
(%) Entrada:	9.00%	(%) Salida:	0.70%
Cambio (%):	8.30%	K:	12.048m
Longitud de Curva:	100.000m	Radio de Curvatura	1,204.819m
Distancia de Paso:	236.309m	Distancia de Parada:	130.069m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.13 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	4+040.00	Elevación:	3,039.330m
PVI Estación :	4+100.00	Elevación:	3,039.750m
PVT Estación:	4+160.00	Elevación:	3,044.918m
Punto mas bajo:	4+040.00	Elevación:	3,039.330m
(%) Entrada:	0.70%	(%) Salida:	8.61%
Cambio (%):	7.91%	K:	15.164m
Longitud de Curva:	120.000m	Radio de Curvatura	1,516.370m
Distancia de Luz:	108.724m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.12 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	4+300.00	Elevación:	3,056.977m
PVI Estación :	4+320.00	Elevación:	3,058.700m
PVT Estación:	4+340.00	Elevación:	3,057.850m
Punto mas alto:	4+326.78	Elevación:	3,058.131m
(%) Entrada:	8.61%	(%) Salida:	-4.25%
Cambio (%):	12.86%	K:	3.110m
Longitud de Curva:	40.000m	Radio de Curvatura	310.954m
Distancia de Paso:	140.212m	Distancia de Parada:	71.663m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.14 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	4+345.00	Elevación:	3,057.638m
PVI Estación :	4+360.00	Elevación:	3,057.000m
PVT Estación:	4+375.00	Elevación:	3,057.822m
Punto mas bajo:	4+358.11	Elevación:	3,057.359m
(%) Entrada:	-4.25%	(%) Salida:	5.48%
Cambio (%):	9.73%	K:	3.084m
Longitud de Curva:	30.000m	Radio de Curvatura	308.380m
Distancia de Luz:	43.334m		



DATOS DE CURVA VERTICAL No.13 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	4+445.00	Elevación:	3,061.657m
PVI Estación :	4+475.00	Elevación:	3,063.300m
PVT Estación:	4+505.00	Elevación:	3,063.433m
Punto mas alto:	4+505.00	Elevación:	3,063.433m
(%) Entrada:	5.48%	(%) Salida:	0.44%
Cambio (%):	5.03%	K:	11.919m
Longitud de Curva:	60.000m	Radio de Curvatura	1,191.939m
Distancia de Paso:	337.195m	Distancia de Parada:	162.022m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.15 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	4+557.50	Elevación:	3,063.667m
PVI Estación :	4+610.00	Elevación:	3,063.900m
PVT Estación:	4+662.50	Elevación:	3,068.331m
Punto mas bajo:	4+557.50	Elevación:	3,063.667m
(%) Entrada:	0.44%	(%) Salida:	8.44%
Cambio (%):	8.00%	K:	13.132m
Longitud de Curva:	105.000m	Radio de Curvatura	1,313.230m
Distancia de Luz:	98.938m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.14 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	4+802.50	Elevación:	3,080.147m
PVI Estación :	4+860.00	Elevación:	3,085.000m
PVT Estación:	4+917.50	Elevación:	3,085.575m
Punto mas alto:	4+917.50	Elevación:	3,085.575m
(%) Entrada:	8.44%	(%) Salida:	1.00%
Cambio (%):	7.44%	K:	15.457m
Longitud de Curva:	115.000m	Radio de Curvatura	1,545.699m
Distancia de Paso:	265.344m	Distancia de Parada:	146.825m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.16 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	4+962.50	Elevación:	3,086.025m
PVI Estación :	5+000.00	Elevación:	3,086.400m
PVT Estación:	5+037.50	Elevación:	3,088.938m
Punto mas bajo:	4+962.50	Elevación:	3,086.025m
(%) Entrada:	1.00%	(%) Salida:	6.77%
Cambio (%):	5.77%	K:	13.000m
Longitud de Curva:	75.000m	Radio de Curvatura	1,300.000m
Distancia de Luz:	103.473m		



DATOS DE CURVA VERTICAL No.15 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	5+100.00	Elevación:	3,093.169m
PVI Estación :	5+130.00	Elevación:	3,095.200m
PVT Estación:	5+160.00	Elevación:	3,096.657m
Punto mas alto:	5+160.00	Elevación:	3,096.657m
(%) Entrada:	6.77%	(%) Salida:	4.86%
Cambio (%):	1.91%	K:	31.379m
Longitud de Curva:	60.000m	Radio de Curvatura	3,137.931m
Distancia de Paso:	838.730m	Distancia de Parada:	377.565m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.16 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	5+225.00	Elevación:	3,099.814m
PVI Estación :	5+270.00	Elevación:	3,102.000m
PVT Estación:	5+315.00	Elevación:	3,102.381m
Punto mas alto:	5+315.00	Elevación:	3,102.381m
(%) Entrada:	4.86%	(%) Salida:	0.85%
Cambio (%):	4.01%	K:	22.438m
Longitud de Curva:	90.000m	Radio de Curvatura	2,243.836m
Distancia de Paso:	430.531m	Distancia de Parada:	210.689m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.17 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	5+355.00	Elevación:	3,102.719m
PVI Estación :	5+400.00	Elevación:	3,103.100m
PVT Estación:	5+445.00	Elevación:	3,104.315m
Punto mas bajo:	5+355.00	Elevación:	3,102.719m
(%) Entrada:	0.85%	(%) Salida:	2.70%
Cambio (%):	1.85%	K:	48.548m
Longitud de Curva:	90.000m	Radio de Curvatura	4,854.772m
Distancia de Luz:	2,616.060m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.18 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	5+467.50	Elevación:	3,104.923m
PVI Estación :	5+500.00	Elevación:	3,105.800m
PVT Estación:	5+532.50	Elevación:	3,107.167m
Punto mas bajo:	5+467.50	Elevación:	3,104.923m
(%) Entrada:	2.70%	(%) Salida:	4.21%
Cambio (%):	1.51%	K:	43.135m
Longitud de Curva:	65.000m	Radio de Curvatura	4,313.501m
Distancia de Luz:			



DATOS DE CURVA VERTICAL No.19 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	5+752.50	Elevación:	3,116.422m
PVI Estación :	5+790.00	Elevación:	3,118.000m
PVT Estación:	5+827.50	Elevación:	3,120.792m
Punto mas bajo:	5+752.50	Elevación:	3,116.422m
(%) Entrada:	4.21%	(%) Salida:	7.44%
Cambio (%):	3.24%	K:	23.166m
Longitud de Curva:	75.000m	Radio de Curvatura	2,316.568m
Distancia de Luz:	215.415m		

DATOS DE CURVA VERTICAL No.17 :(CONVEXA)			
PVC Estación:	5+835.00	Elevación:	3,121.350m
PVI Estación :	5+880.00	Elevación:	3,124.700m
PVT Estación:	5+925.00	Elevación:	3,125.016m
Punto mas alto:	5+925.00	Elevación:	3,125.016m
(%) Entrada:	7.44%	(%) Salida:	0.70%
Cambio (%):	6.74%	K:	13.348m
Longitud de Curva:	90.000m	Radio de Curvatura	1,334.788m
Distancia de Paso:	274.341m	Distancia de Parada:	143.563m

DATOS DE CURVA VERTICAL No.20 :(CONCAVA)			
PVC Estación:	5+955.00	Elevación:	3,125.226m
PVI Estación :	5+970.00	Elevación:	3,125.332m
PVT Estación:	5+985.00	Elevación:	3,125.575m
Punto mas bajo:	5+955.00	Elevación:	3,125.226m
(%) Entrada:	0.70%	(%) Salida:	1.62%
Cambio (%):	0.92%	K:	32.526m
Longitud de Curva:	30.000m	Radio de Curvatura	3,252.602m
Distancia de Luz:			

FUENTE: PROPIA

7.13 RELACION ENTRE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL

- a. Los alineamientos horizontal y vertical no deben ser considerados independientes ya que se complementan mutuamente. El proyecto del camino debe ser el resultado de una armonía entre los dos alineamientos, para asegurar su funcionamiento seguro, agradable y económico. Si uno de los dos



alineamientos presenta tramos pobremente proyectados, estos influyen negativamente en el otro.

- b. Los radios de curvatura y las pendientes deben estar balanceados.
- c. Los cambios sucesivos en los valores de las gradientes que no estén en combinación con la curva horizontal, pueden dar como resultado prominencias antiestéticas visibles al conductor.
- d. No deben proyectarse cuevas horizontales de radios pequeños la cima de una curva vertical convexa y pronunciada, pues el conductor no puede ver el cambio de su dirección horizontal, especialmente en la noche, pues las luces alumbran hacia el espacio y en línea recta. Este peligro puede atenuarse si la curva horizontal es más larga que la vertical utilizando mejores parámetros de diseño.
- e. No pueden proyectarse curvas horizontales de radio pequeño en o cerca del punto más bajo de una curva vertical cóncava, pues las velocidades de los vehículos son más altas al final de una gradiente negativa y podría provocarse operaciones erráticas especialmente en la noche.
- f. En caminos de dos carriles la necesidad de tramos para rebasar con seguridad a intervalos frecuentes influye en la combinación de ambos alineamientos. En estos casos es necesario proporcionar tangentes suficientemente largas para asegurar la distancia de visibilidad de rebasamiento.

7.14 CONCLUSIONES

1. En el caso de nuestro proyecto al tratarse de una Vía Colectora Tipo I y que dará servicio de gran magnitud al sur de Quito se considero dos carriles una por cada sentido y con un parterre central para la disminución de accidentes.



2. La línea cero se colocara siguiendo la dirección del camino existente para disminuir el movimiento de tierras por ser la mayor parte de topografía ondulada y montañosa, además se tomara coma eje cero para el diseño terminado la parte superior del parterre.
3. Empezamos el diseño en el Km 0+ 000 a partir de la Cooperativa de Vivienda Músculos y Rieles, el proyecto se empieza desarrollando en un terreno plano y ondulado, luego en una parte montañosa la cual impide realizar tangente de gran distancia, llegando asi hasta el barrio Praderas del Sur Km 6 + 028.00 aproximadamente.
4. Se ha respetado las recomendaciones de diseño, principalmente la que se refiere a mantener el camino existente como base para la actualización de los estudios.
5. En el diseño se tomo como puntos de paso obligados las calles ya consolidadas y concluidas en su totalidad, las mismas que se han considerado como prioridad para el diseño.
6. En el tramo comprendido entre las abscisas 5+540 y 5+800 nos vimos obligados a realizar un salto ya que tenemos una distancia considerable de 260.00m luz cuello formado por la Quebrada Cornejo, la misma que está cercana a la finalización del proyecto.
7. Para el tramo antes indicado la Administración Zonal Quitumbe por medio del Ing. Fernando Espín informo que se considerará en estudios posteriores el desarrollo más ampliado de la implementación vial ya sea para relleno o desarrollo de puente.
8. En términos generales el diseño horizontal se ha elaborado respetando las normas establecidas por el MTOP presentándose dificultades topográficas en las curvas del Barrio Músculos y Rieles; Quebrada Caupicho las mismas que han sido atravesadas optimizando al máximo el diseño
9. Los puntos de referencia de la pendiente que coloquemos en el plano vertical deben ser congruentes con la pendiente colocada en el plano horizontal.
10. Nuestro camino en estudio por ser la mayor parte ondulada y montañosa se dará pendientes mínimas pero tampoco puede ser cero porque existirá problema de drenajes.



11. Es por esto que también se ha respetado las normas colocando en zonas planas pendientes mínimo de 0.5%, según las normas del MTOP.
12. Así también concluiríamos que la altura máxima de relleno la encontramos en la abscisa km 3+790 con una altura de relleno de 14.78 m. en la Quebrada Caupicho.
13. También podemos señalar que la altura máxima de corte la tenemos en la abscisa km 4+400, en la que se tiene talud de corte de 2.52 m de altura.

CUADRO No.7.19 RESUMEN GENERAL – DISEÑO GEOMETRICO

Velocidad de Diseño	Pendiente Mínima	Pendiente Máxima	Longitud en (metros)	Porcentaje
50	0,50%	15,00%	6028,00	100%
Desnivel total tramos (metros)			163,47	
Total pendientes y contrapendientes (metros)			333,91	
Elevacion media (m.s.n.m)			3044,54	
Pendiente media (%)			5,25	
Pendiente absoluta (%)			14,88	
Longitud de bajadas (m)			1990,00	
Longitud de subidas (m)			4038,00	
Diferencia de nivel de bajadas (m)			164,84	
Diferencia de nivel de subidas (m)			169,07	
Velocidad de Diseño (km /h)	Radios en Curvas Horizontales m	Numero total de Curvas Horizontales u	Longitud de Curvas Horizontales m	Porcentaje %
50	116,40	1	152,28	2,53%
	74,20	1	189,02	3,14%
	26,50	1	67,93	1,13%
	400,00	1	26,79	0,44%
	77,50	1	193,67	3,21%
	445,81	1	63,83	1,06%
	30,65	1	82,20	1,36%
	88,50	1	58,16	0,96%
	200,00	1	94,61	1,57%
	400,00	1	70,01	1,16%
	200,00	1	61,66	1,02%
	300,00	1	48,92	0,81%
	200,00	1	73,63	1,22%
	200,00	1	67,67	1,12%
	500,00	1	114,42	1,90%
	500,00	1	37,79	0,63%
Numero Total		16	1402,58	23,27%
Curvatura total (grados)			836,38	
Grado de curvatura (grados/km)			43,46	



7.15 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

a. Pavimentos

El ancho de estas varía de acuerdo a la topografía y a la importancia de esta.

El MTOP ha establecido el siguiente cuadro:

CUADRO no. 7.19 ANCHO DE LA CALZADA SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA				Ancho de Pavimento (n)	
					Recomendable	Absoluto
R - I o R - II	Mas	de	8000	TPDA	7,30	7,30
I	3000	a	8000	TPDA	7,30	7,30
II	1000	a	3000	TPDA	7,30	6,50
III	300	a	1000	TPDA	6,70	6,00
IV	100	a	300	TPDA	7,50 ^{1/}	6,00 ^{1/}
V	Menos	de	100	TPDA	7,50 ^{1/}	4,00 ^{1/}

^{1/} En las clases IV y V están incluidos los espaldones
(Ver cuadro general de clasificación)

b. Parterre

Los parterres serán tan amplios como sea posible pudiendo ser delimitados por bordillos o por marcas en el pavimento. En general, se consideran dos tipos de parterres los angostos y los anchos.

Los angostos fluctúan entre 1.20-5m de ancho, usan separador tipo barrera o prefabricado y son utilizadas en condiciones restrictivas. Los parterres de 1.20m proveen de muy poca separación al tráfico opuesto y refugio mínimo para los peatones. Parterres angostos entre 3.65-5.00m ofrecen espacio para acomodar un carril central para uso de vehículos que giren a la izquierda, según sea el requerimiento.



Los anchos fluctúan entre 15-23m de ancho. Los de 23 m son ideales pues proveen de suficiente espacio de almacenamiento para que tráileres y semitráileres puedan girar cómodamente en las aberturas; reducen el encandelillamiento en la noche; proveen de una agradable estética; y reducen considerablemente las probabilidades de colisiones frontales.

Aberturas en los parterres a intervalos muy cortos en carreteras divididas generan un peligro constante por las velocidades altas del tráfico de paso. La frecuencia de su ubicación varía con las restricciones topográficas y los requerimientos locales. ***Como regla general, las aberturas se colocan espaciadas a distancias no menores a 2000m.***

En nuestro caso por ser una avenida que cruza la zona urbana y al mismo tiempo tiene varias restricciones por la consolidación de edificaciones en los bordes de la Vía y tomando en cuenta que en zonas urbanas según Ordenanza Metropolitana se diseñara vías para una velocidad máxima de 50 kph para el cual se ha considerado dividir con un parterre central de 3.00m de ancho desde el km 0+000 hasta el km 1+540, desde este tramo hacia el comienzo del barrio Caupicho km 1+740 se diseño un parterre de 1.00m, este tipo de parterre se lo realizo tomando en cuenta que por ser una curva muy cerrada y que el conductor aplicara una reducción en la velocidad.

c. Espaldones

El diseño de espaldones está vinculado con el orden o tipo de carretera y con la topografía del terreno. Siguiendo las normas respectivas el MTOP nos proporciona el siguiente cuadro:

**CUADRO No. 7.20 ANCHO DE ESPALDONES SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA Y EL TPDA**

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA	Recomendable			Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
		(1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)
R - I o R - II	Mas de 8000 TPDA	3,00*	3,00*	2,50*	3,00*	3,00*	2,00*
I	3000 a 8000 TPDA	2,50**	2,50**	2,00**	2,50**	2,00**	1,50**
II	1000 a 3000 TPDA	2,50**	2,50**	1,50**	2,50	2,00	1,50
III	300 a 1000 TPDA	2,00	1,50	1,00	1,50*	1,00	0,50
IV	100 a 300 TPDA	Una parte del soporte lateral esta incorporado en el ancho de la superficie de rodadura.					
V	Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral esta incorporado en el ancho de la superficie de rodadura.					

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)

Debemos mencionar que en nuestro diseño no se ha considerado los espaldones por cuanto no tenemos cunetas laterales más bien se considerara rejillas normalizadas con dimensiones es de 90 x 150cm, cuyos cálculos de capacidad de descarga se encuentran detallados en el capítulo de drenaje vial.

d. Pendiente Transversal

Es necesario dar al camino una pendiente transversal que permita el escurrimiento de las aguas lluvias en la calzada y en los espaldones, es decir hay que dar lo que se denomina bombeo del camino. Está pendiente puede variar dependiendo del tipo de pavimento, siendo recomendada para la calzada el 2% para pavimentos con capa de rodadura asfáltica y 4% para revestimiento rugoso como afirmado o empedrado, los espaldones deben tener una pendiente del 4% como norma general.

e. Cuneta Lateral

La cuneta lateral tiene un dimensionamiento que más bien corresponde al diseño hidráulico, pero el MTOP nos ha definido secciones tipo para varias órdenes de la vía.



De acuerdo a los criterios del MTOP, para la ubicación de la cuneta lateral se requiere disponer de una magnitud de sección variable.

$$L = t + o + p$$

t = depende del talud en corte

o = Ancho de la cuneta correspondiente a la altura del agua en la cuneta.

p = Depende del espesor del pavimento.

f. Taludes

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento.

Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable.

En lo demás, la selección de taludes debe ser materia de un estudio particular en cada caso, tomando en cuenta la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas existentes.

En el Diseño del Escalón 2 por encontrar características variables y con el fin de no afectar la mayor parte de los predios y edificaciones colindantes se adoptó un talud de corte y relleno recomendado por ASTEC.



Corte	0.5	:	1.00
Relleno	1.50	:	1.00

g. Tipo de Superficie de Rodadura

La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de alto grado estructural, siendo indeformables, no se deterioran fácilmente en sus bordes y su superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción para el escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. Al contrario, los pavimentos de bajo grado estructural con superficies de granulometría abierta, deben tener gradientes transversales más pronunciadas, para facilitar el escurrimiento de las aguas y evitar el ablandamiento de la superficie.

El tipo de superficie de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida, de la cual dependen varias características del diseño general, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores.

CUADRO No. 7.21 CLASIFICACION DE SUPERFICIE DE RODADURA

Clase de Carretera				Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentaje)
R - I o R - II	Mas	de	8000 TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
I	3000	a	8000 TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
II	1000	a	3000 TPDA	Grado estructural Intemedio	2
III	300	a	1000 TPDA	Bjo Grado estructural:Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	2
IV	100	a	300 TPDA	Grava o D.T.S.B	2,5 - 4
V	Menos	de	100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4

FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)



7.16 DISEÑO GEOMETRICO DE INTERCAMBIADORES

Para el proyecto del Escalón 2 en el que contempla el diseño geométrico, tanto en planta como en vertical, no se contemplara el diseño de intercambiadores por cuanto estos necesitan de estudios más detallados; para dar solución en trayectos que existen intercambiadores se ha optado en diseñar brazos de salida y entrada directos para evitar el congestionamiento vehicular.

7.17 DISEÑO DE SEÑALIZACION

7.17.1 INTRODUCCION

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda.

La señalización horizontal en carreteras tiene funciones importantes en proveer información y guía para los usuarios de las vías.

Entre los tipos más importantes de demarcaciones encontramos demarcaciones de pavimento y de bordillos, demarcadores de objetos, delineadores, pavimentos de color, barricadas, dispositivos de canalización e islas.

En algunos casos, las demarcaciones son usadas para complementar otros dispositivos de control de tráfico como señales, señales de tránsito y otras demarcaciones.

En otras instancias, las demarcaciones son usadas solas para transmitir efectivamente regulaciones, guía o advertencias en maneras que no se pueden obtener mediante el uso de otros dispositivos.

Por otra parte, las señales verticales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de vehículos y peatones. Pueden contener instrucciones las cuales debe obedecer el usuario de las vías, prevención de peligros



que pueden no ser muy evidentes o información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacado.

Esta vía es concebida con el objetivo de ser una vía tipo Colectora de Clase I y como tal destinada a proveer un movimiento ininterrumpido de grandes volúmenes de tráfico, y velocidades moderadas de operación; es decir que, la prioridad es la movilidad de punto a punto, que las paradas de transporte público sean prohibidas en los carriles centrales y que la velocidad de circulación sea de 50 km/h.

Estas condiciones de vía Colectora se van incumpliendo debido a que el entorno ha tenido una evolución en ambos márgenes, donde predomina el uso residencial, educacional y comercial, los cuales se han ido consolidando desde hace mucho tiempo, generando en varios tramos gran concentración de personas y el cruce necesario de peatones de un lado a otro de la vía, convirtiéndola en una arteria urbana de la ciudad.

7.17.2 OBJETIVOS

- Proporcionar la base teórica y el criterio técnico que rige el diseño de la Señalización Horizontal y Vertical en una carretera urbana de la Ciudad Capital.
- Describir algunas de las propiedades que deben cumplir los materiales que se usan en la señalización de las carreteras y que son definidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, mediante su Manual de Señalética.
- Evaluar la señalización de la Vía Escalón 2 en los puntos más críticos de la misma y dar solución a esos conflictos en base al marco teórico expuesto en el presente trabajo.



7.17.3 ALCANCE

Dentro del alcance del presente trabajo están la reglamentación de la señalización horizontal y vertical, las propiedades que deben cumplir los materiales, y especificaciones técnicas básicas para la construcción de estos elementos, enfocándolo en la solución de problemas en tramos conflictivos de la Vía Escalón 2 usando los criterios indicados en el marco teórico.

7.17.4 NORMAS PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA CARRETERAS

7.17.4.1 NORMAS GENERALES

Debido a que el presente estudio ha sido realizado específicamente para la Ciudad de Quito en la Provincia de Pichincha, se ha tomado en cuenta los manuales usados por la Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (INEN), con los cuales se basan para la colocación de la señalización tanto en vías urbanas como en vías rurales, a pesar que en su mayoría de señalización lo está realizando la Dirección Nacional de Señalización de la Policía.

7.17.4.2 ANTECEDENTES DE LA UNIFICACION DE LAS NORMAS TECNICAS DE SEÑALIZACION

Debido a la diversidad de señales existentes en todo el mundo, en 1949 la Organización de Naciones Unidas ONU - convocó en Ginebra, Suiza, a una asamblea de países miembros, con el fin de discutir una propuesta para la unificación de las señales de tránsito, que permitiera a los conductores identificarlas fácilmente al viajar de un país a otro. En virtud de las marcadas diferencias existentes entre los sistemas europeo y norteamericano, no se aceptó una unificación que supusiese un cambio drástico en ellos.

En 1952, el grupo técnico encargado de efectuar el estudio sobre unificación de señales presentó informe ante la Comisión de Transportes y Comunicaciones de la



ONU, en donde se sentaron las bases para un sistema mundial de señales, el cual fue aprobado por el Consejo Económico y Social de la misma Organización en 1955.

Posteriormente, en 1967 el X Congreso Panamericano de Carreteras realizado en Montevideo Uruguay, aprobó las recomendaciones de la Organización de Naciones Unidas, para la elaboración de un sistema mundial de señales de tránsito basado en los símbolos.

La ONU convocó a una convención sobre circulación vial, que se realizó en Viena Austria en 1968, en donde el proyecto del Sistema Mundial de Señales fue modificado y adoptado, conservando los símbolos del sistema europeo y aceptando la alternativa de la escritura de leyendas utilizada en el sistema norteamericano.

El XI Congreso Panamericano de Carreteras COPACA, celebrado en 1971 en Quito Ecuador, aprobó el proyecto de convenio para adoptar el Manual interamericano de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, puesto en consideración de los países miembros en la sede de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos OEA, en 1979.

Entre tanto, la Comisión del Acuerdo de Cartagena, mediante Decisión No.271/90, acordó que para efectos relacionados con la señalización vial del sistema andino, los países miembros adoptaran el Manual Interamericano, aprobado por la Organización de Estados Americanos – OEA.

El XVI Congreso Panamericano de Carreteras, celebrado en Montevideo Uruguay aprobó, en mayo de 1991, mediante Resolución COPACA XXII, la actualización del Manual Interamericano del dispositivo para el control del tránsito en calles y carreteras segunda edición, como fruto de la labor cumplida por el grupo de trabajo de actualización del documento, presidido por Venezuela e integrado, además, por Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Méjico, Panamá, Perú y Uruguay.



7.17.5 MANUAL COLOMBIANO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

El Manual de Señalización presente es una recopilación de los diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito que se utilizan en Colombia y en muchos otros países. Esta publicación se generó como un compromiso del Ministerio de Transporte con las autoridades nacionales y regionales de Colombia.

El documento contiene los últimos avances tecnológicos que en materia de señalización vial se han desarrollado en el ámbito mundial, la adición de nuevas señales y otro tipo de dispositivos, la modernización de los símbolos, además de incorporar nuevos capítulos y ampliar la información contenida en publicaciones anteriores, todo ello con el propósito de que sea una guía práctica para las autoridades, los ingenieros viales y, en general, para todos aquellos que requieran de esta publicación como un elemento de consulta.

7.17.6 NORMAS PARTICULARES

En nuestro país se ha normalizado también la Señalización basada en los anteriores manuales, para que de forma práctica y sencilla sea uniforme la reglamentación a nivel nacional, se lo realizó por medio del INEN (Instituto Nacional de Normalización).

7.17.7 MANUAL DE SEÑALIZACIÓN INEN

El objetivo fundamental de este Reglamento Técnico mediante el fiel cumplimiento de las normas que contiene, es lograr una completa uniformidad de la señalización de tránsito en todo el territorio nacional. Para ello además de entregar las especificaciones y requisitos mínimos de cada elemento de señalización, se consignan los criterios técnicos que permiten conocer cuáles, cuándo, dónde y cómo, éstas deben ser implementadas. Lo anterior facilita sustancialmente el conocimiento de dichas normas por parte de los usuarios de las vías y de los responsables de la implementación, mantenimiento y control, disminuyendo así los riesgos de accidentes.



7.17.8 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

7.17.8.1 GENERALIDADES

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, símbolos y letras sobre las capas de rodadura, bordillos y otras estructuras al pavimento. Estas demarcaciones son usadas para canalizar, regular el tránsito o indicar la presencia de obstáculos y muy a menudo usadas también para complementar la información de otros dispositivos de control de tránsito (semáforos, señalización vertical y otras demarcaciones).

7.17.8.2 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMARCACIONES

Dado que se ubican en la calzada, la señalización horizontal presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que este distraiga su atención de la vía en que circula. Para que la señalización horizontal cumpla con la función para la cual se usa y los usuarios las puedan reconocer inmediatamente mientras circulan a la velocidad de diseño, se requiere que se tenga uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado.

Las demarcaciones de pavimentos tienen limitaciones bien conocidas. Son claramente visibles cuando están húmedas y no son muy duraderas cuando están pintadas sobre superficies expuestas al deterioro producido por el tránsito. Antes de que cualquier carretera, desvío pavimentado, o ruta temporal sea abierta al tráfico, todas las demarcaciones necesarias deben estar en su lugar.

Las demarcaciones que ya no son aplicables para condiciones de vías o restricciones y que puedan causar confusión para el usuario de la vía deben ser removidas o borradas para que sea inidentificable como una demarcación. Las demarcaciones deberán ser visibles en la noche, y deberán ser retro reflectivas a menos que una iluminación de ambiente asegure que las demarcaciones sean adecuadamente visibles.



Para nuestro caso utilizamos algunos de las tantas señales de tránsito más importantes, además de ello se indica algunos conceptos y sus parámetros de señalamiento ya que nuestro proyecto esencialmente es el Diseño Geométrico.

7.17.8.3 CLASIFICACIÓN DE LAS DEMARCACIONES

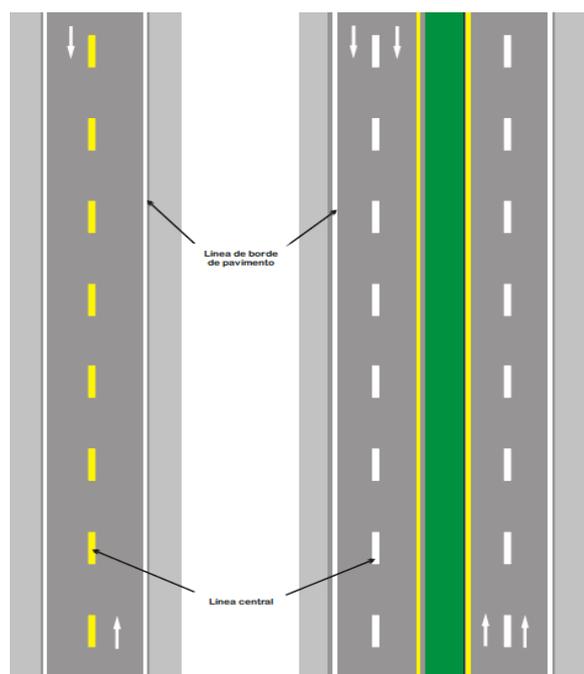
- LÍNEAS LONGITUDINALES

Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de rebasar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos y para demarcar zonas especiales de transición de reducción y aumento de carriles.

Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5).

Las demarcaciones deben ser color amarillo, blanco, rojo, o azul. Los colores para las demarcaciones deben cumplir con los colores especificados para una carretera estándar.

GRAFICO No.7.3





Los más usados son el blanco y el amarillo.

A. Líneas amarillas delinean:

1. La separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
2. El borde izquierdo de las vías en carreteras de una vía, en caminos divididos físicamente y en rampas.
3. La separación de carriles de giro izquierdo de dos direcciones y la separación de carriles reversibles del resto de carriles.

FOTOGRAFIA No. 7.1



B. Líneas blancas delinean:

1. La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
2. El borde derecho de la vía.
3. Estacionamientos privados y públicos.



FOTOGRAFIA No. 7.2



FUENTE: Propia

C. Demarcaciones rojas delinear: vías que no deben ser ingresadas o usadas.

D. Demarcaciones azules delinear: espacios de parqueo, parqueo para personas con discapacidades.

Las demarcaciones que limitan los espacios para estacionamiento de vehículos se harán con líneas blancas de 10 cm de ancho, como mínimo. Se utilizarán de la forma más eficiente y ordenada posible los espacios de estacionamiento, evitando invadir los paraderos de transporte público, las zonas comerciales, las rampas para discapacitados y las proximidades a las esquinas. La disposición de estas líneas se indica en la El estacionamiento en batería (inclinado), por lo general deberá evitarse en las vías, aunque en ocasiones podrá estar justificado, como en casos de aprovechamiento de espacios o de calzadas de más de 20 m de ancho, con tránsito de poca intensidad y bajas velocidades. También puede ser utilizado en parqueaderos ubicados fuera de las vías.



FOTOGRAFIA No. 7.3



FUENTE: Propia

Dimensiones

Los anchos y patrones de líneas longitudinales deben ser como sigue:

- A. Una línea normal es de 100 a 150mm de ancho
- B. Una línea ancha es por lo menos dos veces el ancho de una línea normal. El ancho de la línea indica el grado de énfasis para su regulación.
- C. Una línea doble consiste de dos líneas normales separadas por un espacio discernible. Una línea doble indica restricciones especiales o máximas.

Patrones

Línea continua. Consiste de una o dos líneas sólidas que no presentan cortes, estas indican condiciones de prohibición o de precaución.

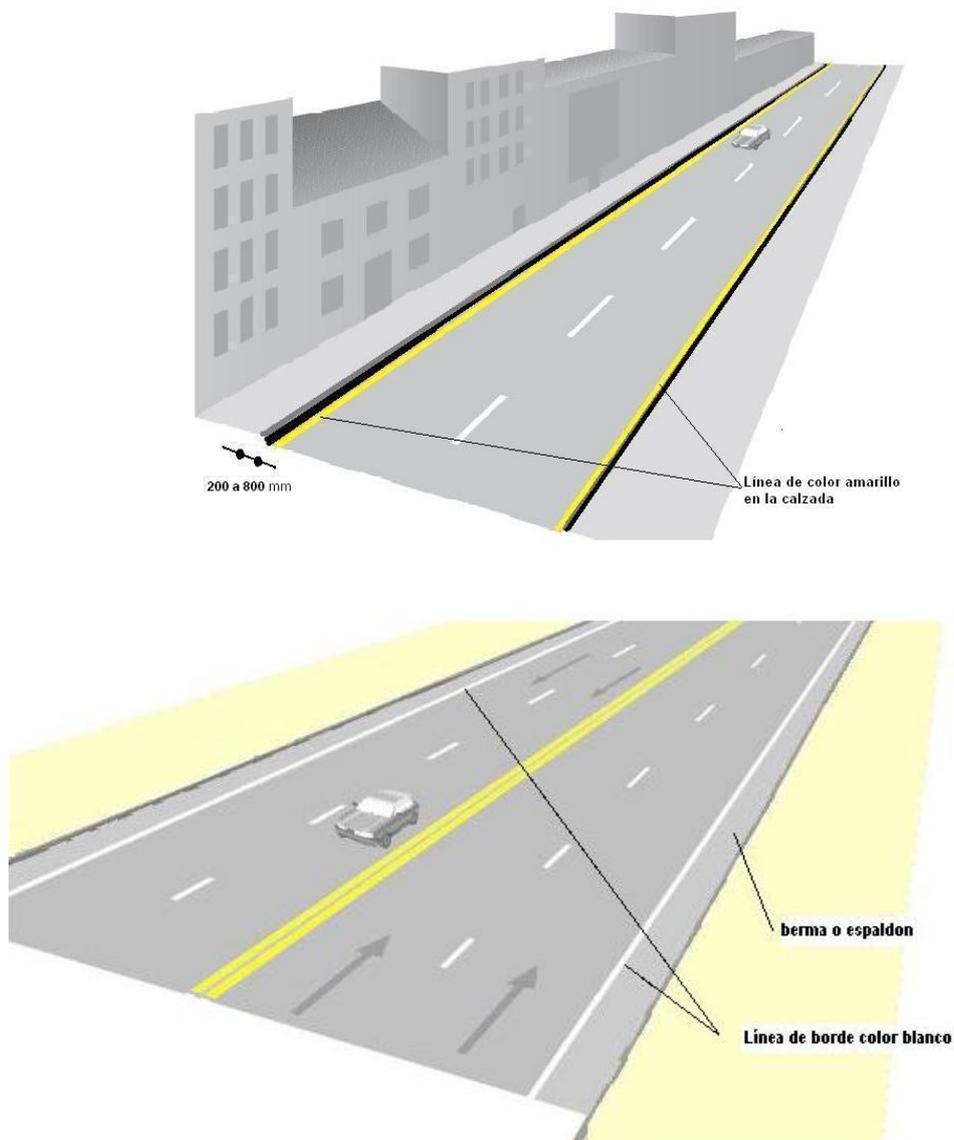
Una línea segmentada consiste de segmentos de línea normal separados por brechas.



Una línea segmentada indica una condición permisiva.

Una línea punteada consistirá de segmentos de línea notablemente más cortos y separados por brechas menores que los usados por una línea segmentada. El ancho de una línea punteada debe ser por lo menos del mismo ancho de la línea a la cual se extiende. Una línea punteada provee guía. Una línea punteada puede consistir de segmentos de línea de 0.6m y brechas de 1.2m o más mayores, con una relación segmento - brecha máximo de 1 a 3.

GRAFICO No. 7.4 LÍNEAS LONGITUDINALES



FUENTE: INEN, PRIMERA REVISIÓN 2009



- RETROREFLEXION

- a) Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.
- b) Las señalizaciones deben presentar permanentemente los valores mínimos de retroreflexión señalados en la NTE INEN 1 042 vigente. Pinturas de tráfico, y los materiales retroreflectivos a ser añadidos a los demarcadores (tachas) cumplirán con lo indicado en la NTE INEN 2 289 vigente; encauzadores cumplirán con la Norma ASTM D-4956-05 mientras no exista NTE INEN.

CUADRO No.7.22 NIVELES MÍNIMOS DE RETROREFLEXIÓN EN PINTURAS SOBRE PAVIMENTO (MCD/LUX – M²).

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15,00 m	3,5 ⁰	4,5 ⁰	150	95
a 30,00 m	1,24 ⁰	2,29 ⁰	150	70

FUENTE: INEN, PRIMERA REVISIÓN 2009

NOTA: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión

GRAFICO No.7.5 - ÁNGULOS DE ILUMINACIÓN Y OBSERVACIÓN

Ω ángulo de ocbservación
μ ángulo de iluminación





Tratándose de señalización complementaria, la superficie retroreflectante debe ser siempre de al menos 10 cm^2 . Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último.

- FLECHAS

Son marcas en el pavimento con forma de saeta denominadas flechas que indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor. Cuando un movimiento en otro sentido esté prohibido, se deberá agregar la palabra “SOLO” o cuando el carril permite un movimiento en especial.

Estas marcas deberán repetirse anticipadamente sobre el carril exclusivo de giro, para prevenir y ayudar a los conductores a seleccionar el carril adecuado, antes de alcanzar la línea de pare. El espaciamiento será de 20 m aproximadamente entre cada mensaje.

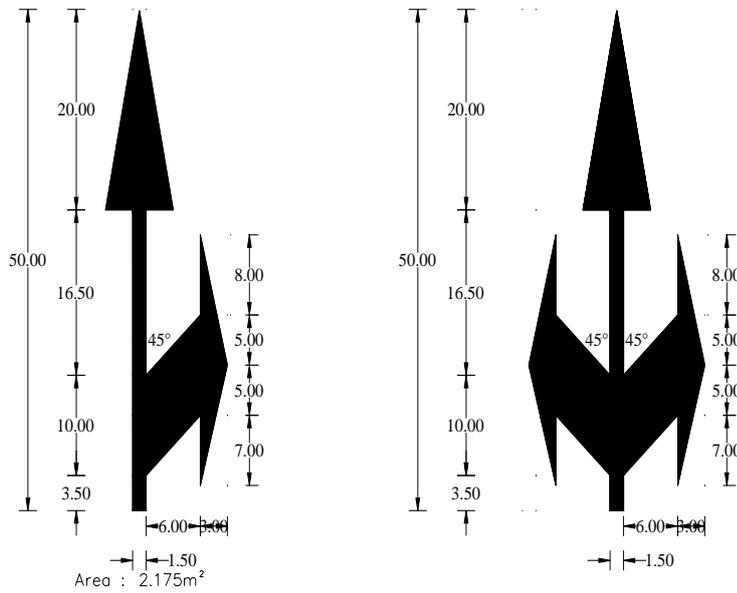
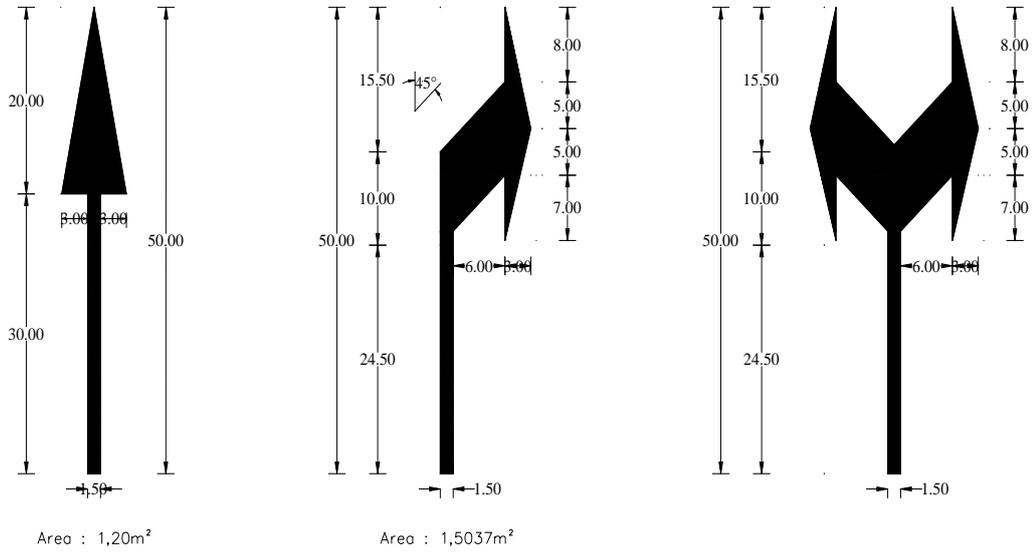
En las intersecciones con calles de un solo sentido, las flechas se colocarán siempre 1.5 - 2 m, aproximadamente, antes de la línea de “pare”, o en el inicio del contraflujo.

Los carriles que puedan ser utilizados para seguir de frente o girar simultáneamente, se marcarán antes de llegar a la intersección con flechas combinadas recta y curva.

Cuando exista un carril de contraflujo o calzada reversible, podrán utilizarse la flecha de frente con doble cabeza para indicar los dos sentidos permitidos en ese carril a diferentes horas del día; ésta será de color amarillo y la longitud del conjunto de las dos cabezas y el vástago será igual a la flecha con sentido de frente.



GRAFICO No.7.6 - FLECHAS HORIZONTALES SEÑALIZACION HORIZONTAL PARA VELOCIDADES HASTA 50km/h.



FUENTE: INEN, PRIMERA REVISIÓN 2009



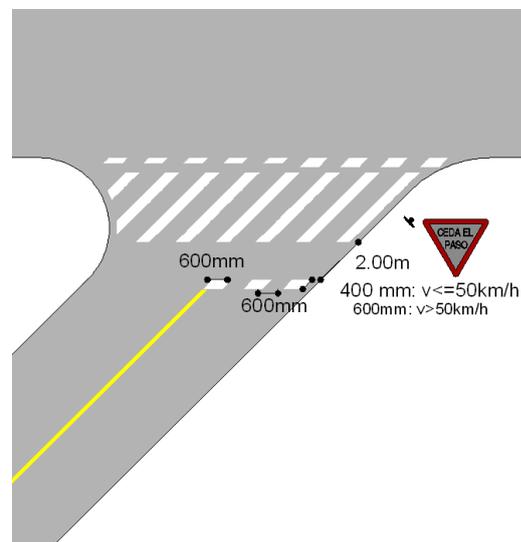
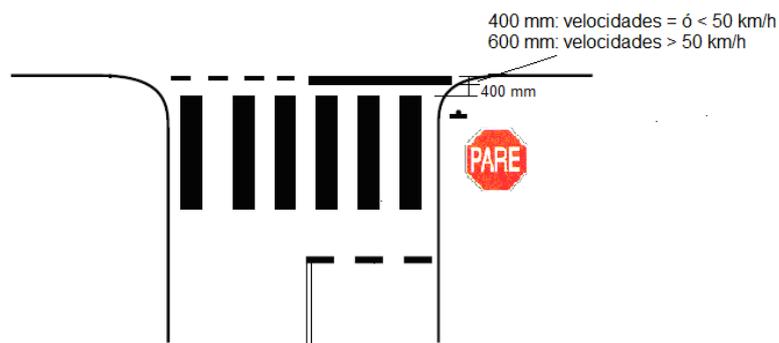
- LÍNEAS TRANSVERSALES

Las demarcaciones transversales, las cuales incluyen demarcaciones de espaldón, demarcaciones de líneas de pare y ceda el paso, líneas de cruce de peatones, demarcaciones de medición de velocidad, demarcaciones de espacios de parqueo, de reductor de velocidad en la vía y otras, deben ser blancas.

Debido al bajo ángulo de acceso en el cual demarcaciones de pavimento son vistas, las líneas transversales deberían ser proporcionales para proveer la misma visibilidad que las líneas longitudinales.

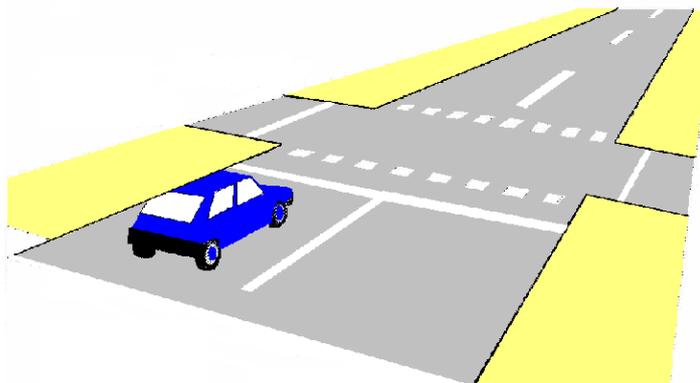
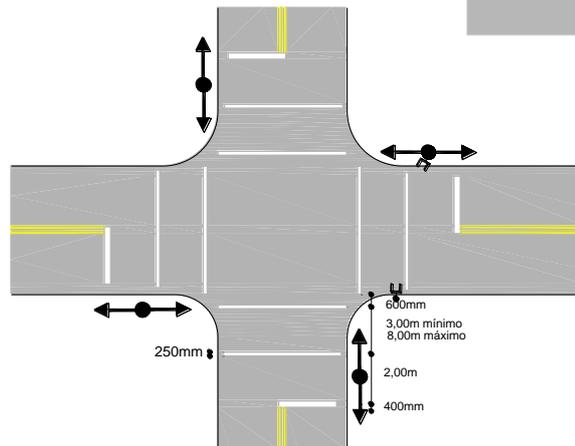
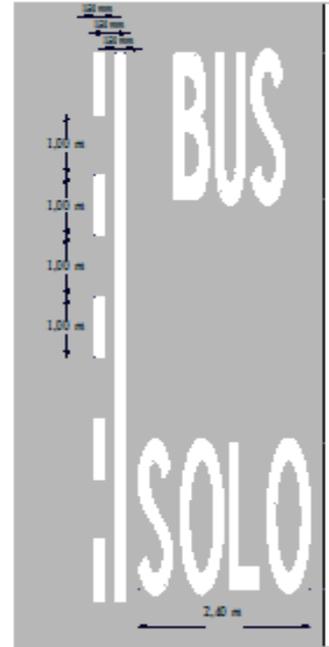
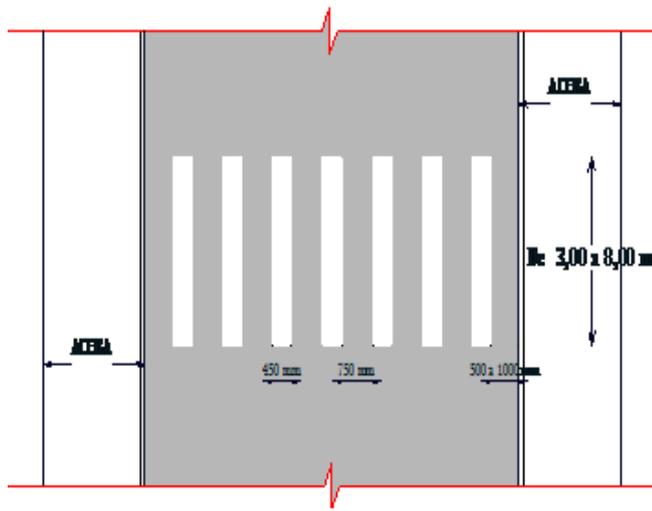
Las más comunes son las siguientes:

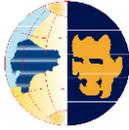
GRAFICO No.7.7 LÍNEAS TRANSVERSALES





DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2





FOTOGRAFIA No.7.4



FUENTE: Propia

Línea transversal de pare: Línea de Ceda el Paso:

Líneas transversales de cruce de peatones Marcado de palabras en pavimento Si son usadas, las líneas de pare consistirán de líneas blancas continuas extendiéndose a través de los carriles de acercamiento para indicar el punto en el cual se requiera o pretenda que los vehículos se detengan. Estas demarcaciones deben estar acompañadas con una señal de PARE, una señal de control de tráfico, o algún otro dispositivo de control de tráfico.

Las demarcaciones de cruce de peatones proveen guía a los peatones que deseen cruzar calles mediante la definición y delineación de sendas de cruce en accesos a intersecciones señalizadas, y en accesos a otras intersecciones donde el tráfico se detiene.

Las demarcaciones de cruce de peatones también sirven para alertar a usuarios de la vía de la existencia de puntos de cruce de peatones que no están controladas por señales de tráfico o señales PARE. Si son usadas, las líneas de pare y ceda el paso deberían ser ubicadas a 1.20m antes de y paralelas a la línea de cruce de peatones



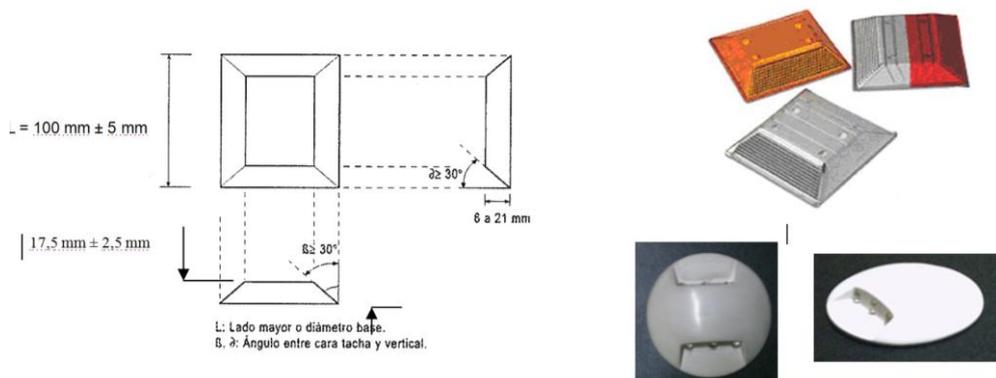
más cercana, excepto las líneas de ceda el paso en los redondeles y en cruces peatonales de mitad de cuadra.

En la ausencia de cruces de peatonales demarcados, la línea de pare o la línea de ceda el paso deberían ser ubicadas en el punto deseado de PARE o CEDA EL PASO, pero deben ser ubicadas a no más de 9m y no menos de 1.2m del filo más cercano de la vía intersecada. Las líneas de pare deberían ser ubicadas donde permitan tener suficiente distancia de visibilidad de todos los otros accesos de una intersección.

7.17.8.4 MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, símbolos y letras sobre las capas de rodadura, bordillos y otras estructuras al pavimento. Estas demarcaciones son usadas para canalizar, regular el tránsito o indicar la presencia de obstáculos y muy a menudo usadas también para complementar la información de otros dispositivos de control de tránsito (semáforos, señalización vertical y otras demarcaciones).

FOTOGRAFIA No.7.5





MATERIALES USADOS PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Ubicación. La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- a) indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- b) advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

Dimensiones. Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Éstas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

CUADRO No.7.23 TOLERANCIAS MÁXIMAS EN LAS DIMENSIONES DE SEÑALIZACIONES.

Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	$\pm 3 \%$
Largo de una línea segmentada	$\pm 5 \%$
Dimensiones de símbolos y letras	$\pm 5 \%$
Separación entre líneas adyacentes	$\pm 5 \%$

FUENTE: INEN, PRIMERA REVISIÓN 2009

- a) En términos generales, toda señalización recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que sus dimensiones queden claramente definidas. En particular, cuando se aplica una señalización sobre otra preexistente, esta última debe quedar completamente cubierta.



interés. Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacados. Este capítulo describe tales señales y determina las condiciones bajo las cuales se usa cada una.

7.18.2 CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Las señales deben ser definidas de acuerdo a su función:

A. Señales Reglamentarias: Regulan el movimiento del tránsito y la falta de cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción.

GRAFICO No. 7.9 SEÑALES REGLAMENTARIAS



R1 - 1
PARE



R2 - 5



R2 - 1

B. Señales Preventivas Advierten a los usuarios de las vías sobre condiciones de éstas o del terreno adyacente que pueden ser inesperadas o peligrosas.

GRAFICO No.7.10 SEÑAL PREVENTIVA



100 mt

W3 - 3
SEMAFORO ADELANTE

SP-46

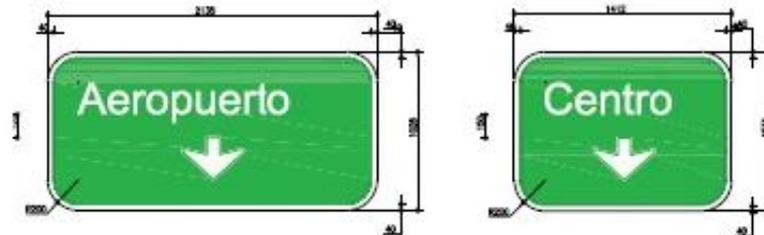


PEATONES EN LA VIA



C. Señales de Guía – dan información de la designación de las rutas, destinos, direcciones y distancias.

GRAFICO No.7.11 SEÑALES DE GUIA



D. Señales de servicios Generales, Turísticas y Recreativas. Brindan información de la designación servicios generales, puntos de interés turísticos y otra información geográfica, recreativa o cultural.

GRAFICO No.7.12 SEÑALES INFORMATIVAS



**D9 - 7
GASOLINERA**



**D9 - 8
COMIDA**



SEÑALES DE SERVICIOS GENERALES, TURÍSTICAS Y RECREATIVAS

E. Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales

Advierten a los usuarios sobre condiciones temporalmente peligrosas para ellos o para los trabajadores y equipos empleados en obras públicas sobre la vía.

También protegen trabajos parcialmente realizados contra posibles daños

GRAFICO NO.7.13 SEÑALES DE PROPOSITOS ESPECIALES



7.18.3 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las señales Reglamentarias serán usadas para informar a los usuarios de la vía de leyes de tráfico o regulaciones seleccionadas e indicar la aplicabilidad de los requerimientos legales.

Las señales reglamentarias serán retroreflectivas o iluminadas para mostrar la misma forma y color similar durante el día y la noche. La mayoría de las señales reglamentarias son rectangulares, con dimensiones verticales mayores. Las formas y colores de las señales reglamentarias están listados en la Tabla de Anexos.

R- 1 de los anexos. Por ejemplo la señal pare que es R 1 – 1 y sus dimensiones pueden variar 600 x 600 a 1200 x 1200.

Las señales (R2-5) mostradas en el grafico No.7.9 deben ser usadas para informar a los usuarios de la vía de una zona de reducción de velocidad. Ejemplo:



Aproximaciones a zonas pobladas ó semáforos. Son usadas junto con las de velocidad máxima.

7.18.4 SEÑALES PREVENTIVAS.

Las señales preventivas sirven para llamar la atención de los usuarios a situaciones inesperadas en una carretera o calle y de situaciones que no están completamente visibles para los usuarios de las vías. Las señales preventivas alertan a los usuarios de las vías sobre condiciones que podrían significar una eventual reducción de la velocidad o la toma de una acción de seguridad y operación de tráfico.

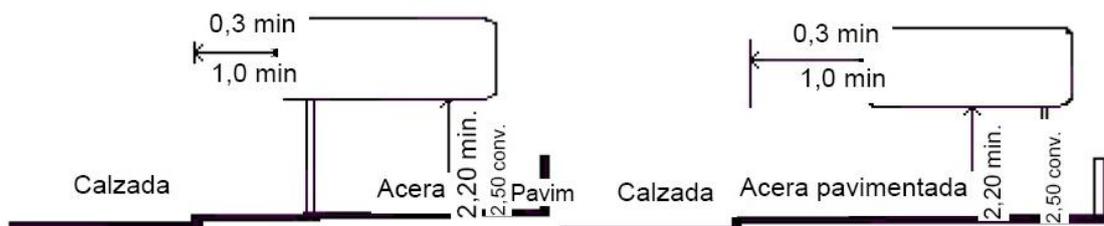
7.18.5 SEÑALES DE GUÍA.

Los estándares para las señales de guía de vías convencionales se aplicarán a cualquier vía o calle u otros caminos de bajo volumen, vías rápidas o autovías.

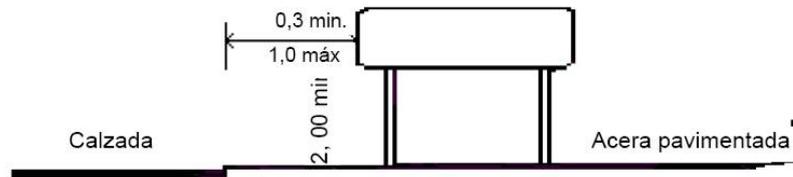
Las señales de guía son esenciales para dirigir a los usuarios a través de las calles y carreteras, para informarles de rutas de intersección, para dirigirlos a ciudades, pueblos, recintos u otros destinos importantes, para identificar ríos cercanos y arroyos, parques, bosques y sitios históricos y generalmente dar tal información que los ayudarán a lo largo del camino en la manera más simple y directa posible.

GRAFICO NO.7.14 MÉTODOS CONVENIENTES DE SOPORTE - SEÑALES LATERALES (TODAS LAS DIMENSIONES EN METROS)

SOPORTE DE POSTE SIMPLE – URBANO



SOPORTE DE DOS POSTES – URBANO



FOTOGRAFIA No.7.6

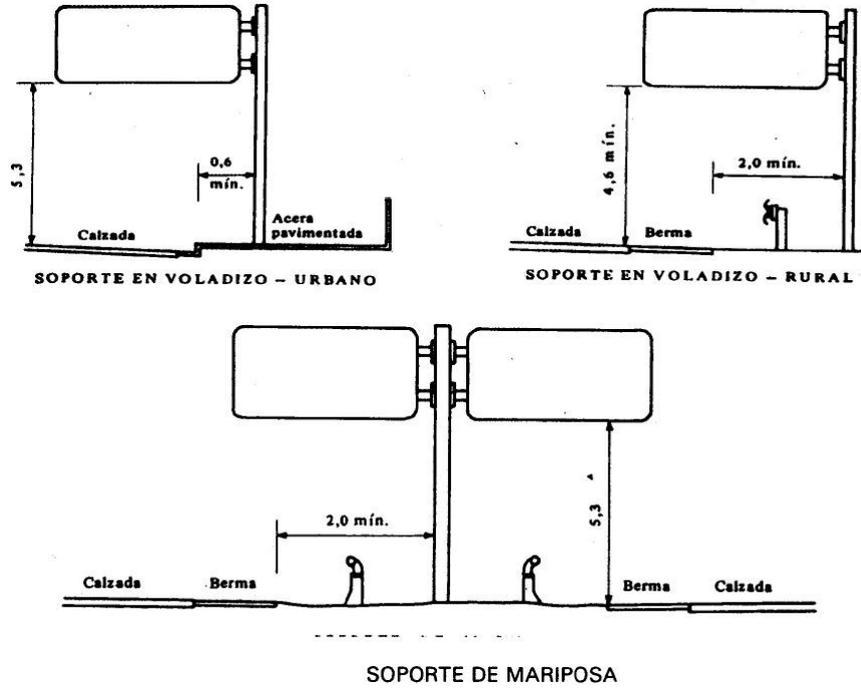


FUENTE: Propia



GRAFICO NO.7.15 ESTRUCTURA

(LECTURAS TÍPICAS DIMENSIONADAS PARA SEÑALES EN METROS)



FOTOGRAFIA No.7.7



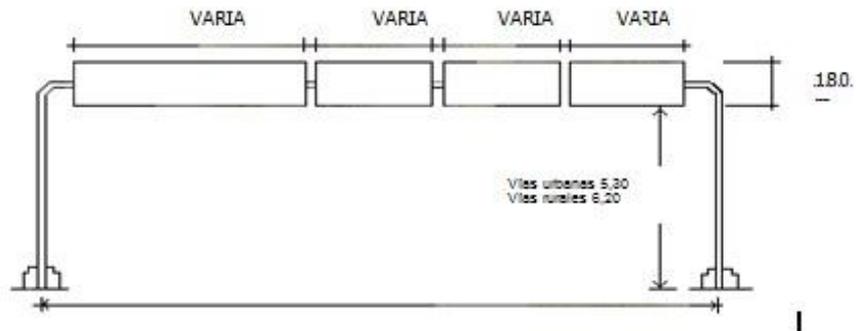
FUENTE: Propia



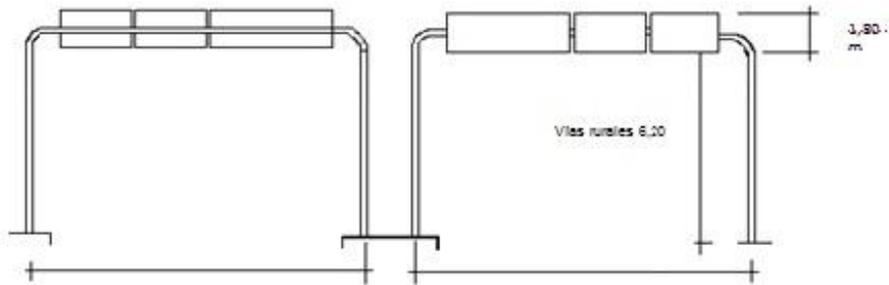
DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



TIPO II



TIPO III



FOTOGRAFIA No.7.8



FUENTE: Propia



7.18.6 SEÑALES DE SERVICIO ESPECÍFICOS, TURÍSTICAS, RECREATIVAS Y AMBIENTALES.

Dan información de la designación servicios generales, puntos de interés turísticos y otra información geográfica, recreativa o cultural.

Advierten a los usuarios sobre condiciones temporalmente peligrosas para ellos o para los trabajadores y equipos empleados en obras públicas sobre la vía.

Tablas de formas y dimensiones de las señales informativas se encuentran adjunto en anexos.

7.18.7 ORIENTACIÓN Y DISTANCIA LATERAL.

a) Ubicación lateral

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario.

No obstante, y con el fin de complementar la señalización, en vías multicarril se podrá colocar en los dos lados de la vía; así mismo de no existir completa visibilidad del lado derecho es permitido colocar una señal adicional a la izquierda.

En carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento, deberá estar comprendida entre 1,80 m y 3,60 m.

En las zonas urbanas serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m.

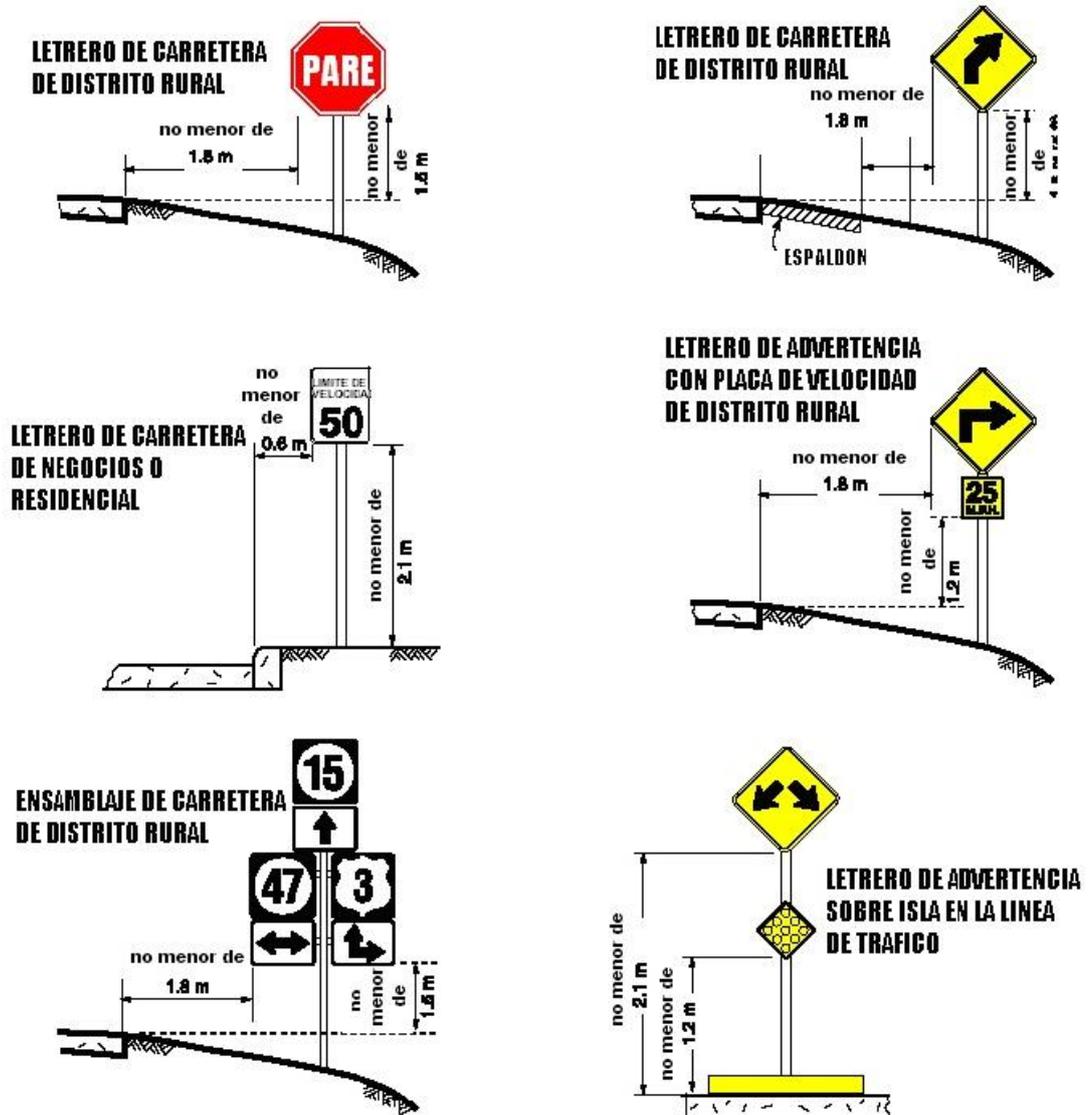
Para las señales elevadas los soportes verticales que sostienen la señal, se instalarán a una distancia mínima desde el borde exterior de la berma, o de la cara exterior del



sardinell, en el caso de existir éste, de 1,80 m en zonas urbanas y de 2,20 m en carretera

Cuando se proyecten soportes verticales intermedios, estos pueden localizarse en un separador siempre y cuando su ancho sea suficiente para que el soporte vertical deje distancias laterales no menores de 0,60 m.

GRAFICO NO.7.16 ALTURAS Y UBICACIONES LATERALES DE SEÑALES PARA INSTALACIONES TÍPICAS





b) Altura

En áreas urbanas, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no debe ser menor de 2,0 m.

Las señales elevadas se colocan sobre estructuras adecuadas en forma tal que presenten una altura libre mínima de 5,0 m., sobre el punto más alto de la rasante de la vía.

7.18.8 MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

- Material Reflectivo.

Existen muchos materiales disponibles para retroreflección y varios métodos disponibles para iluminación de las señales.

Señales reglamentarias, preventivas y de Guía deben ser retroreflectivas o iluminadas para mostrar la misma forma y color similar en el día y en la noche. Los materiales retro-reflectivos que se utilizaran deben cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones.

Descripción: Material retroreflectivo grado de “alta intensidad” compuesto de dos capas, una interna reflectiva con micro esferas pegadas a una resina sintética y encapsuladas por una capa externa pigmentada translúcida con una superficie plana,



que cumpla con las normas ASTM D 4956 Tipo III, angularidad y retroreflectividad, que pase las pruebas del retroreflectómetro, de acuerdo a las normas internacionales.

Todas las señales de tipo pórtico deben ser iluminadas a menos que un estudio de ingeniería indique que la retroreflección sea suficiente sin necesidad de iluminación.

7.18.9 INSTALACIÓN DE LA SEÑALES VERTICALES

Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o lo que el fiscalizador defina, pero esto se lo debe hacer siempre y cuando se base en las normas adecuadas.

7.18.10 UBICACIÓN DE LA SEÑALES

Su colocación se hará al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de tal forma que el plano de la señal forme con el eje de la vía un ángulo comprendido entre ochenta y cinco grados (85°) y noventa grados (90°), de acuerdo con las dimensiones indicadas en la sección 3.3, las cuales deberán ser medidas con comisión de topografía en el terreno.

7.19 DISEÑO DE ILUMINACION

No contempla dentro de este estudio tampoco se realiza presupuesto.



BIBLIOGRAFIA

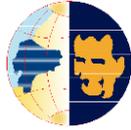
1. Manual Colombiano de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia; Ministerio del Transporte Colombiano; año 2004.
2. Manual de Señalización INEN; Instituto Ecuatoriano de Normalización; año 2009. RESOLUCIÓN No. 013 2008 1era Revisión 2009.

Contenido

CAPITULO 7 195

DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA E INTERSECCIONES 195

7.1 LEVANTAMIENTO DE LA FAJA TOPOGRAFICA	195
7.2 EL PROCESO DE DISEÑO	195
7.3 CARACTERISTICAS PARA LA DEFINICION DEL TRAZADO	196
7.4 OBTENCION DE LA FAJA TOPOGRAFICA	196
7.5 CRITERIOS DE DISEÑO	197
7.6 CLASE DE CARRETERA	198
7.7 NORMAS DE DISEÑO	199
7.8 DEFINICION DE LOS ELEMENTO QUE FORMAN PARTE DE LA GEOMETRIA DE LA VIA	200
7.9 VELOCIDAD DE DISEÑO	201
CUADRO NO.7.1 VALORES PARA LA VELOCIDAD DE DISEÑO	202
FUENTE: PUBLICACIÓN DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO 1973(2003)	202
CUADRO NO.7.2 VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN EL TIPO DE CAMINO	202
CUADRO NO.7.3 VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCION DE LOS VOLUMENES DE TRÁFICO	203
7.10 SECCION TIPICA ADOPTADA	203
7.11 PROYECTO HORIZONTAL	205
7.11.1 DISEÑO DE TANGENTES	205
7.11.2 DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES	205
GRAFICO NO.7.1 GRAFICO DE CURVA HORIZONTAL	206
CUADRO NO. 7.4 VALORES DEL RADIO MINIMO DE CURVATURA	207
7.11.3 PERALTE DE CURVAS	208
CUADRO No.7.5 PERALTES MAXIMOS DE CURVATURA	210
CUADRO NO.7.6 GRADIENTES LONGITUDINALES PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE EN FUNCION DE LA VELOCIDAD	211
CUADRO NO.7.7 PENDIENTE RELATIVA EN LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VIA	213
7.11.4 TANGENTE INTERMEDIA MINIMA	214
7.11.5 RADIO MINIMO A PARTIR DEL CUAL NO SE REQUIERE CURVAS ESPIRALES	215
CUADRO NO. 7.8 RADIO MINIMO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y A PARTIR DEL CUAL YA NO ES NECESARIO ESPIRALES	216



7.11.6 SOBREAÑO EN CURVAS	217
CUADRO No.7.9 VALORES DEL RADIO DE CURVATURA	217
CUADRO No. 7.10 VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES $A_t = 6.00$ M	218
CUADRO No. 7.11 VALORES DE ENSANCHAMIENTO PARA CURVAS HORIZONTALES $A_t = 6.70$ M	218
CUADRO No. 7.12 VALORES DE DISEÑO PARA ENSANCHAMIENTO DE CURVAS HORIZONTALES RECOMENDACIÓN DE BARNET	218
7.11.7 DISTANCIA DE VISIBILIDAD	220
7.11.8 RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	223
7.11.9 RESUMEN DE PROYECTO HORIZONTAL	224
CUADRO No. 7.13 CALCULO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL	224
CUADRO No. 7.14 CALCULO DE CURVAS HORIZONTALES	225
CUADRO No. 7.15 CALCULO DE PERALTES MAXIMOS EN CURVAS SIMPLES	230
7.12 PROYECTO VERTICAL	233
7.12.1 PENDIENTES	233
CUADRO No. 7.16 VALORES DE LAS PENDIENTES SEGÚN EL ORDEN DE LA VIA	234
7.12.2 DISEÑO DE LAS CURVAS VERTICALES	236
GRAFICO No.7.2 ESQUEMA DE CURVA VERTICAL	237
CUADRO No. 7.17 CUADRO DE COEFICIENTES “K” PARA EL CALCULO DE LA LONGITUD MINIMA DE CURVAS VERTICALES	239
7.12.3 RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	241
7.12.4 RESUMEN DE PROYECTO VERTICAL	242
CUADRO No. 7.18 ALINEAMIENTO VERTICAL	242
7.13 RELACION ENTRE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL	251
7.14 CONCLUSIONES	252
CUADRO No.7.19 RESUMEN GENERAL – DISEÑO GEOMETRICO	254
7.15 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS	255
CUADRO No. 7.20 ANCHO DE ESPALDONES SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA Y EL TPDA	257
CUADRO No. 7.21 CLASIFICACION DE SUPERFICIE DE RODADURA	259
7.16 DISEÑO GEOMETRICO DE INTERCAMBIADORES	260
7.17 DISEÑO DE SEÑALIZACION	260
7.17.1 INTRODUCCION	260
7.17.2 OBJETIVOS	261
7.17.3 ALCANCE	262
7.17.4 NORMAS PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA CARRETERAS	262
7.17.5 MANUAL COLOMBIANO DE SEÑALIZACIÓN VIAL	264
7.17.6 NORMAS PARTICULARES	264
7.17.7 MANUAL DE SEÑALIZACIÓN INEN	264
7.17.8 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	265
- LÍNEAS LONGITUDINALES	266
GRAFICO No.7.3	266
FOTOGRAFIA No. 7.1	267
FOTOGRAFIA No. 7.2	268
FOTOGRAFIA No. 7.3	269
GRAFICO No. 7.4 LÍNEAS LONGITUDINALES	270
- RETROREFLEXION	271
CUADRO No.7.22 NIVELES MÍNIMOS DE RETROREFLEXIÓN EN PINTURAS SOBRE PAVIMENTO ($MCD/LUX - M^2$).	271
ÁNGULOS	271
COLORES	271
GRAFICO No.7.5 - ÁNGULOS DE ILUMINACIÓN Y OBSERVACIÓN	271
- FLECHAS	272
GRAFICO No.7.6 - FLECHAS HORIZONTALES	273



-	LÍNEAS TRANSVERSALES	274
	GRAFICO NO.7.7 LÍNEAS TRANSVERSALES	274
	FOTOGRAFIA No.7.4	276
	FOTOGRAFIA No.7.5	277
	CUADRO NO.7.23 TOLERANCIAS MÁXIMAS EN LAS DIMENSIONES DE SEÑALIZACIONES.	278
	GRAFICO NO.7.8 SEÑALES REGLAMENTARIAS	279
	7.18 SEÑALIZACIÓN VERTICAL	279
	7.18.1 GENERALIDADES	279
	7.18.2 CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	280
	GRAFICO NO. 7.9 SEÑALES REGLAMENTARIAS	280
	GRAFICO No.7.10 SEÑAL PREVENTIVA	280
	GRAFICO No.7.11 SEÑALES DE GUIA	281
	GRAFICO No.7.12 SEÑALES INFORMATIVAS	281
	GRAFICO No.7.13 SEÑALES DE PROPOSITOS ESPECIALES	282
	7.18.3 SEÑALES REGLAMENTARIAS	282
	7.18.4 SEÑALES PREVENTIVAS.	283
	7.18.5 SEÑALES DE GUÍA.	283
	GRAFICO NO.7.14 MÉTODOS CONVENIENTES DE SOPORTE - SEÑALES LATERALES (TODAS LAS DIMENSIONES EN METROS)	283
	FOTOGRAFIA No.7.6	284
	GRAFICO No.7.15 ESTRUCTURA	285
	FOTOGRAFIA No.7.7	285
	FOTOGRAFIA No.7.8	286
	7.18.6 SEÑALES DE SERVICIO ESPECÍFICOS, TURÍSTICAS, RECREATIVAS Y AMBIENTALES.	287
	7.18.7 ORIENTACIÓN Y DISTANCIA LATERAL.	287
	GRAFICO NO.7.16 ALTURAS Y UBICACIONES LATERALES DE SEÑALES PARA INSTALACIONES TÍPICAS	288
	7.18.8 MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL	289
	7.18.9 INSTALACIÓN DE LA SEÑALES VERTICALES	290
	7.18.10 UBICACIÓN DE LA SEÑALES	290
	7.19 DISEÑO DE ILUMINACION	290



CAPITULO 8

PAVIMENTOS

8.1 GENERALIDADES

El pavimento es una estructura vial que tiene como fin principal ofrecer una superficie de tránsito vehicular limpio, cómodo, seguro y durable. Esta estructura se la construye directa y continuamente apoyada sobre el suelo.

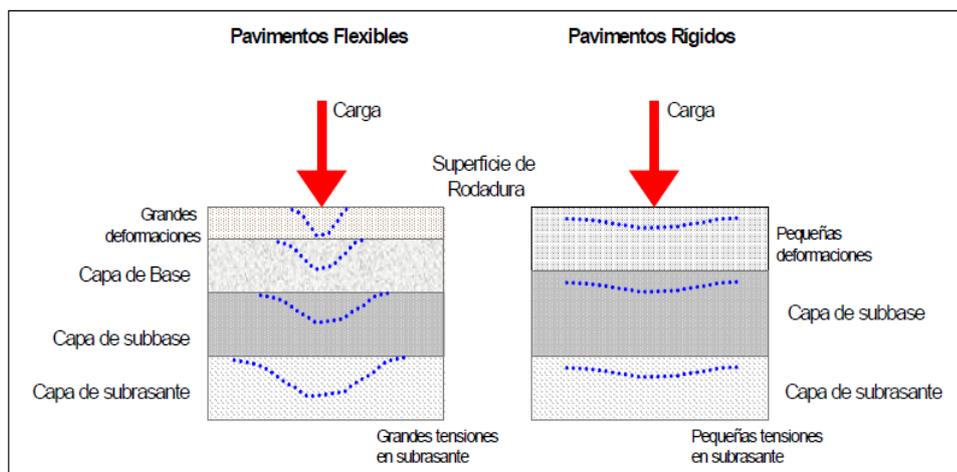
8.2 OBJETIVOS

El siguiente estudio tiene como finalidad los siguientes objetivos:

- Determinar las propiedades mecánicas de la sub-rasante.
- Determinar los espesores de capas para el pavimento

8.3 TIPOS DE PAVIMENTOS

GRAFICO No. 8.1 COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS



FUENTE: Manual Centroamericano para diseño de pavimentos



8.3.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los pavimentos flexibles están conformados estructuralmente por capas de materiales granulares compactados y una superficie de rodadura (construida normalmente a base de concreto asfáltico) la cual forma parte de la estructura del pavimento. La superficie de rodadura al tener menos rigidez se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub-rasante (Gráfico No. 8.1).

8.3.2 PAVIMENTOS RIGIDOS

Debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, que dan como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante.

El elemento fundamental de este tipo de pavimentos es una losa de concreto, tiene una resistencia a la flexión considerable que le permite actuar como si fueran vigas, la ventaja que tiene frente a los pavimentos flexibles, es que se deteriora poco, el gasto de conservación es bajo, pero la desventaja es que el costo de construcción es alto.

Los pavimentos rígidos pueden ser: de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), de concreto reforzado y con refuerzo continuo.

- a. Los pavimentos de concreto simple, se construyen sin acero de refuerzo o varillas de transferencia de carga en las juntas.
- b. Los pavimentos de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), se construyen sin acero de refuerzo, para lo cual se colocan varillas lisas en cada junta de construcción, las mismas que actúan como dispositivos de transferencia de carga, por lo que se requiere que la separación entre juntas sea corta para controlar el agrietamiento.



- c. Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo y pasadores en las juntas de construcción.
- d. Los pavimentos de refuerzo continuo, se construyen sin juntas de construcción, sin embargo, por la presencia del refuerzo se desarrolla un alto grado de transferencia de carga en las caras de las fisuras.

8.4 TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó con normalidad ya que los factores tales como el clima, tiempo, transporte, fueron los adecuados para que la toma de muestras se sujete a las especificaciones recomendadas.

El laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana en convenio con la Administración Zonal Quitumbe, realizó los ensayos (DCP), penetración del Cono Dinámico para determinar el CBR de Campo, recolección de muestras alteradas de suelo para calificación de banco como material de préstamo importado, toma de muestras de suelo de la sub-rasante en 0.50, 1.00 y a 1.50 metros de profundidad.

Los resultados de ensayos de clasificación AASHTO, están descritos en el Capítulo 3 del Estudio Geológico (Trabajos de Campo), en las páginas # 30, 31 y 32.

8.5 CLIMA Y LLUVIAS

Las características climáticas en la zona del Proyecto, se hallan descritas en el Capítulo 3 del Estudio Geológico (Condiciones Climáticas) en las páginas # 21, 22 y 23, del cual se determina lo siguiente:

Temperatura media	6,4 – 17,3 ° C
Humedad relativa media	83 %
Velocidad media y frecuencia del viento	3,0 km/h = 0,83 m/s
Precipitación anual	2032,3 mm.



8.6 GEOLOGIA DE LA ZONA

Las características geológicas de la zona del proyecto se hallan descritas en el Capítulo 3 del Estudio Geológico, en la página # 27, 28 y 29.

8.7 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para evaluar el suelo de la sub-rasante y conocer el tipo de suelo de la sub-rasante se realizaron calicatas para la toma de las muestras, cada 500 metros y cada 1000 metros partiendo desde el Km 0+000 hasta el km 6+028.

La descripción del suelo en la zona del proyecto se determina en el Capítulo 3 del Estudio Geológico (Cuadro 3.5, hoja de resumen de Clasificación AASHTO), páginas # 32 y 33.

8.8 CONDICIONES DE LA SUBRASANTE

De acuerdo a los resultados obtenidos del “Estudio Geotécnico para el Diseño Vial Definitivo de la Av. Escalón 2”, realizados por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, se tienen las siguientes características del material de la sub-rasante en la zona del proyecto:

- Entre el Km 0+000 y el Km 2+460, en lo general existen suelos arcillosos y limosos con arena y pómez de color café claro amarillento.
- Entre el Km 2+490 y Km 3+820, barrios La Venecia y Santo Thomas respectivamente, se encuentra ubicada la Quebrada Caupicho, existen suelos arcillosos con raicillas, con basura y pómez, color negruzco.
- Entre el Km 4+200 y Km 6+028, en los barrios Guamaní Bajo, Guamaní Alto, Barrio San Luis de Cornejo y Barrios Praderas del Sur, en lo general existen suelos limosos.



- El parámetro mecánico necesario de la sub-rasante para la determinación de espesores de pavimentos es el CBR (Norma ASTM D-1883), debe ser seleccionado muy cuidadosamente, ya que se constituye en un dato fundamental para el diseño del pavimento de la carretera. El procedimiento para la obtención de este ensayo está descrito en el Capítulo 3 (Estudio Geológico), páginas 35 y 36.

El CBR de diseño, está descrito en el Capítulo 3 del Estudio Geológico, cuadro No. 3.6 (Valores de CBR de diseño), página 36. Estos valores varían entre 2,5% y 5,03%, los mismos que son utilizados en el diseño del pavimento flexible y rígido.

La sub-rasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la sub-rasante, se conoce como Módulo de Resiliencia (M_r). La Guía AASHTO, reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el módulo resiliente de la sub-rasante y propone el uso de la conocida correlación con el CBR, por lo que la ecuación utilizada es la siguiente:

$$M_r = 1500 \times CBR^{<7\%}$$

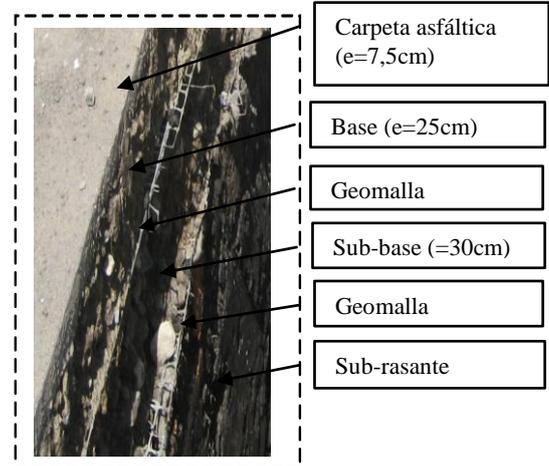
En el gráfico No. 8.3, se aprecia la conformación de los espesores de la Av. existente Leonidas Doubles (Escalón 2), ubicada en el barrio Caupicho entre el Km 1+750 y Km 2+440, su estructura presenta una sub base (espesor=30cm), base (espesor=25cm) y una carpeta asfáltica (espesor=7,5cm), además está reforzada con geomalla, entre las capas de sub-rasante y sub-base; la siguiente entre sub-base y base. Por lo tanto debemos señalar que al colocar el reforzamiento con geomalla nos ayuda sustentablemente a reducir el bulbo de presiones producido por las cargas puntuales de los vehículos, por lo que se concluye que la reducción de las capas de la estructura es muy considerable y por ende baja los volúmenes de materiales.

Por lo tanto revisada la estructura del tramo 2 antes mencionada y por tener suelos de mediana resistencia, es de vital importancia que en todo el proyecto se considere la

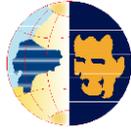


geomalla, cabe indicar que entre el Km 1+750 y Km 2+440, se realizará un recapeo para un período de diseño de 20 años.

FOTOGRAFÍA No. 8.1 CONFORMACIÓN DE ESPESORES ENTRE EL KM 1+750 Y KM 2+440 AV. LEONIDAS DOUBLES (ESCALÓN 2)



FUENTE: EPMAPS



Las canteras que fueron calificadas son de las Minas: Pifo, San Antonio y Pintag, descritas en el Capítulo 3 del Estudio Geológico, en las páginas 37, 38 y 39.

8.10 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO

La metodología que se emplea para el Diseño de Pavimento es la Guía de Diseño de Pavimentos del Método AASHTO aplicado al Ecuador, año 1993, este método es adoptado por el Ministerio de Obras Públicas.

Para carreteras de nuestro país, las características principales de este método son:

- El tránsito combinado de vehículos livianos y pesados es convertido y expresado como un número equivalente de ejes de una determinada carga tipo según el AASHTO es de 8180 Kg.
- La escala de valores soporte del suelo del Método AASHTO ha sido correlacionada a una escala estimada de valores C.B.R., con el que se considera las condiciones de sub-rasante, descritas anteriormente en el capítulo 3 del Estudio Geológico, página 36.

8.11 DATOS DE TRÁFICO

En el Método AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos del cálculo, se los transforma un número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 KN o 18 Kips, los cuales se les denomina “equivalent simple axial load” o ESAL.

El análisis de tráfico se describe en el Capítulo 6 del Estudio de Tráfico Cuadro 6.13 y 6.14 Análisis de Tráfico para pavimento flexible y rígido, páginas # 189 y 191 respectivamente.



8.12 DISEÑO DE PAVIMENTO

8.12.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

El sistema AASHTO es el método que se aplica para el diseño de pavimento, el procedimiento para el diseño de pavimento flexible, está de acuerdo con los principios establecidos por el AASHTO

Diseñar un pavimento, no es solamente definir su espesor y resistencia de sus capas, sino también establecer su durabilidad y tiempo de servicio, en función de la reacción de sub-rasante, de los factores ambientales y aplicaciones de carga cada vez más frecuentes.

La fórmula de diseño, según el método AASHTO 93 es:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.32 \times \log M_R - 8.07}{1094} + 0.40 + \frac{0.40}{(SN+1)^{5.19}}$$

El modelo de ecuación de diseño está basado en la pérdida del índice de serviciabilidad (ΔPSI) durante la vida de servicio del pavimento; siendo éste un parámetro que representa las bondades de la superficie de rodadura para circular sobre ella.

Parámetros de diseño

ΔPSI : Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial (P_o) y Final (P_t).

SN: Número Estructural, indicador de la Capacidad Estructural requerida (materiales y espesores).



- W18: Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño
- Zr: Desviación Estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural.
- So: Error estándar combinado
- Mr: Módulo Resiliente de la Sub-rasante (psi)
- ai: Coeficiente Estructural de la capa i
- Di: Espesor de la Capa i
- mi: Coeficiente de Drenaje de la Capa Granular i

a.- Índice de serviciabilidad

El pavimento es calificado entre 0 (para pavimentos en pésimas condiciones) y 5 (para pavimentos en perfecto estado). La serviciabilidad inicial (P_o) es función directa del diseño del pavimento y de la calidad que se construye la carretera, la serviciabilidad final ó terminal (P_t) va en función de la categoría de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación o una reconstrucción, los valores que recomienda la Guía AASHTO son:

- Serviciabilidad inicial:

$P_o = 4,5$ para pavimentos rígidos

$P_o = 4,2$ para pavimentos flexibles



- Serviciabilidad final:

Pt = 2,5 ó más para caminos principales

Pt = 2,0 para caminos de tránsito menor

Para el diseño de pavimento flexible se adopta un valor de serviciabilidad final Pt = 2,0.

En cuanto para el índice de servicio inicial se adopta un valor de Po = 4,2. La pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) se determina con la siguiente fórmula:

$$\Delta \text{ PSI} = \text{Pt} - \text{Po}$$

b.- Valor Soporte de la Sub-rasante (CBR)

El método AASHTO no utiliza este ensayo como un método de medida de la resistencia de la sub-rasante, sino más bien una escala de capacidad de soporte de los suelos, que se ha desarrollado en base a los resultados de múltiples pruebas realizadas en carreteras.

El procedimiento para la obtención del CBR de la sub-rasante, fue realizado por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, cuyos resultados se describen en el Capítulo 3 del Estudio Geológico, página # 34.

Los valores de CBR de diseño seleccionados varían entre 2,5% y 5,03%, los cuales están descritos en el cuadro 3.6 del Capítulo 3 (Estudio Geológico), página # 35.

c.- Análisis de Tráfico

El análisis de tráfico para pavimentos está descrito en el Capítulo 6 (Estudio de Tráfico), páginas # 189 y 191.



d.- Confiabilidad (R)

La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.

La Guía AASHTO, sugiere los niveles de confiabilidad R, de acuerdo al tipo de carreteras (Cuadro 8.2)

CUADRO No. 8.2 NIVELES DE CONFIABILIDAD

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

FUENTE: Guía para pavimentos, método AASHTO

Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de (Z_r).

De acuerdo a las características de la Av. Escalón 2, se determina un nivel de confiabilidad (R) recomendado de 90, por encontrarse en una zona urbana, de clasificación funcional correspondiente a un tipo de vía colectoras.

e.- Desviación normal estándar (Z_r)

El tránsito que puede soportar un pavimento a lo largo de un determinado período de diseño sigue una ley de distribución normal con una desviación típica (S_o), mediante esta distribución se puede obtener el valor de (Z_r) asociado a un nivel de confiabilidad (R).

**f.- Error estándar combinado S_o**

Los valores comprendidos de (S_o) está dentro de los siguientes intervalos:

- Para pavimentos flexibles 0,40 – 0,50
- En construcción nueva 0,35 – 0,40
- En sobre- capas 0,50

Se adopta $S_o = 0,45$.

El Cuadro No. 8.3, muestra los valores de Z_r en función de la confiabilidad, se adopta una confiabilidad de 90% correspondiente a $Z_r = -1,282$:

CUADRO No. 8.3 VALORES DE Z_r EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD

CONFIABILIDAD (R %)	DESVIACIÓN NORMAL ESTANDAR (Z_r)
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

FUENTE: Guía para pavimentos, método AASHTO

g.- Variables en función del tiempo

Existen dos variables que deben tomarse en cuenta:



El período de diseño: es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito.

La vida útil del pavimento: es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

El período de diseño de un pavimento, normalmente es de 10, 20 ó más años.

En los casos en que se consideren reconstrucciones ó rehabilitaciones a lo largo del tiempo, el período de diseño comprende varios períodos de vida útil que son: el de pavimento original y el de las rehabilitaciones.

h.- Cálculo del número estructural (SN)

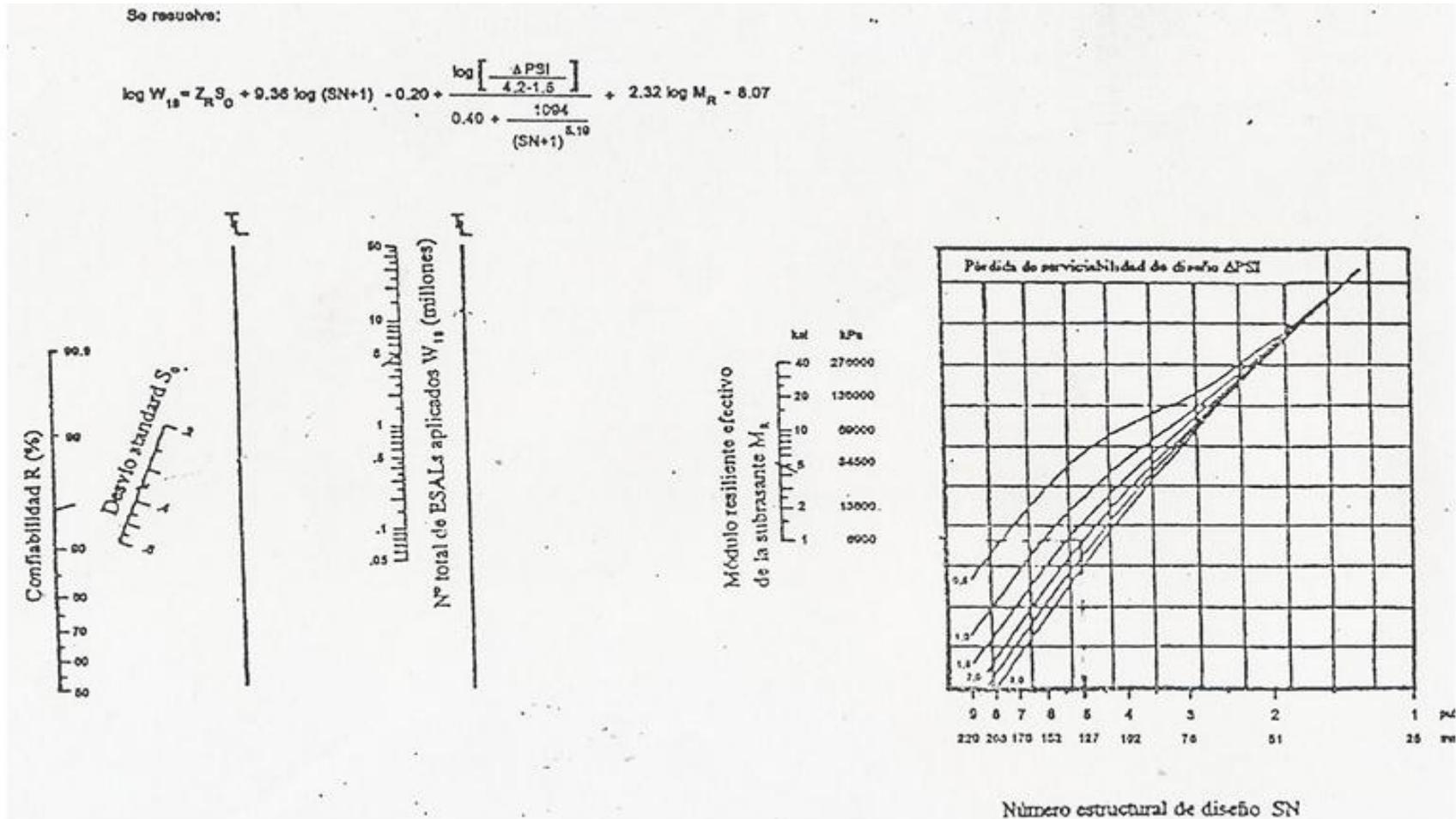
El procedimiento de diseño según el método AASHTO, se basa en un número estructural que representa la resistencia estructural de un pavimento con relación a los otros factores como son: valor soporte del suelo (CBR), carga total equivalente a ejes simples de 8018 Kg (W_{18}) e índice de servicio (P_o y P_t).

Determinación del número estructural requerido

En el cuadro 8.4 se presenta el ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles, del cual se obtiene el número estructural (SN), las variables para determinar el número estructural de diseño requerido son las siguientes:

- Cantidad de ejes equivalentes (ESAL's), para el período de diseño.
- La confiabilidad (R) como se indica en el literal (a)
- Error estándar combinando (S_o) como se indica en el literal (f)
- Módulo de resiliencia de la sub-rasante (M_r)
- La pérdida de serviciabilidad (ΔPS)

CUADRO No. 8.4 ABACO DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES



FUENTE: Guía para diseño de pavimentos, Método AASHTO 93.



La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

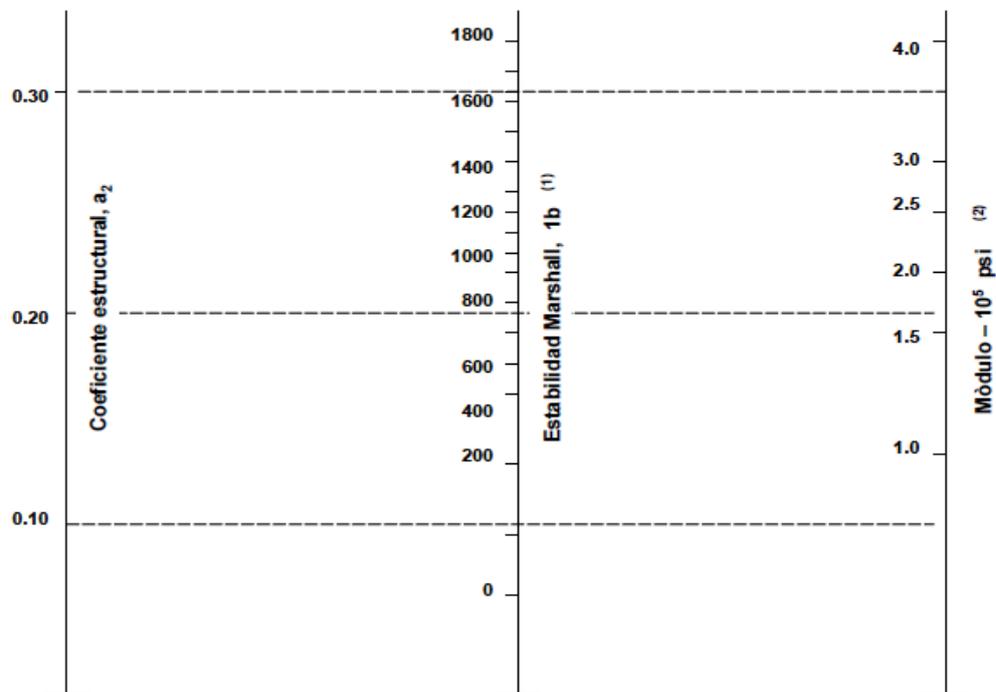
$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times d_2 + a_2 \times m_2 \times D_2$$

Donde:

- a_1, a_2, a_3 son los coeficientes estructurales de capa de la superficie de rodadura, base y sub-base.
- m_2, m_3 son los coeficientes de base y sub-base
- D_1, D_2, D_3 , son los espesores de capa para la superficie de rodadura, base y sub-base.

Cuando no se tenga el valor del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, el coeficiente estructural (a_1), se puede calcular, según el Cuadro No. 8.5.

CUADRO NO. 8.5 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO.

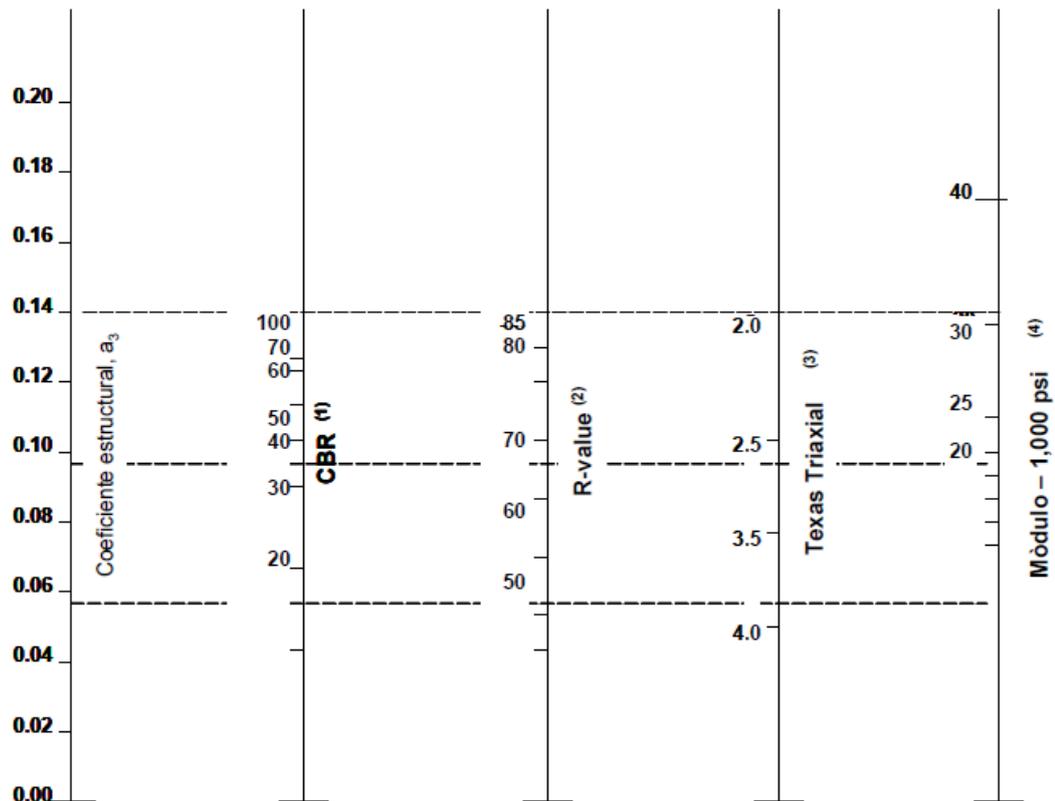


FUENTE: Guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93



Para encontrar el valor de coeficiente de capa (a_2) de las capas trituradas o granulares se usa el cuadro No. 8.6. Con el módulo de resiliencia (M_r), en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da el valor de a_2 .

CUADRO No. 8.6 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A2) DE LA CAPA BASE

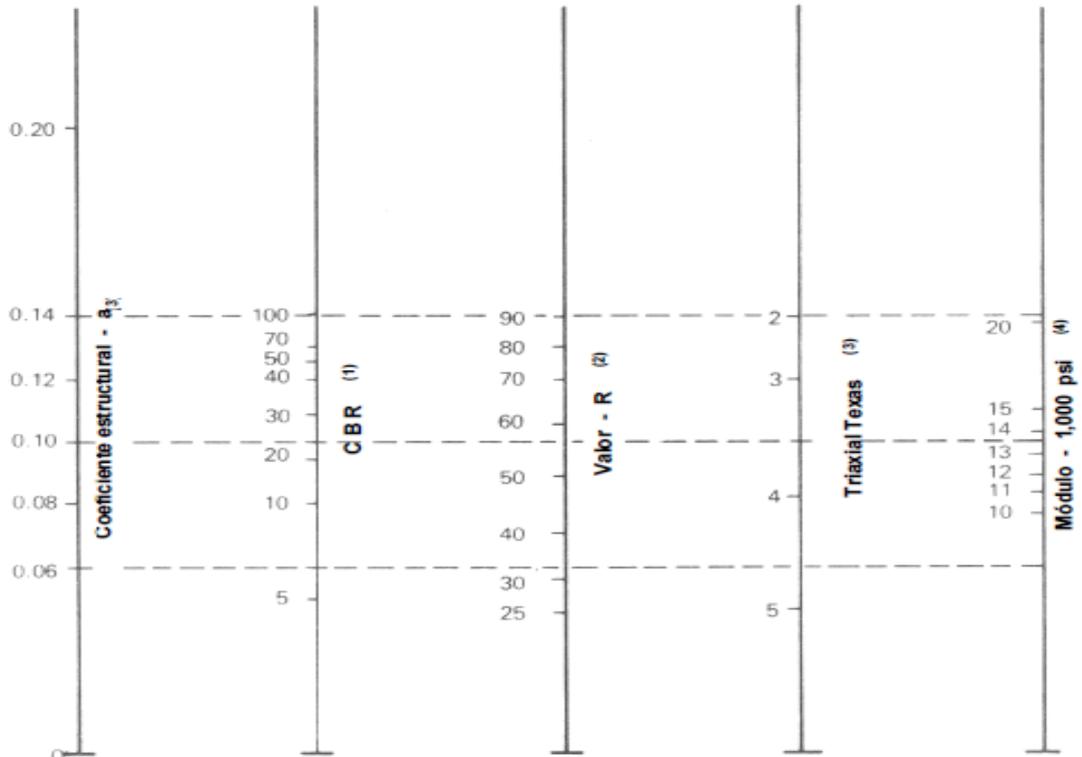


FUENTE: Fuente: Guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

Para encontrar el valor del coeficiente de capa (a_3) en la sub-base, se usa el cuadro No. 8.7. Con el módulo de resiliencia (M_r), en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da el valor de a_3 .



CUADRO No.8.7 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A3) DE LA CAPA DE SUB-BASE



FUENTE: Fuente: Guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

En la práctica no deben colocarse espesores mínimos que los requeridos, ya que las capas con espesores mayores al mínimo son más estables.

En el cuadro No. 8.8 se indican los valores de los espesores mínimos sugeridos para las capas asfálticas y base granular en función del tránsito.

CUADRO No. 8.8 ESPESORES MINIMOS SUGERIDOS

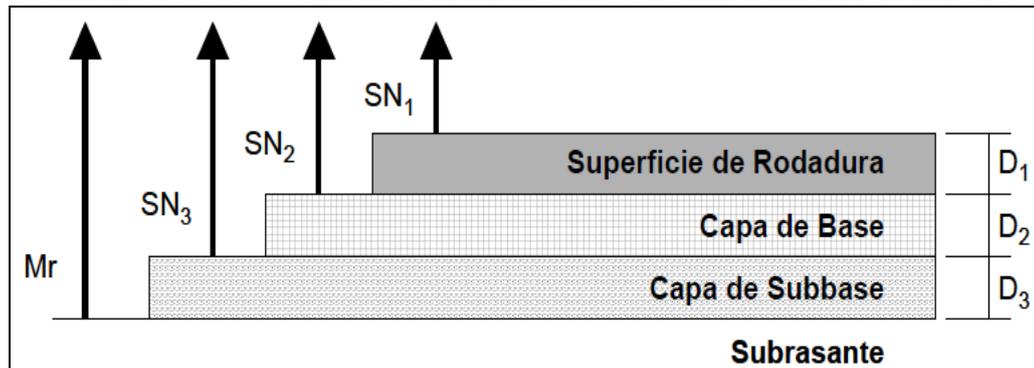
Número de ESAL's	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50,000	3.0 cm	10 cm
50,000 - 150,000	5.0 cm	10 cm
150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm
500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm
2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm
Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm

FUENTE: Guía para diseño de pavimentos, método AASHTO



Para evitar las deformaciones excesivas los materiales son seleccionados para cada capa: Superficie de rodadura, base granular y sub-base (Cuadro No. 8.9). Para cada uno de los materiales se deben conocer los módulos de resiliencia.

CUADRO No. 8.9 CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



FUENTE: Guía para diseño de pavimentos, método AASHTO

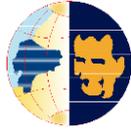
Utilizando el ábaco del cuadro No. 8.5 ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles se pueden encontrar los números estructurales requeridos para proteger cada capa no tratada, reemplazando el módulo de resiliencia de la capa superior por el módulo de resiliencia de la capa que esta inmediatamente abajo, por lo que para determinar el espesor D_1 de la capa asfáltica se supone un Mr igual al de la base y así se obtiene el SN_1 , que debe ser absorbido por dicha capa. El espesor de D_1 debe ser:

$$D > SN_1 / a_1 \text{ (valor mínimo requerido para la capa asfáltica)}$$

$$D_1^* \geq SN_1 / a_1 \text{ (valor real que debe ser usado)}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

- El asterisco “*” en D ó SN indica y representa el valor actualmente usado, que debe ser igual +o mayor al valor requerido.



Se adopta un espesor $D1^*$ ligeramente mayor y el número estructural absorbido por esta capa es:

$$SN1^* = a1 \times D1^*$$

Para determinar el espesor mínimo de la base, se entra al ábaco con el Mr de la sub-base y entonces se obtiene el $SN2$, a ser absorbido por el concreto asfáltico y la base:

$$D2^* \geq SN2 - SN1^* / a2 \times m2$$

Se adopta un espesor ligeramente mayor $D2^*$ y el número estructural absorbido será:

$$SN2^* = a2 \times m2 \times D2^*$$

Por último para la sub-base se entra con el Mr correspondiente a la subrasante y se obtiene $SN3 = SN$ para todo el paquete estructural (capa asfáltica, base y sub-base), en este caso el espesor es:

$$D3^* \geq SN3 - (SN1^* + SN2^*) / (a3 \times m3)$$

Se adopta un espesor ligeramente mayor $D3^*$ y se obtiene el número estructural absorbido por la sub-base.

$$SN3^* = a3 \times m3 \times D3^*$$

Como verificación tenemos:

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* \geq SN$$

El número estructural total debe ser como mínimo igual o mayor a la suma de los números estructurales de cada capa.



En el cuadro No. 8.10 se detallan los espesores del pavimento flexible para los períodos de diseño de 10 y 20 años, los cálculos se determinan en el anexo 8.

CUADRO No. 8.10 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (10 AÑOS)

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2													
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE													
METODO AASHTO 93													
PERIODO DE DISEÑO: 10 AÑOS													
TRAMOS	ABSCISAS	CBR DE DISEÑO (%)	ESPESORES								ESPESOR TOTAL		OBSERVACIONES
			CARPETA ASFALTICA		BASE		SUB-BASE		MEJORAMIENTO		pulg	cm	
			pulg	cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg	cm			
1	0+000 A 1+750	5,03	4	10	10	25	10	25	10	25	34	85	BARRIO EL TROJE - BARRIO MÚSCULOS Y RIELES
2	1+750 A 2+440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO CAUPICHO (VIA EXISTENTE-PAVIMENTO FLEXIBLE EN BUEN ESTADO)
3	2+440 A 4+040	2,71	4	10	10	25	10	25	28	70	52	130	BARRIO CAUPICHO-LA VENECIA-SANTO THOMAS
4	4+040 A 4+370	4,8	4	10	10	25	10	25	12	30	36	90	BARRIO GUAMANI BAJO
5	4+370 A 5+540	2,5	4	10	10	25	10	25	28	70	52	130	BARRIO GUAMANI ALTO
6	5+540 A 5+800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO SAN LUIS DE CORNEJO - (PROYECCIÓN PUENTE O RELLENO ESTUDIOS POSTERIORES POR LA A.Z.Q)
7	5+800 A 6+028	2,5	4	10	10	25	10	25	28	70	52	130	BARRIO PRADERAS DEL SUR

FUENTE: Propia

La rehabilitación (recapeo) del pavimento flexible se lo realizará para un período de 20 años:

CUADRO No. 8.11 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (20 AÑOS)

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2						
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
METODO AASHTO 93						
PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS						
TRAMOS	ABSCISAS	CBR DE DISEÑO (%)	ESPESORES		OBSERVACIONES	
			CARPETA ASFALTICA			
			pulg	cm		
1	0+000 A 1+750	5,03	2	5	BARRIO EL TROJE - BARRIO MÚSCULOS Y RIELES	
2	1+750 A 2+440	-	2	5	BARRIO CAUPICHO (VIA EXISTENTE-PAVIMENTO FLEXIBLE EN BUEN ESTADO)	
3	2+440 A 4+040	2,71	2	5	BARRIO CAUPICHO-LA VENECIA-SANTO THOMAS	
4	4+040 A 4+370	4,8	2	5	BARRIO GUAMANI BAJO	
5	4+370 A 5+540	2,5	2	5	BARRIO GUAMANI ALTO	
6	5+540 A 5+800	-	-	-	BARRIO SAN LUIS DE CORNEJO- (PROYECCIÓN PUENTE O RELLENO ESTUDIOS POSTERIORES POR LA A.Z.Q)	
7	5+800 A 6+028	2,5	2	5	BARRIO PRADERAS DEL SUR	

FUENTE: Propia

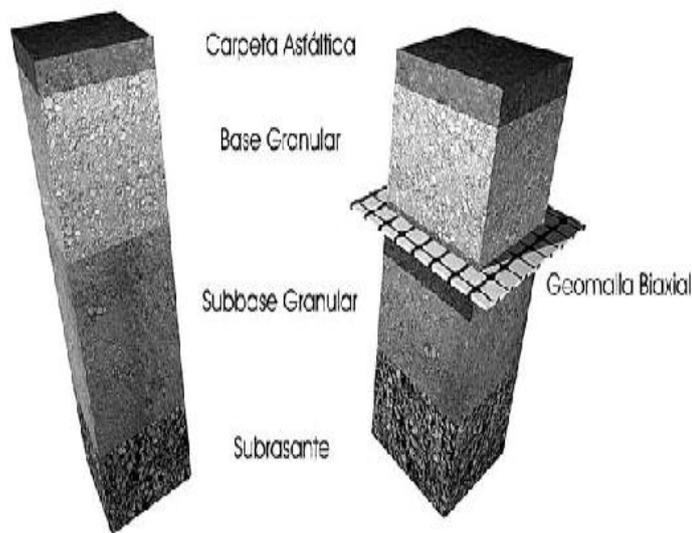


8.12.2 REFUERZO CON GEOMALLA

Pavimento flexible con Geomalla

El diseño de pavimentos flexibles utilizando la geomalla, se diseña con la metodología de diseño tradicional del método AASHTO.

GRÁFICO NO. 8.2 SECCIÓN TÍPICA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE



FUENTE: Investigación Ingenieros Filippo Montanelli, Aigen Zhao y Pietro Rimoldo, TENAX CORP.

Las geomallas son estructuras bi-dimensionales producidas de polietileno de utilizando un proceso de extrusión seguido de un estiramiento mono-direccional.

La estructura de geomallas provee un sistema de trabazón óptimo con el suelo especialmente de tipo granular.

Tradicionalmente un pavimento flexible trabaja distribuyendo la carga aplicada hasta que llegue a un nivel aceptable para la subrasante. Este tipo de pavimentos lo conforma una capa bituminosa apoyada sobre una capa de base que puede ser piedra partida, grava bien graduada o materiales estabilizados (con cementos, cal o asfalto) y una de sub-base con material de menor calidad.



El mecanismo de mayor importancia para las estructuras viales es el confinamiento lateral, la colocación de una o varias capas de la geomalla dentro o en el fondo de la capa de base permiten la interacción por cortante entre el agregado y la geomalla, a medida que la base trata de desplazarse lateralmente. La carga por cortante es transmitida desde el agregado de la capa granular hacia la geomalla y la coloca en tensión.

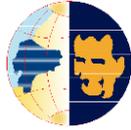
La alta rigidez de la geomalla actúa para retardar el desarrollo de la deformación por tensión en el material adyacente a esta. Para el estudio de la Av. Escalón 2 se considera la alternativa de refuerzo con geomalla, por lo que los espesores obtenidos del pavimento flexible con geomalla, se encuentran en el Cuadro No. 8.12

Los cálculos del diseño de pavimentos flexibles, se detallan en el Anexo 8.

CUADRO No. 8.12 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2													
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA													
METODO AASHTO 93													
PERIODO DE DISEÑO: 10 AÑOS													
TRAMOS	ABSCISAS	CBR DE DISEÑO (%)	ESPESORES								ESPEOR TOTAL		OBSERVACIONES
			CARPETA ASFALTICA		BASE		SUB-BASE		MEJORAMIENTO				
			pulg	cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg	cm	
1	0+000 A 1+750	5,03	4	10	8	20	8	20	14	35	34	85	BARRIO EL TROJE - BARRIO MÚSCULOS Y RIELES
2	1+750 A 2+440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO CAUPICHO (VIA EXISTENTE- PAVIMENTO FLEXIBLE EN BUEN ESTADO)
3	2+440 A 4+040	2,71	4	10	8	20	8	20	30	75	50	125	BARRIO CAUPICHO-LA VENECIA-SANTO THOMAS
4	4+040 A 4+370	4,8	4	10	8	20	8	20	14	35	34	85	BARRIO GUAMANI BAJO
5	4+370 A 5+540	2,5	4	10	8	20	8	20	32	80	52	130	BARRIO GUAMANI ALTO
6	5+540 A 5+800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO SAN LUIS DE CORNEJO- (PROYECCIÓN PUENTE O RELLENO ESTUDIOS POSTERIORES POR LA A.Z.Q)
7	5+800 A 6+028	2,5	4	10	8	20	8	20	32	80	52	178	BARRIO PRADERAS DEL SUR

FUENTE: Propia



8.13 PAVIMENTOS RÍGIDOS

El tipo de pavimento rígido que se adopta para el diseño, es de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), con espaciamiento de corta longitud entre juntas, para controlar el agrietamiento.

Para el diseño de espesores de pavimentos rígidos se usa el Método AASHTO, cuya fórmula de diseño es:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(\Delta + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \log \left[\frac{S'c Cd (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left(D - \frac{18.42}{(Ec / K)^{0.25}} \right)} \right]$$

W_{18} = Número de cargas de 18 Kips (80 KN) Previstas

Z_R = Abscisa correspondiente a un Área igual a la Confiabilidad R en la Curva de Distribución Normalizada

S_o = Desvío Standard de todas las variables

D = Espesor de la losa del Pavimento en Pulgadas

ΔPSI = Pérdida de Serviciabilidad Prevista en el Diseño

$S'c$ = Módulo de Rotura del Hormigón en PSI

J = Coeficiente de Transferencia de Cargas

Cd = Coeficiente de Drenaje

Ec = Módulo de Elasticidad del Hormigón en PSI

K = Módulo de Reacción de la Sub-rasante (Coeficiente de Balasto) en PSI/pulg

Para facilitar el manejo de la ecuación, se utiliza el nomograma para el diseño de pavimento rígido, método AASHTO, ver anexo 8.

El método AASHTO considera las siguientes variables.



a.- Período de Diseño

El período de diseño para pavimentos rígidos, la Guía AASHTO recomienda que no sea menor a 20 años.

b.- Análisis de Tráfico

El análisis de tráfico para pavimentos está descrito en el Capítulo 6 (Estudio de Tráfico), páginas # 189 y 191.

c. Serviciabilidad

Los valores que se adoptan son los siguientes:

- Serviciabilidad inicial

$P_o = 4,5$ para pavimentos rígidos

- Serviciabilidad final:

$P_t = 2,0$ para caminos de tránsito menor

d.- Confiabilidad R

La determinación del parámetro, se encuentra descrito en el literal d.) del diseño de Pavimento Flexible.

e.- Desviación Normal estándar Zr

La determinación del parámetro, se encuentra descrito en el literal e.) del diseño de Pavimento Flexible, cuadro 8.2.

**f.- Error estándar combinado S_o**

Los valores comprendidos de (S_o) está dentro de los siguientes intervalos:

- Para pavimentos rígidos 0,30 – 0,40
- En construcción nueva 0,35 – 0,40

Se adopta $S_o = 0,35$.

g.- Coeficiente de transmisión de carga (J)

Este factor se utiliza para tomar en cuenta la capacidad del pavimento de concreto de transmitir las cargas a través de los extremos de las losas (juntas o grietas). El cuadro No. 8.13 indica los valores del coeficiente J :

CUADRO No. 8.13 VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGAS (J)

Tipo de pavimento	hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
	si	no	si	no
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Reforzado continuo	2.9 – 3.2	-----	2.3 – 2.9	-----

FUENTE: Guía de pavimento rígido, método AASHTO 93'

Para el diseño del pavimento se adopta $J = 3.1$

h.- Módulo de elasticidad del Concreto E_c

El valor del módulo de elasticidad del concreto (E_c), se considera conforme a las ecuaciones del cuadro No. 8.14.

**CUADRO No. 8.14 CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC)**

Tipo de agregado y origen	Módulo de Elasticidad E_c , Mpa	Módulo de Elasticidad E_c , Kg/cm ²
Grueso – Ígneo	$E_c = 5,500 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 17,000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso - Metamórfico	$E_c = 4,700 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 15,000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso – Sedimentario	$E_c = 3,600 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 11,500 \times (f_c)^{1/2}$
Sin Información	$E_c = 3,900 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 12,500 \times (f_c)^{1/2}$

FUENTE: Guía de pavimento rígido, método AASHTO 93'

Donde: f_c (resistencia a la compresión de concreto a los 28 días) es 350 kg/cm².

i.- Factor de pérdida de soporte L_s

Es el valor que se a la perdida de soporte que pueden llegar a tener las losas de un pavimento de concreto, por efecto de la erosión de la sub-rasante, por corrientes de agua ó por los asentamientos diferenciales de la sub-rasante.

Se adopta para el presente diseño un valor de $L_s = 1$

j.- Módulo de reacción K

Es la superficie que se apoya al pavimento de concreto ó módulo efectivo de la sub-rasante, es el valor de la capacidad soporte del suelo, la cual depende del módulo de resiliencia de la sub-rasante y sub-base, así como del módulo de elasticidad de la sub-base.

Para la determinación del módulo de elasticidad de la sub-base es factible la correlación con el uso de otros parámetros, tales como: CBR y el valor R. Es recomendable que el Módulo de la elasticidad de la sub-base no sea mayor de 4 veces del valor de la sub-rasante.

En el cuadro No. 8.15, se obtiene el módulo de reacción compuesto de la sub-rasante, en el que se tiene como variables de entrada el Módulo de resiliencia de la sub-rasante, el espesor de la sub-base y el coeficiente de elasticidad

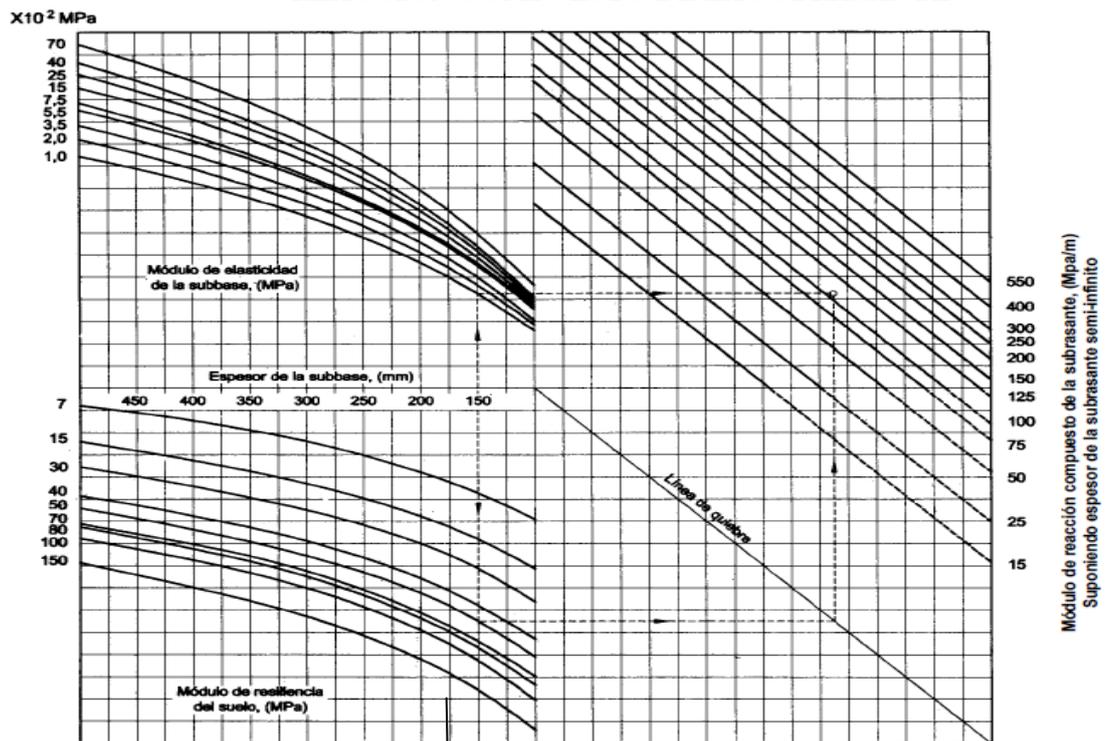


CUADRO No. 8.15 OBTENCIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN (K)

TRAMOS	CBR DE DISEÑO (%)	MÓDULO RESILIENTE (Mr)	MODULO ELÁSTICO SUB-BASE	K (PCI)
1	5,03	7545	15000	300
3	2,71	4065	15000	149
4	4,8	7200	15000	280
5	2,5	3750	15000	120
7	2,5	3750	15000	120

FUENTE: Propia

CUADRO No. 8.16 NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE REACCIÓN COMPUESTO DE LA SUBRASANTE



FUENTE: Guía de pavimento rígido, método AASHTO 93'

Con el nomograma del cuadro No. 8.16 se obtiene el módulo de reacción K, se determina el espesor de la sub-base igual a 15 cm.



En el cuadro No. 8.17 se detallan los espesores de las capas del pavimento rígido:

CUADRO No. 8.17 ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2									
DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO									
METODO AASHTO 93									
PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS									
TRAMOS	ABSCISAS	CBR DE DISEÑO (%)	ESPESORES				ESPESOR TOTAL		OBSERVACIONES
			PAVIMENTO RÍGIDO		SUB-BASE		pulg	cm	
			pulg	cm	pulg	cm			
1	0+000 A 1+750	5,03	12	30	6	15	18	45	BARRIO EL TROJE - BARRIO MÚSCULOS Y RIELES
2	1+750 A 2+440	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO CAUPICHO (VIA EXISTENTE- PAVIMENTO FLEXIBLE EN BUEN ESTADO)
3	2+440 A 4+040	2,71	12	30	6	15	18	45	BARRIO CAUPICHO-LA VENECIA-SANTO THOMAS
4	4+040 A 4+370	4,8	12	30	6	15	18	45	BARRIO GUAMANI BAJO
5	4+370 A 5+540	2,5	12	30	6	15	18	45	BARRIO GUAMANI ALTO
6	5+540 A 5+800	-	-	-	-	-	-	-	BARRIO SAN LUIS DE CORNEJO - (PROYECCIÓN PUENTE O RELLENO ESTUDIOS POSTERIORES POR LA A.Z.Q)
7	5+800 A 6+028	2,5	12	30	6	15	18	45	BARRIO PRADERAS DEL SUR

FUENTE: Propia

8.14 TIPOS DE JUNTAS

Juntas transversales de contracción

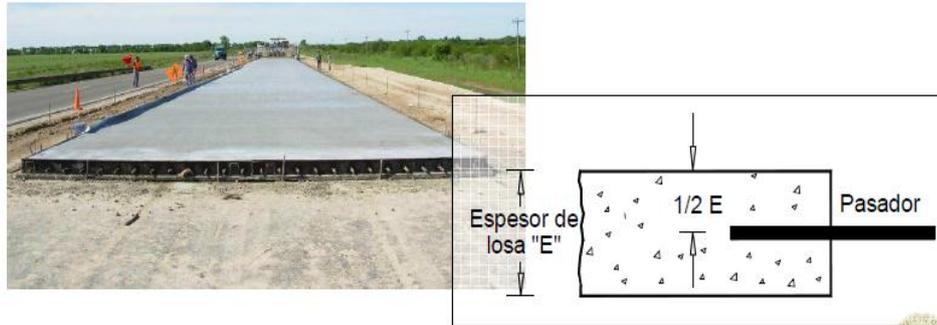
Son las juntas que se construyen transversalmente a la línea central del pavimento y están debidamente espaciadas para controlar las fisuras por liberación de tensiones debidas a temperatura, humedad y fricción. Estas juntas por lo general, son perpendiculares a los bordes y a la línea central del pavimento.

Juntas transversales de construcción

Son las que se generan al finalizar las labores diarias de colocación del concreto o por otras interrupciones en el hormigonado.



GRAFICO No. 8.3 TRANSFERENCIA DE CARGA A TRAVES DEL PASADOR

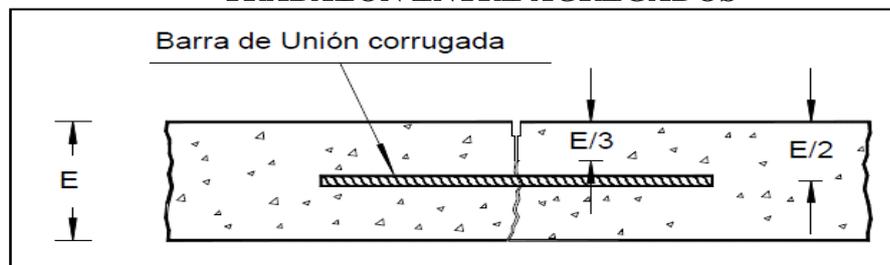


FUENTE: Instituto del Cemento Portland

Junta longitudinal de contracción

Son las juntas que dividen los carriles y controlan el agrietamiento cuando se construyen dos o más carriles simultáneamente.

GRAFICO No. 8.4 TRANSFERENCIA DE CARGAS POR TRABAZÓN ENTRE AGREGADOS



FUENTE: Instituto del Cemento Portland

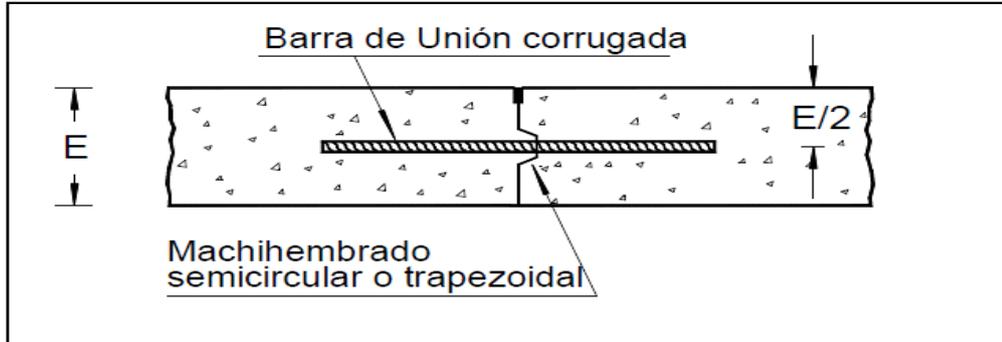
Juntas longitudinales de construcción

Son las juntas que se generan longitudinalmente cuando los carriles se construyen en diferentes etapas.

En caso de posibles ampliaciones, es conveniente dejar los bordes con machimbre.

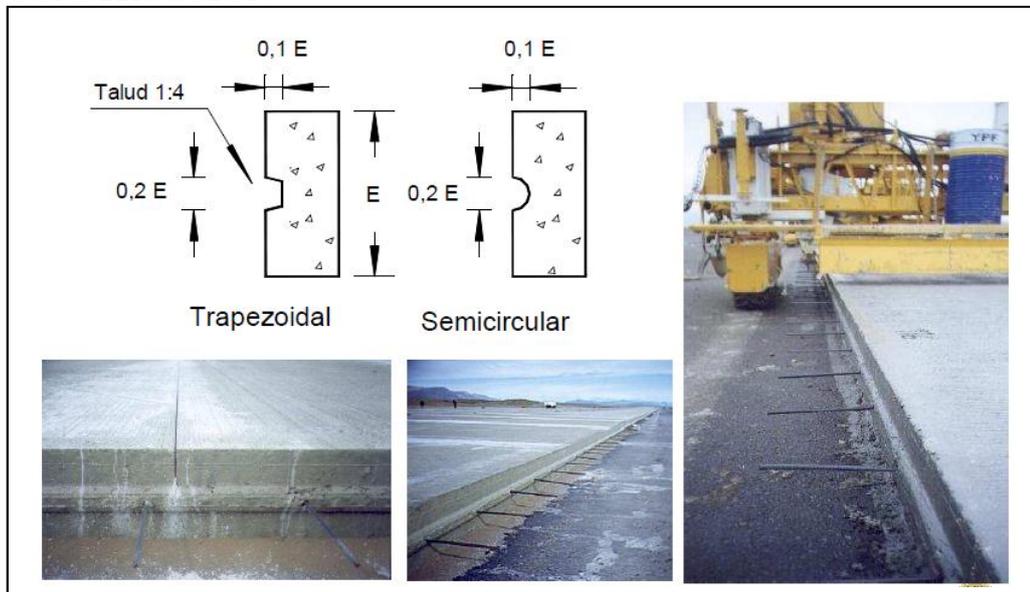


GRAFICO No. 8.5 JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN



FUENTE: Instituto del Cemento Portland

GRAFICO No. 8.6 JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN



FUENTE: Instituto del Cemento Portland

Un adecuado diseño de las juntas permitirá:

- Prevenir la formación de fisuras
- Proveer transferencia de carga adecuada
- Prevenir la infiltración de agua y de materiales incomprensibles a la estructura del pavimento.
- Permitir el movimiento de las losas contra estructuras fijas e intersecciones



- Dividir la construcción del pavimento en incrementos acorde a la tecnología empleada.

8.15 ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS

El diseño de las juntas transversales se realiza con el fin de controlar la fisuración del concreto por contracción y alabeo, por lo tanto el espaciamiento entre ellas debe ser menor que 6 metros.

Cuando la separación se aproxima a 4.5 m, permite controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio es mejor

Se aplica la ecuación de Albert Joisel, que permite encontrar una separación entre juntas, (Cuadro No. 8.18):

$$L = \frac{3xP}{e^2}$$

CUADRO No. 8.18 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA JUNTA TRANSVERSAL

L= Longitud maxima de la losa	
p = Carga maxima estática que puede presentarse en una losa en toneladas	
e = Espesor minimo de la losa	
la longitud de la losa debe ser menor a 6m	
L= 3*P/e^2 EXPRESION DE JOISEL	
P	1000
e	30 cm
L	3,3 m
ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS (m)	4,0

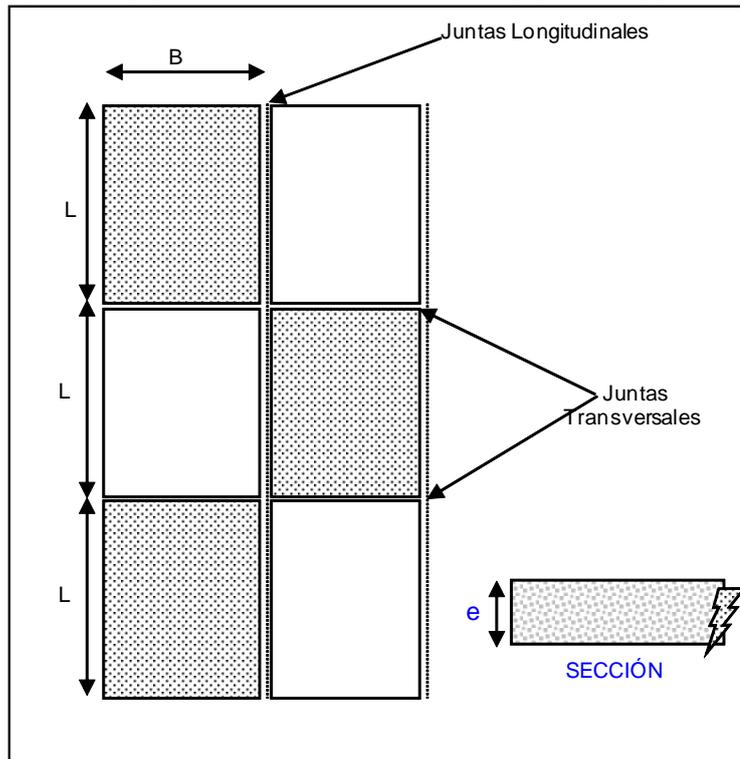
FUENTE: Propia



$B = 4\text{m}$ (Ancho del Paño) : Espaciamiento Juntas Longitudinales

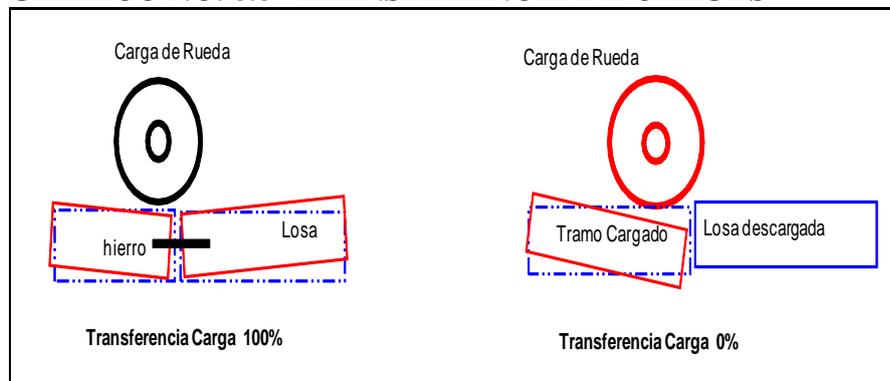
$L = 4\text{m}$ (Longitud del Paño) : Espaciamiento Juntas Longitudinales

GRÁFICO No. 8.7 PLANTA PAÑOS DE LOSA



FUENTE: Propia

GRAFICO NO. 8.8 TRANSFERENCIA DE CARGAS



FUENTE: Propia



GRÁFICO NO. 8.9 TRANSMISIÓN DE CARGAS



FUENTE: ARMEX

Para garantizar la eficiencia de la transmisión de cargas en casos de trabazón de agregados, se colocarán barras de anclaje que mantengan unidas las caras de las juntas longitudinales.

Las barras de anclaje para cualquier tipo de junta longitudinal, se diseña para resistir la fuerza de tracción generada por la fricción entre la losa del pavimento y la subrasante, (Cuadro No. 8.20).

$$AS = \frac{b f w}{f_s} (cm^2 / m)$$

CUADRO No. 8.19 CALCULO DE ACERO LONGITUDINAL

AS = b*f*w/fs (cm2/m)			
b = ancho del carril en (m)			
f= coeficiente de friccion (Generalmente 1,5)			
w = peso del hormigon por unidad de area Kg/m2			
fs= esfuerzo de trabajo del acero del acero multiplicada por 0.67 fy			
f's	2800		
b	4		
f	1,5		
w	2400		
fs	1876		
As	7,7		
CALCULO ACERO			
Ø	# VARILLAS	AREA	AREA TOTAL
16	4	2,011	8,04
AREA TOTAL DE ACERO (cm2/m)			8,04

FUENTE: Propia



Del Cuadro 8.19 se determina que en cada metro lineal se deberá colocar 4 varillas de 16 mm con espaciamiento entre ellas varillas igual a 30 cm.

La longitud de las barras de anclaje debe ser tal que el esfuerzo de adherencia a cada lado de la junta iguale el esfuerzo de trabajo del acero.

Agregando 7,5 cm para compensar defectos de colocación de la varilla, la longitud total se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L = \frac{2Afs}{ap} + 7,5$$

CUADRO No. 8.20 CALCULO DE LONGITUD DE LA BARRA DE ANCLAJE

L= 2*A*fs/a*p +7.5 (cm)	
A = area transversal de una barra de anclaje cm ²	
L= longitud total de la bara de anclaje	
fs =esfuerzo de trabajo del acero del acero multiplicada por 0.67 fy	
a= esfuerzo de trabajo por adherencia para acero corrugado	
P = perimetro de una varilla en cm	
Ø varilla	16
A	2,010624
fs	1876
a	24,6
p	5,02
L	68,6
LONGITUD ADOPTADA (cm)	
	70

FUENTE: Propia

Del cuadro No. 8.20 se determina que la longitud de la varilla de anclaje adoptada es 70 cm.



8.16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los valores de CBR de diseño obtenidos, varían de 2,5% a 5,03%, los mismos que se utilizan para el diseño de pavimentos, la fórmula del módulo resiliente (M_r) para la sub-rasante de acuerdo al Método AASHTO a las condiciones del proyecto es igual a $1500 \times CBR$.
- La Av. existente Leonidas Doubles (Escalón 2), ubicada en el barrio Caupicho entre el Km 1+750 y Km 2+440, presenta en su estructura una sub base (espesor=30cm), base (espesor=25cm) y una carpeta asfáltica (espesor=7,5cm), además está reforzada con geomalla, por lo que la reducción de las capas de la estructura es muy considerable y por ende baja los volúmenes de materiales.
- Las canteras calificadas son de las Minas: Pifo, San Antonio y Pintag, descritas en el capítulo 3 del Estudio Geológico.
- Para el Diseño de Pavimentos se emplea la Guía de Diseño de Pavimentos del Método AASHTO aplicado al Ecuador, año 1993, este método es adoptado por el Ministerio de Obras Públicas.
- Los resultados de los espesores de las capas del pavimento flexible y rígido se detallan en los cuadros 8.10, 8.11, y 8.12 correspondientes al presente capítulo.
- En juntas longitudinales se colocarán aceros de 16mm de diámetro de de 70 cm de longitud, cada 30 cm.
- Muchos problemas que pueden generar pérdida de serviciabilidad en los pavimentos ocurren por un pobre diseño de juntas



Se recomienda

- Para el diseño de pavimentos flexibles con geomalla, revisada la estructura del tramo 2 antes mencionada y por tener suelos de mediana resistencia, es de vital importancia que en todo el proyecto se considere la geomalla, cabe indicar que entre el Km 1+750 y Km 2+440, se realizará un recapeo para un período de diseño de 20 años.
- Para el caso de pavimentos rígidos, si la junta de construcción se hace en el tercio medio de la placa y ya está construido el carril adyacente se deben poner pasadores en la misma cuantía que la recomendada para las juntas transversales convencionales pero desalineadas con el fin de que prevengan el movimiento, eliminando la posibilidad que se desarrolle una fisura en la losa ya construida.
- Se fundirá preferiblemente en paños de losa de 4,00 metros de ancho por 4,00 metros de largo, en forma alternada esto es como un tablero de ajedrez. Esto tiene la ventaja de que todas las juntas funcionan como de contracción.
- Aditivo: Usar un reductor de agua en el hormigón para reducir peligro de fisuración primaria y por otro favorecer el aumento de resistencia.
- Se debe curar el hormigón durante los 7 primeros días ya sea por métodos químicos, por inundación, cubriendo con membranas de yute, u otros (paja mojada, tierra o arena mojadas). Los 4 primeros días son los más importantes.
- La impermeabilidad debe ser total (hormigón y juntas).



Contenido

CAPITULO 8 291

PAVIMENTOS 291

8.1 GENERALIDADES	291
8.2 OBJETIVOS	291
8.3 TIPOS DE PAVIMENTOS	291
GRAFICO No. 8.1 COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS	291
8.3.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES	292
8.3.2 PAVIMENTOS RIGIDOS	292
8.4 TRABAJOS DE CAMPO	293
8.5 CLIMA Y LLUVIAS	293
8.6 GEOLOGIA DE LA ZONA	294
8.7 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	294
8.8 CONDICIONES DE LA SUBRASANTE	294
8.9 FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	296
FOTOGRAFÍA No. 8.1 CONFORMACIÓN DE ESPESORES ENTRE EL Km 1+750 Y Km 2+440 AV. LEONIDAS DOUBLES (ESCALÓN 2)	296
8.10 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL DISEÑO	297
8.11 DATOS DE TRÁFICO	297
8.12 DISEÑO DE PAVIMENTO	298
8.12.1 PAVIMENTO FLEXIBLE	298
CUADRO No. 8.2 NIVELES DE CONFIABILIDAD	301
CUADRO No. 8.3 VALORES DE Z_R EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD	302
CUADRO No. 8.4 ABACO DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	304
CUADRO No. 8.5 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO.	305
CUADRO No. 8.6 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A_2) DE LA CAPA BASE	306
CUADRO No.8.7 VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL (A_3) DE LA CAPA DE SUB-BASE	307
CUADRO No. 8.8 ESPESORES MINIMOS SUGERIDOS	307
CUADRO No. 8.9 CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	308
CUADRO No. 8.10 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (10 AÑOS)	310
CUADRO No. 8.11 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE (20 AÑOS)	310
8.12.2 REFUERZO CON GEOMALLA	311
GRÁFICO No. 8.2 SECCIÓN TÍPICA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE	311
CUADRO No. 8.12 ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA	312
8.13 PAVIMENTOS RÍGIDOS	313
CUADRO No. 8.13 VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGAS (J)	315
CUADRO No. 8.14 CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD (E_c)	316
CUADRO No. 8.15 OBTENCIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN (K)	317
CUADRO No. 8.16 NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE REACCIÓN COMPUESTO DE LA SUBRASANTE	317
8.14 TIPOS DE JUNTAS	318
CUADRO No. 8.17 ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO	318
GRAFICO No. 8.3 TRANSFERENCIA DE CARGA A TRAVES DEL PASADOR	319
GRAFICO No. 8.4 TRANSFERENCIA DE CARGAS POR TRABAZÓN ENTRE AGREGADOS	319
GRAFICO No. 8.5 JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	320
GRAFICO No. 8.6 JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN	320



DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALÓN 2



8.15 ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS	321
CUADRO No. 8.18 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA JUNTA TRANSVERSAL	321
GRÁFICO No. 8.7 PLANTA PAÑOS DE LOSA	322
GRAFICO No. 8.8 TRANSFERENCIA DE CARGAS	322
GRÁFICO No. 8.9 TRANSMISIÓN DE CARGAS	323
CUADRO No. 8.19 CALCULO DE ACERO LONGITUDINAL	323
CUADRO No. 8.20 CALCULO DE LONGITUD DE LA BARRA DE ANCLAJE	324
8.16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	325



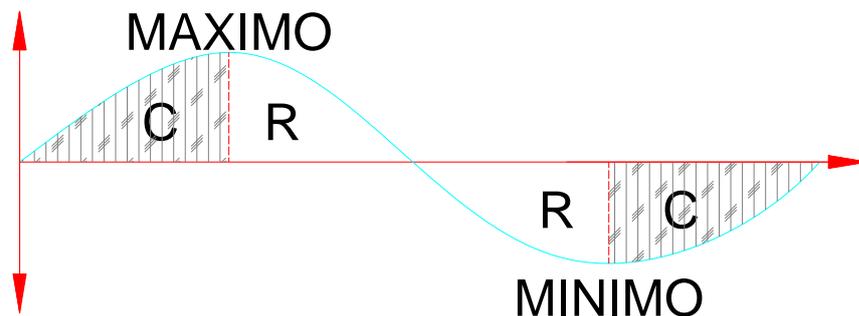
CAPITULO 9

DIAGRAMA DE MASAS

9.1 VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

Al graficar la curva de masas, que es un grafico que determina la acumulación de volúmenes de corte y relleno según la distancia al punto de partida u origen como podemos observar en la figura de masas anexa. El corte se suele considerar positivo y el relleno negativo. El volumen de cada uno de ellos está dado en metros cúbicos.

En las curvas de masas se establece el sentido de movimiento del material, determinando así el sentido de movimiento de la maquinaria, para lo cual tendremos que determinar las distancias de acarreo libre y de sobre acarreo.



El Corte: Esta dado por la curva ascendente, la mayor o menor inclinación de esta determinara la rapidez del corte máximo o mínimo

El Relleno: Una curva descendente nos indica el relleno, la pendiente nos indica mayor o menor rapidez de relleno.

Punto Máximo: Nos indica el cambio de corte a relleno.

Punto Mínimo: Nos indica el cambio de relleno a corte.

Punto de Balance: Indica cantidades iguales tanto de corte como de relleno.

En el eje de las coordenadas se marca el volumen de corte y relleno y la escala más usada es $1\text{mm} = 2000\text{m}^3$, para proyectos grandes y para proyectos pequeños la escala más usada es $1\text{mm} = 200\text{m}^3$.



En el eje de las abscisas se va marcando las estaciones cada 20metros pero en nuestro caso se marco cada 10metros por la facilidad y manejabilidad que permite el programa Civilcad 3d versión 2011.

9.2 METODO DE CÁLCULO PARA LA CURVA DE MASAS

Por la versatilidad del programa Civilcad3D 2011 se acudió a las áreas que por cada sección de 10metros nos proporciona el programa.

Luego se siguió un procedimiento que a continuación detallamos:

1. Datos (Areas) por sección transversal, cada 10.00m obtenidos del programa luego de haber implantado los corredores o secciones típicas con cada uno de los espesores de pavimento flexible, base, sub-base, mejoramiento con material seleccionado o lastre.

2. Calculamos la media de las áreas de corte y relleno.

$$Ac = \frac{(Ac_i + Ac_{i+1})}{2}$$

$$Ar = \frac{(Ar_i + Ar_{i+1})}{2}$$

3. Determinamos el volumen de corte (Vc)

$$Vc = Ac \times d$$

d: distancia entre abscisas

4. Calculamos el volumen de corte corregido (Vcc): Para hallar este volumen se usa el factor de esponjamiento, el factor se halla con la siguiente fórmula:

$$Vcc = \frac{Vs}{Vn}$$

Vs: Volumen de material suelto.

Vn: Volumen de material en banco.



En donde los estimados de los volúmenes de acuerdo a un estudio realizado por el MTOP de Colombia y por estar lo mas cercano y se ajusta a las normas de diseño del Ecuador se estima los siguientes valores:

Vs: 1240 kg por m³

Vn: 1550 kg por m³

Por lo tanto para nuestro proyecto el fe: 1.25 es decir el 25% más al volumen de corte.

5. Ahora calculamos el Vcc para el cual la formula quedaría de la siguiente manera

$$V_{cc} = V_c \times fe$$

6. Calculo del volumen de relleno (Vr)

$$V_r = A_r \times d$$

7. Por ultimo calculamos la ordenada de la curva de masas (OCM), que es nada mas la diferencia de corte y relleno acumulada.

$$OCM = OCM_{n-1} + V_{ccn} - V_{rn}$$

En donde:

OCM: Ordenada de la curva de masas.

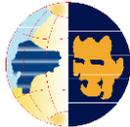
OCM_{n-1} : Volumen anterior acumulado.

V_{cc}(n): Volumen de corte

V_r (n) : Volumen de relleno.

9.3 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE ACARREO LIBRE

Para nuestro caso se utilizo una distancia de acarreo libre de 500m según las especificaciones técnica del MTOP Ecuador, esto está incluido dentro de los volúmenes de corte, a partir de ello se calculara la distancia de sobre acarreo para pagos extras.



ANALISIS DE LA CURVA DE MASAS

No.	ABSCISAS		VOLUMEN		DISTANCIA ACARREO LIBRE ESP. MTOP SEC.309 500m	SOBREACARREO
	DESDE	HASTA	PARCIAL	ACUMULADO		
1	0+180	0+225	440,50	440,50	45,00	0,00
2	0+280	0+320	639,00	1079,50	40,00	0,00
3	0+540	0+550	175,00	1254,50	10,00	0,00
4	0+570	0+588	133,50	1388,00	18,00	0,00
5	1+067	1+110	707,00	2095,00	43,00	0,00
6	1+180	1+213	816,50	2911,50	33,00	0,00
7	1+633	1+640	55,50	2967,00	7,00	0,00
8	1+670	1+680	49,00	3016,00	10,00	0,00
9	2+707	2+720	104,00	3120,00	13,00	0,00
10	2+760	2+784	77,00	3197,00	24,00	0,00
11	2+926	2+960	550,50	3747,50	34,00	0,00
12	3+130	3+189	564,00	4311,50	59,00	0,00
13	3+279	3+290	202,00	4513,50	11,00	0,00
14	3+320	3+346	287,00	4800,50	26,00	0,00
15	3+346	3+350	38,50	4839,00	4,00	0,00
16	3+370	3+376	57,50	4896,50	6,00	0,00
17	3+376	3+380	39,50	4936,00	4,00	0,00
18	3+490	3+511	223,00	5159,00	21,00	0,00
19	3+511	3+525	78,50	5237,50	14,00	0,00
20	3+552	3+557	36,00	5273,50	5,00	0,00
21	3+557	3+572	46,50	5320,00	15,00	0,00
22	3+990	4+150	5883,50	11203,50	160,00	0,00
23	4+150	4+390	7565,00	18768,50	240,00	0,00
24	4+570	4+903	12533,50	31302,00	333,00	0,00
25	5+382	5+510	3076,00	34378,00	128,00	0,00
26	5+840	5+936	2286,50	36664,50	96,00	0,00
27	5+936	5+960	1187,50	37852,00	24,00	0,00
28	6+010	6+028	284,00	38136,00	18,00	0,00



9.4 DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE SOBRECARRERO

Luego de haber analizado las campanas en el plano de la curva de masas adjunto en el capítulo de anexos se pudo observar y determinar que no teníamos distancias de sobre acarreo, en vista de que nuestra distancia de acarreo libre es de 500m de acuerdo a las especificaciones del MTOP, además de ello se lo realizará con volquetas y cargadoras, por ende en nuestro análisis las longitudes que existen no sobrepasan los 500m como se indica en el cuadro anterior.

9.5 DETERMINACION DE SITIOS DE CORTE Y RELLENO

No.	ABSCISAS		VOLUMEN		TIPO DE SECCION	DISTANCIA ACARREO LIBRE ESP. MTOP SEC.309 500m	SOBRECARRERO
	DESDE	HASTA	PARCIAL	ACUMULADO			
A	0+000	0+180	7139,00	707,00	CORTE	180,00	0,00
B	0+320	0+540	7139,00	7846,00	CORTE	220,00	0,00
C	0+588	1+067	8331,00	16177,00	CORTE	479,00	0,00
D	1+213	1+633	9317,50	25494,50	CORTE	420,00	0,00
E	1+680	1+760	1884,00	27378,50	CORTE	80,00	0,00
F	2+440	2+707	5238,00	32616,50	CORTE	257,00	0,00
G	2+784	2+926	3775,00	36391,50	CORTE	178,00	0,00
H	3+189	3+279	2254,00	38645,50	CORTE	90,00	0,00
I	3+392	3+475	3316,50	41962,00	RELLENO	83,00	0,00
J	3+575	3+912	57090,50	99052,50	RELLENO	337,00	0,00
K	4+903	5+382	25613,00	124665,50	CORTE	479,00	0,00
L	5+790	5+809	1472,50	126138,00	RELLENO	19,00	0,00

9.6 SITIOS DE DEPÓSITO

Este sitio deberá ser elegido de acuerdo a las condiciones topográficas y morfológicas del sector, evitando de no arrojar a media ladera por lo que se optara por un botadero lo más cercano al proyecto, como recomendación actualmente se encuentra un botadero de la EMMOP a 1km desde la abscisa 0+000 ubicada en el ingreso al barrio Músculos y Rieles.



9.7 COMPENSACION DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

Al analizar la curva de masas se pudo observar que existe casi en su totalidad compensación entre los volúmenes de corte y rellenos como se indica en el cuadro antes descrito, por lo que si existiese excesos de volúmenes se depositara en las quebradas más cercanas y en lugares donde estén facultadas para su depósito como se describió en los ítems anteriores.

9.8 MUROS

El cálculo de muros se lo realiza en el caso que la pendiente transversal del terreno supere el 50%, esto dificulta realizar un relleno porque la pendiente m' del talud del relleno es del 50% y sería paralela o en su defecto nunca se intersecara con el perfil natural del terreno, de esta forma no existiría pie de talud de relleno. Siguiendo la alineación de los bordes o líneas de fabrica del escalón se puede observar y determinar que es necesario realizar muros de contención de un promedio de 6.00m de altura en las abscisas comprendidas entre la 0+200 y 0+285 por cuanto si se rellena tendríamos que afectar predios que se encuentran a una cota más baja que la mesa del escalón. Además debemos mencionar que no se calcula ningún presupuesto por cuanto este no contempla dentro del estudio.



Contenido

CAPITULO 9 **327**

DIAGRAMA DE MASAS **327**

9.1	VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO	327
9.2	METODO DE CÁLCULO PARA LA CURVA DE MASAS	328
9.3	DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE ACARREO LIBRE	329
9.4	DETERMINACION DE LAS DISTANCIAS DE SOBRECARRERO	331
9.5	DETERMINACION DE SITIOS DE CORTE Y RELLENO	331
9.6	SITIOS DE DEPÓSITO	331
9.7	COMPENSACION DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO	332
9.8	MUROS	332



CAPITULO 10

ANALISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

10.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto “Diseño Definitivo de la Av. Escalón 2” es una vía que enlaza el Corredor Sur Oriental a la altura del barrio Músculos y Rieles Parroquia de Turubamba con el Corredor Occidental a la altura del barrio Praderas del Sur Parroquia de Guamaní, acortando la distancia, por lo que atravesar el área de la zona sur del Distrito Metropolitano de Quito llevaría menor tiempo, motivo por el que al Escalón 2 se le considera como una de las avenidas importantes para el desarrollo del sector (ver gráfico No. 1 Ubicación del proyecto).

Las características físicas actuales que presenta la vía son irregulares, por ejemplo desde la abscisa 0+000 (Barrio Músculos y Rieles) hasta la abscisa 1+760 (Parada de buses Caupicho), este tramo se encuentra lastrado, presentando dificultad y demora en su recorrido por las fuertes pendientes que alcanzan hasta un 14 % ocasionando demoras en su recorrido y representando a los usuarios mayores costos en cada viaje.

10.2 OBJETIVO

El principal objetivo es determinar el beneficio social más que el socioeconómico que la vía pueda brindar a la población aledaña, considerando que dicha evaluación social se enfoca en un análisis comparativo en el que se consideran las condiciones actuales frente a las condiciones de la vía en funcionamiento, del que determinaremos la relación beneficio-costos.

De esta manera el beneficio y costo que produciría la construcción de la vía, deben verse reflejados en el bien comunitario, en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, o en la solución práctica a un gran problema.



Para determinar la relación costo-beneficio, se utilizó la herramienta de cálculo VOC que significa “Costo de Operación de Vehículos”, este programa nos permite determinar el costo de operación que tiene un vehículo en un escenario sin proyecto y con proyecto, considerando las condiciones físicas de la vía, condiciones técnicas del vehículo como peso, velocidad, potencia, fuerza de frenado, que transitará sobre la vía, así mismo se consideran gastos necesarios de operación como costos de: gasolina, lubricantes, llantas, mantenimiento y operación.

Valores que se relacionan con la vida útil del vehículo, desempeño total de kilómetros de recorrido al año, número de pasajeros, y su proyección económica con la tasa de interés anual.

10.3 ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario sin proyecto debe simular lo que ocurriría a través del tiempo sin el terminado final de la vía, determinándose de ésta manera los costos que representaría a cada usuario que transite por la misma.

10.4 ESCENARIO CON PROYECTO

El escenario con proyecto refleja el costo que le representaría al usuario utilizar la vía, en condiciones buenas el que brindará mejor servicio.

Los datos que se ingresaron al programa para determinar el costo de operación se encuentran en el anexo No. 10, en los que se observa los diferentes componentes por cada tipo de vehículo, además fue necesario incluir datos del estudio del tráfico y diseño geométrico que se encuentran desarrollados en capítulo No. 6 y No. 7.

A continuación se detallan los costos de operación por tipo de vehículo que generaría al usuario en cada uno de los escenarios.



Costo de operación de un vehículo liviano

CUADRO NO. 10.1 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (GRAND VITARA SZ)					
TIPO DE VEHÍCULO: ESCENARIO	USD	GRAND VITARA SZ			
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
Fuel/Combustible	\$	746,23	40,70%	379,75	54,70%
Lubricants/Lubricantes	\$	23,98	1,30%	12,10	1,70%
Tires/Llantas	\$	15,52	0,80%	8,12	1,20%
Crew time.	\$	113,19	6,20%	56,28	8,10%
Passenger time.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Cargo holding.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Maintenance labor/mantenimiento	\$	24,93	1,40%	9,19	1,30%
Maintenance parts/repuestos	\$	433,70	23,70%	69,96	10,10%
Depreciation/depreciación	\$	258,89	14,10%	94,05	13,60%
Interest/interes	\$	215,20	11,70%	64,57	9,30%
TOTAL	\$	1.831,62	100,00%	694,02	100,00%

Fuente: Propia

- **Costo de operación de un bus**

CUADRO NO. 10.2 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (BUS HINO JO8C)					
TIPO DE VEHÍCULO: ESCENARIO	USD	BUS HINO JO8C			
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
Fuel/Combustible	\$	141,82	6,80%	79,67	10,10%
Lubricants/Lubricantes	\$	63,92	3,10%	40,16	5,10%
Tires/Llantas	\$	460,77	22,20%	142,02	17,90%
Crew time.	\$	215,37	10,40%	101,15	12,80%
Passenger time.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Cargo holding.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Maintenance labor/mantenimiento	\$	292,94	14,10%	70,98	9,00%
Maintenance parts/repuestos	\$	418,26	20,20%	214,56	27,10%
Depreciation/depreciación	\$	264,41	12,80%	78,66	9,90%
Interest/interes	\$	215,49	10,40%	64,11	8,10%
TOTAL	\$	2.072,96	100,00%	791,3	100,00%

Fuente: Propia



- **Costo de operación de un vehículo pesado Hino de 2 ejes.**

CUADRO NO. 10.4 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (VOLQUETA HINO HG 2E)					
TIPO DE VEHÍCULO: ESCENARIO	USD	VOLQUETA HINO HG 2E			
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
Fuel/Combustible	\$	93,96	3,30%	78,8	4,10%
Lubricants/Lubricantes	\$	54,78	1,90%	40,16	2,10%
Tires/Llantas	\$	542,48	19,00%	180,67	9,40%
Crew time.	\$	248,52	8,70%	112,33	5,80%
Passenger time.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Cargo holding.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Maintenance labor/mantenimiento	\$	121,15	4,20%	60,37	3,10%
Maintenance parts/repuestos	\$	1245,48	43,70%	325,42	16,90%
Depreciation/depreciación	\$	300,35	10,50%	623,34	32,30%
Interest/interes	\$	244,79	8,60%	508,02	26,30%
TOTAL	\$	2.851,50	100,00%	1929,11	100,00%

Fuente propia

- **Costo de operación de un vehículo pesado de 3 ejes.**

CUADRO NO. 10.5 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (CAMIÓN HINO 3E)					
TIPO DE VEHÍCULO: ESCENARIO	USD	CAMION HINO 3E			
		SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
Fuel/Combustible	\$	639,01	13,50%	667,35	29,40%
Lubricants/Lubricantes	\$	25,69	0,50%	15,64	0,70%
Tires/Llantas	\$	1560,89	33,10%	815,1	36,00%
Crew time.	\$	288,48	6,10%	145,81	6,40%
Passenger time.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Cargo holding.	\$	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Maintenance labor/mantenimiento	\$	161,83	3,40%	79,89	3,50%
Maintenance parts/repuestos	\$	1222,66	25,90%	313,78	13,80%
Depreciation/depreciación	\$	501,71	10,60%	139,98	6,20%
Interest/interes	\$	318,69	6,80%	88,92	3,90%
TOTAL	\$	4.718,96	100,00%	2266,46	100,00%

Fuente: Propia



Como se indica en los cuadros anteriores, existe una diferencia de costos de operación vehicular de los cuatro tipos de vehículos con los que se analizó el TPDA para el proyecto, la diferencia radica en la circulación de vehículos por una vía sin terminado final (estado actual) y una vía con terminado final (pavimento).

A continuación se desarrolla el análisis financiero con el que se determina si el proyecto es económicamente viable a partir del cálculo de los indicadores financieros VAN (Es el valor que se obtiene de comparar el flujo de beneficios netos para toda la vida útil del proyecto con los costos totales calculados para el proyecto) y TIR (Es la tasa de descuento que posibilita que el valor obtenido para el VAN se haga nulo, conocida también como la tasa de oportunidad de uso del capital.).

En el anexo No. 10 se encuentra desarrollado el flujo de caja del proyecto, en el cual se indica el total de ingresos que se pueden obtener en el supuesto caso que se cobre un impuesto adicional unificado de USD 52 por concepto de obras en el distrito, así mismo se indica el total de egresos que se generarían por concepto de costo total de proyecto, costo por operación y mantenimiento vial. A partir de los valores de ingresos y egresos se determinó los indicadores económicos-financieros VAN y TIR, que en este caso los valores son 184,114.04 y 13% respectivamente.

En el anexo No. 10 se observa que el número total de viviendas que se encuentran directamente beneficiadas por la construcción del Escalón 2 llegan a 9,062 en el año 2031, este número de viviendas son las que se encuentran asentadas en las proximidades de la vía y que corresponden a las parroquias de Turubamba y Guamaní, el valor promedio de impuestos por concepto de obras en el distrito que actualmente se cobra un promedio de USD 31.86, información proporcionada por el Departamento de Avalúos y Catastros del Municipio, llegando a un valor total de USD 83.86 como impuesto total que los habitantes deberán pagar para financiar el proyecto vial. Este valor adicional representa el 62% de incremento al valor actual de impuesto por concepto de obras en el distrito.



Este incremento provocaría una reacción negativa por parte de los habitantes, por lo que no sería viable generar dicho incremento para financiar la construcción de la vía, teniendo como consecuencia que dicho proyecto no es **económicamente viable**, sin embargo en este capítulo se analizan indicadores socioeconómicos del parque automotor con los que se puede establecer que la construcción de la vía es necesariamente viable desde una perspectiva social y beneficio al usuario por concepto de mantenimiento vehicular.

A continuación se realiza la comparación económica de la vía sin proyecto y con proyecto para cada tipo de vehículo, determinándose el beneficio económico.

CUADRO NO. 10.6 COMPARACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN

	R	LIV	R	BUS	R	P. 2E	R	P. 3E
CON PROYECTO	2,64	0,69	2,62	0,79	1,48	1,93	2,08	2,27
SIN PROYECTO		1,83		2,07		2,85		4,72

Fuente: Propia

Donde:

R = Relación de costos de operación vehicular

LIV = Liviano

BUS = Buses

P.2E = Pesado de dos ejes (Camiones para transportar productos agrícolas, volquetas y otros).

P.3E = Pesados de tres ejes (Trailer, mixer, vehículos de operación y mantenimiento de las Empresas Públicas).

Como se aprecia en el cuadro No. 10.6, para el tipo de vehículo liviano, existe un ahorro de USD 1.14 con una relación de 2.64, es decir que el costo de operación de un vehículo de tipo liviano que circula en el escenario sin proyecto gastaría por día USD 1.83, al contrario, el costo de operación del mismo vehículo en el escenario con proyecto es de USD 0.69, de ahí que se obtiene el ahorro antes mencionado.



Desde este punto de vista, para el parque automotor, se considera que el proyecto es económicamente viable generándose un indicador de tipo socio-económico positivo.

De igual manera se determina en el cuadro siguiente el ahorro en tiempos de viaje que representaría a los usuarios de la vía construida.

CUADRO NO. 10.7 COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE

sentido	TIEMPOS DE VIAJE - AHORRO				
	ORIENTE-OCCIDENTE		SUR-NORTE		
escenario	SIN PROYE	CON PROYE	SIN PROYE	CON PROYE	
distancia	6028	6028	2500	100	m
velocidad	25	50	25	50	km/h
tiempo	0,241	0,120	0,1	0,002	h
	14,46	7,23	6,00	0,12	min
ahorro	7,23		5,88		min

FUENTE: Propia

Del cuadro anterior se desprende que existe un ahorro de tiempos de viaje para los usuarios con vehículos de hasta 7.23 minutos, este ahorro se refleja como un indicador de tipo social positivo.

Sin embargo para cualquier tipo de proyecto con flujo de caja se debe desarrollar indicadores económicos de factibilidad y rentabilidad, los cuales se describen a continuación:

El valor agregado neto (VAN).- Es el valor que se obtiene de comparar el flujo de beneficios netos para toda la vida útil del proyecto con los costos totales calculados para el proyecto

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$



La Tasa Interna de Retorno (TIR).- Es la tasa de descuento que posibilita que el valor obtenido para el VAN se haga nulo, conocida también como la tasa de oportunidad de uso del capital.

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Relación costo beneficio.- esta medida se usa cuando se encuentran restricciones de inversión en el proyecto. La razón se compone de un numerador que contiene el valor presente neto de los beneficios y el denominador contiene el valor presente de los costos producidos a lo largo del proyecto.

$$\frac{B}{C} = \frac{VP(\text{Beneficios})}{VP(\text{Costos})} = \frac{VP(B)}{I + VP(OyM)}$$

Donde VP(B) = Valor presente de los beneficios.

I = Inversión inicial en el proyecto propuesto

O y M = Costo de Operación y Mantenimiento del proyecto propuesto

10.5 CONCLUSIONES

El proyecto vial presta un gran beneficio al servicio de transporte así como las mejoras colectivas sociales del sector los mismos que se ven reflejados en la producción (influencia de transporte de mercadería), que incrementarán los ingresos económicos de los habitantes del sector y a la vez mejora el nivel de vida de la población que se encuentra dentro del área de influencia de la Av. Escalón 2.

Para determinar el beneficio que se tiene en el proyecto en especial para el automotor, se utilizó la herramienta del programa de cálculo VOC (Costo de Operación de Vehículos), el cual nos permite determinar el costo de operación que



tiene un vehículo, por lo que se analizó 4 tipos de vehículos para conocer las ventajas en un escenario sin proyecto y con proyecto.

De los beneficios sociales que genera el proyecto vial se mencionan los siguientes:

- El proyecto generado es de carácter social, beneficia a las personas que habitan en el sur de la ciudad, especialmente aquellas que se encuentran en las parroquias de Turubamba y Guamaní, debido a que se encuentran junto a la vía.
- La implementación de la Av. Escalón 2 mejorará significativamente la unión con los accesos viales existentes a barrios incomunicados actualmente, especialmente hacia los servicios públicos como salud, educación, vivienda, entre otros en el menor tiempo posible, situación que repercute en ahorros de costos.
- El incremento en el nivel de vida se reflejará sin duda con la construcción de la Av. Escalón 2, ya que facilitará su comunicación y la movilización de productos que comercializan los habitantes de los barrios además mejorará la seguridad de sus habitantes por la gran movilidad que prestara los servicios comunales como la policía, bomberos y las atenciones médicas.
- Se considera que al implementar el proyecto vial, la plusvalía tanto de los terrenos como de las viviendas se incrementarán significativamente, mejorando la economía inmobiliaria del sector.

El presupuesto estimado para la construcción de la vía es de 5'529.243.07 dólares con un tiempo para su ejecución de 12 meses, según cronograma adjunto.



Contenido

CAPITULO 10	333
ANALISIS ECONÓMICO-FINANCIERO	333
10.1 INTRODUCCIÓN	333
10.2 OBJETIVO	333
10.3 ESCENARIO SIN PROYECTO	334
10.4 ESCENARIO CON PROYECTO	334
CUADRO No. 10.1 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (GRAND VITARA SZ)	
335	
CUADRO No. 10.2 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (BUS HINO JO8C)	335
CUADRO No. 10.4 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (VOLQUETA HINO HG 2E)	336
CUADRO No. 10.5 COSTO DE OPERACIÓN POR CADA 1000 VEHICULOS-KM (CAMIÓN HINO 3E)	
336	
CUADRO No. 10.6 COMPARACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN	338
CUADRO No. 10.7 COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE	339
10.5 CONCLUSIONES	340

BIBLIOGRAFÍA

- MUNICIPIO DE QUITO, Ordenanza Metropolitana No. 3746, “*plan de uso y ocupación del suelo*”. Cuadro No. 7 Especificaciones mínimas para vías suburbanas. Quito- Ecuador. 24 de octubre de 2008.
- INAMHI, “*Anuarios meteorológicos*”. Publicación Quito-Ecuador. 1964 – 1989; “*Cálculo de intensidades de lluvia para el diseño de obras de drenaje*” Publicación Departamento de Hidrometría. Quito-Ecuador. Año 2000.
- MTOP-SAE, “*Curso drenaje de obras viales*”. Publicación. Quito-Ecuador. Año 1983.
- McGRAW-HILL, “*Hidrología para Ingenieros*”. Linsley, Kohler y Paulus. Publicación. México. Año 1979.
- MAG-PRONAREG, “*El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*”. Luís Cañadas C. Publicación. Quito-Ecuador. Año 1983.
- MOP, “*Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes*”. Publicación. Quito-Ecuador. Año 2001.
- EPMAPS, “*Normas de diseño de sistemas de alcantarillado*”. Quito – Ecuador, 2009.
- EPMAPS, “*Normas de diseño de sistemas de agua potable*”. Quito – Ecuador, 2008.
- CHOW, Wen Te, “*Hidráulica de canales abiertos*”, Mc Graw Hill, Bogotá. 1994.
- INEC, “*VI Censo de Población*”. Quito- Ecuador, 2001.

- GILES, Ranald V. “*Mecánica de Fluidos e Hidráulica*”, Segunda edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 1997.
- SHISHILAD, “*Determinación de las curvas de intensidad y frecuencia para las diferentes estaciones pluviométricas*”. Quito – Ecuador, 1996.
- EPMAPS, “*Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el D.M.Q*” Quito – Ecuador, 2008.
- Universidad Politécnica Salesiana, “*Estudio Geotécnico para el Escalón 2*”, Laboratorio de Ensayo de materiales. Quito – Ecuador, 2010.
- Administración Zonal Quitumbe, “*Conteos vehiculares automáticos*”, Quito – Ecuador, 2010.
- MUNICIPIO DE QUITO, “*Ordenanza Metropolitana*”. Costos por m² de construcción y terrenos. Costos vigentes en la Dirección de Avalúos y Catastros. por sectores.
- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones del Ecuador- ASTEC, “*Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*”. 1973
- Ministerio Transporte y de Obras Públicas del Ecuador– TAMS , ASTEC, “*Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*”.2003
- Ing. Pablo Emilio Bravo, “*Diseño de Carreteras*”, Técnicas y Análisis del Proyecto Popayán – Colombia. 1993
- James Cárdenas Grisales “*Diseño Geométrico de Carreteras*”, Santiago de Cali, septiembre 13 de 2002.
- Cipriano Albert Londoño, “*Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto*”, Bogotá- Medellín, 1994.

- Norma AASHTO “*Método y Guía para el Diseño de pavimentos*”, año 1993.
- Manual de Señalización INEN, “*RESOLUCIÓN No. 013 2008 1era Revisión*”. 2009.
- Ministerio del Transporte Colombiano, “*Manual Colombiano de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia*”. año 2004.
- Secretaria de Obras Públicas México, “*Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en calles y carreteras*”, Tercera Edición, México. 1972.
- Juárez, Badillo – Rico, Rodríguez, “*Fundamentos de la Mecánica de Suelos*”, Tomo I y II, Tercera edición. Editorial Limusa México, 1992.
- Alcaldía Metropolitana del DMQ, *Memorias de Quitumbe*, Quito, 2008.
- Carcelén M, “*La percepción Social de los Riesgos en la Quebrada*” Rumipamba, Quito, 2008.
- Metzger P y Bermúdez N, “*El medio ambiente urbano en Quito*”, Quito, 1995
- Metzger P, “*Degradación Ambiental Urbana y Desastres*”, Quito, 1995.
- Metzger P. “*La problematique des quebradas à Quito*”, Quito, 1996.
- Dirección de avalúos y catastros, “*Informes de Regulación Metropolitana de Quito*”, 2010-2011.