



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

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

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

“ESTUDIO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA
ORELLANA – SALINAS DE 7.5 KM DE LONGITUD UBICADA EN LA
PARROQUIA NUEVA LOJA CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA DE
SUCUMBIOS”

AUTORES:

Jaime Darío Chafía Moína

Mario Roberto Pacheco Sánchez

DIRECTOR:

ING. VÍCTOR VELÁSQUEZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “ESTUDIO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ORELLANA – SALINAS DE 7.5 KM DE LONGITUD UBICADA EN LA PARROQUIA NUEVA LOJA CANTÓN LAGO AGRIO PROVINCIA DE SUCUMBIOS” presentado por: Jaime Darío Chafra Moina, Mario Roberto Pacheco Sánchez y dirigida por: Ing. Víctor Velásquez

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

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Diego Barahona R.
Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Víctor Velásquez
Director del Proyecto

Firma

Ing. Ángel Paredes.
Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Jaime Darío Chafla Moina, Mario Roberto Pacheco Sánchez e Ing. Víctor Velásquez, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

AGRADECIMIENTO

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

A los Ingenieros: Ing. Víctor Velásquez, Ing. Ángel Paredes, Ing. Diego Barahona quienes contribuyeron para el desarrollo del proyecto de graduación.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a DIOS TODO PODEROSO que con su amor, guía e ilumina mi vida permitiéndome culminar con éxito una meta encomendada.

A mis padres Rosita y Alberto por brindarme su amor, paciencia y apoyo incondicional en todo momento siendo un pilar muy importante en mi vivir.

Un sincero Agradecimiento al Ingeniero Víctor Velásquez, Ing. Ángel Paredes, Ing. Diego Barahona, quienes han brindado sus conocimientos, amistad apoyo y colaboración para la finalización del presente trabajo, y a través de ellos a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Y no podría faltar el agradecimiento a mis hermanos, amigos y amigas, que brindando su invaluable amistad me han acompañado en todo momento para una exitosa culminación de mis estudios superiores.

Chafla Moina Jaime Darío

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi Señor Jesús quien me acompaña a cada instante, brindándome su amor y sabiduría para poder culminar con éxito mi carrera.

A mi padres por su amor y su gran espíritu de lucha, quienes han sido mi mayor inspiración y el mejor regalo que Dios me ha dado, A mis hermanos y Cuñados que tienen plena confianza en que yo pueda alcanzar y vencer los obstáculos que se presentan. A mis sobrinos, Diego, Andrea, Jhonatan, Doménica, Juan Daniel, Valentina, Yovela, y Rosita que forman parte importante en mi vida.

Chafla Moina Jaime Darío

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa, dedico este trabajo a mi Madre Carmen G. Sánchez G, que con sus consejos y exigencias he podido culminar una etapa mas de mi vida, y a mis Hermanos, en especial a Luis Alberto y Álvaro Patricio Pacheco Sánchez; quienes desde el Cielo junto a Dios me han guiado y por ellos he logrado terminar mis estudios superiores.

Mario Roberto Pacheco Sánchez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE GRÁFICOS	IV
ÍNDICE TABLAS.....	VI
1. RESUMEN.....	vii
SUMMARY	VII
2. INTRODUCCIÓN.....	VII
3. <i>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</i>	2
A. Antecedentes	2
B. Estudio y Evaluación.....	3
Definición de los Criterios y Procedimientos de Evaluación Utilizados	3
C. Consideraciones sobre el Diseño Geométrico.. ..	8
D. Levantamiento topográfico para el trazado.....	9
4. <i>METODOLOGÍA</i>	11
A. Tipo de estudio.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
B. Población y muestra.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1. Población.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
C. Procedimientos.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
D. Procesamientos y análisis.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. <i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A. Estudio y evaluación de la carretera actual	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
B. Población.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1. Información Demográfica.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

2.	Taza de crecimiento Demográfico.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.	Población activa Económica.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.	Actividades Económicas.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.	Servicios.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.	Clima.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
C.	Levantamiento Topográfico.....	20
	Características de la vía.....	21
	Descripción del estado actual de la vía.....	22
	Evaluación Vial.....	22
D.	Estudio del tráfico y evaluación del TPDA.....	24
A.	Aspectos Generales.....	24
B.	Estación de conteo.....	25
C.	Tipos de vehículos.....	26
D.	Cálculo del TPDA.....	30
E.	Clasificación de la vía.....	34
F.	Velocidad de circulación.....	34
G.	Velocidad de diseño.....	34
H.	Factores que intervienen en el diseño horizontal de la vía.....	36
I.	Sección Transversal Tipo.....	37
J.	Alineamiento horizontal y vertical.....	38
K.	Discusión.....	39
6.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	41
A.	Conclusiones.....	41
B.	Recomendaciones.....	42
7.	<i>PROPUESTA</i>	43
A.	Título de la propuesta.....	43
B.	Introducción.....	43
C.	Objetivos.....	43
	General.....	43
	Específicos.....	44

D. Fundamentación científico técnica.....	44
Tipos de conteo para determinar el TPDA.....	44
Período de observación.....	44
Tráfico futuro.....	44
Tráfico generado	45
Tráfico por desarrollo.....	45
Tráfico atraído.....	45
Alineamiento Horizontal	45
Alineamiento Vertical	76
Movimiento de tierras.....	94
E. Descripción de la propuesta.....	105
A. Diseño Geométrico de la vía.....	105
B. Estudio Hidráulico	106
F. Señales de tránsito.....	129
G. Análisis de Precios Unitarios... ..	136
1. Costos Directos.....	136
2. Costos Indirectos.....	138
3. Presupuesto o costo total.....	139
4. Cronograma valorado de trabajo.....	141
5. Diseño Organizacional.....	142
H. Monitoreo y evaluación de la propuesta	143
1. Monitoreo.....	143
2. Evaluación.....	144
8. <i>BIBLIOGRAFÍA</i>	145
ANEXOS	146

ÌNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Información Demográfica;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 2. Tasa de crecimiento demográfico.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 3. Actividades Económicas .;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 4. Producción Ganadera.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 5. Producción de cerdos.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 6. Índice de analfabetismo y alfabetismo .;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
GRÁFICO 7. Superficie de rodadura.....	22
GRÁFICO 8. Dimensiones Automóvil.....	28
GRÁFICO 9. Dimensión camión de 2 ejes.....	28
GRÁFICO 10. Dimensión de bus interurbano.....	28
GRÁFICO 11. Dimensiones Camión Semi – Remolque.....	29
GRÁFICO 12. Tráfico Actual Acumulado de 7 días.....	29
GRÁFICO 13. Tráfico Actual Acumulado por tipo tomado en 1 día.....	30
GRÁFICO 14. Seccion Transversal Tipo	37
GRÁFICO 15. Relación entre las velocidades de diseño y de circulación.....	51
GRÁFICO 16. Curva Circular	55
GRÁFICO 17. Radio de curvatura.....	56
GRÁFICO 18. Peralte	59
GRÁFICO 19. Convención del Peralte.....	62
GRÁFICO 20. Cálculo del Peralte.....	63
GRÁFICO 21. Determinación del Peralte	63
GRÁFICO 22. Sobreechancho	66
GRÁFICO 23. Transición del peralte en curvas espirales	72
GRÁFICO 24. Distancia de Visibilidad	77
GRÁFICO 25. Curvas Verticales.....	80
GRÁFICO 26. Diseño de Curvas Verticales	81
GRÁFICO 27. Tipos de Curvas Convexas	83
GRÁFICO 28. Tipos de Curvas Cóncavas	85
GRÁFICO 29. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	88
GRÁFICO 30. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.....	91
GRÁFICO 31. Distancia de visibilidad en curvas verticales cóncavas	92

GRÁFICO 32. Distancia de visibilidad en curvas verticales convexas.....	93
GRÁFICO 33. Áreas de Explanación.....	97
GRÁFICO 34. Elementos para el cálculo de áreas y chaflanes.....	97
GRÁFICO 35. Sección en corte o excavación.....	98
GRÁFICO 36. Sección en relleno o terraplén.....	98
GRÁFICO 37. Sección Míxta.....	99
GRÁFICO 38. Sección en corte en ladera.....	99
GRÁFICO 39. Prismoide.....	100
GRÁFICO 40. Determinación del área de aportación.....	107
GRÁFICO 41. Zonificaciones de intensidades de lluvia.....	110
GRÁFICO 42. Precipitación media mensual Lago Agrio-Eno.....	112
GRÁFICO 43. Precipitación Anual.....	112
GRÁFICO 44. Modelo alcantarilla con cabezales de hormigón armado.....	120
GRÁFICO 45. Cuneta Triangular.....	121
GRÁFICO 46. Cuneta Rectangular.....	121
GRÁFICO 47. Sección transversal de cuneta lateral en corte.....	124
GRÁFICO 48. Longitud máxima de descarga.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Información Demográfica.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 2. Tasa de crecimiento demográfico	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 3. Actividades Económicas.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 4. Producción Ganadera.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 5. Producción de Cerdos	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 6. Curvas Horizontales Actuales.....	23
TABLA 7. Conteo de Tráfico	25
TABLA 8. Resultado de estudio de tráfico.....	26
TABLA 9. Dimensiones Automóviles.....	27
TABLA 10. Tráfico actual acumulado de 7 días	29
TABLA 11. Tráfico actual acumulado por tipo tomado en 1 día	30
TABLA 12. Tasa de crecimiento vehicular	31
TABLA 13. Datos para el cálculo de tráfico futuro (10 Años).....	32
TABLA 14. Datos para el cálculo de tráfico futuro (20 Años).....	32
TABLA 15. Datos para el tráfico por desarrollo	33
TABLA 16. Tipos de Carreteras	34
TABLA 17. Velocidad de Diseño.....	35
TABLA 18. Tipos de superficie de rodadura.....	36
TABLA 19. Normas para la carretera (clase 4)	38
TABLA 20. Relación entre la velocidad de diseño y circulación.....	52
TABLA 21. Descripción de curvas circulares en la vía.....	58
TABLA 22. Desarrollo del peralte en función de la velocidad	60
TABLA 23. Gradiente longitudinal necesaria para el desarrollo del peralte.....	62
TABLA 24. Longitud de transición en función del peralte	64
TABLA 25. Radio mínimos de curvatura.....	65
TABLA 26. Valor del Sobreancho	68
TABLA 27. Ancho de calzada según clase de carretera.....	71
TABLA 28. Ancho de espaldones según la clase de carretera y TPDA.....	72
TABLA 29. Distancias de visibilidad mínimas para parada de vehículo	74
TABLA 30. Valores de las pendientes según el orden de la vía.....	78
TABLA 31. Curvas Convexas	83

TABLA 32. Coeficiente k para longitud de curvas verticales convexas mín.....	84
TABLA 33. Curvas cóncavas	86
TABLA 34. Coeficiente k para longitud de curvas verticales cóncavas mín	87
TABLA 35. Coeficiente C para el cálculo de longitud de visibilidad	88
TABLA 36. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento	90
TABLA 37. Valores de k para curvas verticales cóncavas.....	93
TABLA 38. Valores de k para curvas verticales convexas.....	93
TABLA 39. Coeficiente de expansión y de contracción para distintos tipos de suelos.	102
TABLA 40. Información de la estación metereológica	111
TABLA 41. Intensidad máxima de lluvia.....	113
TABLA 42. Evaluación y diagnostico del sistema de drenaje vial existente	113
TABLA 43. Áreas de aportación	114
TABLA 44. Coeficientes de escorrentía	114
TABLA 45. Coeficientes de rugosidad “n”	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 46. Cálculo de caudales por el método racional	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 47. Verificación de los caudales	118
TABLA 48. Ubicación de alcantarillas.....	119
TABLA 49. Cálculo de la capacidad de la cuneta	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

I. RESUMEN

Para la ejecución del proyecto de investigación en la Provincia de Sucumbíos se ha realizado la visita hacia la comunidad analizada desde un principio las características generales de la carretera, para el mismo se optó por realizar la medición del tráfico y a su vez conocer las frecuencias de uso y los sitios de origen y destino estimándose y presentando resultado que ayudaron a la investigación.

También se expone las características topográficas de la carretera encontrándose con conceptos referentes al diseño geométrico tratando de buscar los errores existente al realizar una comparación con cada una de las normas que establece el MTOP para el diseño geométrico de carreteras.

Para el inicio del estudio se recabó datos en las entidades públicas de la Provincia de Sucumbíos para determinar si existen estudios previos al actual diseño de la carretera y así determinar los parámetros con los cuales fue realizado el diseño geométrico encontrado para la respuesta de inexistencia de los diseños. Por tratarse de un proyecto de investigación y no de diseño se hace evidente plantear posibles soluciones a los errores mostrados que podrán ser ejecutadas en un futuro inmediato.

SUMMARY

For the execution of the investigation project of the Province of Sucumbíos the visit has been made towards the community analyzed from a principle the general characteristics of the highway for the same one I am chosen to make the measurement of the traffic and to as well know the frequencies use and the sites of Origin and destiny being considered and presenting/displaying result that helped the investigation.

In addition a comparison with each one of the norms is exposed the topographic characteristics of the highway being with referring concepts to the geometric design trying to look for the errors existing when making that the MTOP for the geometric design of highways establishes.

For the beginning of the study I successfully obtain data in the public organizations of the Province of Sucumbíos to determine if previous studies to the present design of the highway exist and thus to determine the parameters with which was made the found geometric design for the answer of nonexistence of the designs. Being a research project and no design is evident propose possible solutions to the errors listed that may be implemented in the near future

II. INTRODUCCIÓN

Toda obra vial se proyecta y construye para satisfacer distintas necesidades, entre las cuales se encuentra la de servir al tránsito que por ella circulará, proporcionándole viajes cómodos, rápidos y seguros.

Consecuentemente con lo mencionado, el ingeniero que está proyectando un camino deberá tomar en cuenta y satisfacer los deseos de los usuarios mediante un diseño adecuado para ello y cuyo costo sea el menor posible.

Los caminos rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades humanas poco numerosas y, muchas veces, situadas en sitios montañosos o semidesérticos, en los que el acceso a los servicios

básicos de salud y educación es muy complicado. Si bien su construcción es indispensable, ésta debe planearse de manera respetuosa del medio ambiente, así como cumplir con una serie de requisitos técnicos que la faciliten y abaraten la obra.

En general se puede establecer que una evaluación debe cumplir dos condiciones: ser descriptivo, es decir, mostrar todos los elementos reales o visibles que demuestran la existencia de un problema o necesidad y por otra, ser explicativo, es decir, debe efectuarse un análisis de la situación de forma que se comprendan las causas que lo originan y las interrelaciones existentes con otras áreas o sectores.

Los caminos de bajo volumen de tránsito, como pueden ser los de acceso del agricultor al mercado, los que enlazan a las comunidades y los usados para explotaciones mineras y forestales son partes necesarias de cualquier sistema de transportación que le dé servicio al público en zonas rurales, para mejorar el flujo de bienes y servicios, para ayudar a promover el desarrollo, la salud pública y la educación, y como una ayuda en la administración del uso del suelo y de los recursos naturales.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. ANTECEDENTES

Los habitantes de la parroquia Nueva Loja, en especial los de las Comunidades Orellana, Reina del Cisne, El Cóndor, San Francisco, Salinas, al igual que sucede en la gran mayoría de la Amazonía Ecuatoriana, han sido relegados a ocupar suelos de difícil acceso, terrenos con planicies, en pequeños porcentajes debido a su topografía irregular.

Las comunidades mencionadas presentan un asentamiento cercano a su cabecera parroquial Nueva Loja, la principal vía de acceso está dada por la vía a Colombia en el Km 15 (Sucumbíos-Colombia). En la cual existe un desvío en el margen derecho en sentido norte-sur, de tal manera que se ingresa a las

comunidades beneficiarias.

Las comunidades disponen hoy en día en primera instancia de una vía de primer Orden como lo es en la vía que une el Cantón Lago Agrio Con la vía que conduce hacia Colombia con una longitud de 35Km, a partir de allí existe una desviación en el margen derecho en sentido Norte – Sur, la misma que se halla en un pésimo estado para el tránsito vehicular, y que a su vez atraviesa las distintas comunidades que conforman nuestro estudio.

Posee un bus de servicio rural hasta la comunidad Salinas, con una frecuencia de turnos de 2 horas durante el día; además también la Cooperativa de Camionetas Vencedores, brinda este servicio a estas comunidades con una frecuencia de turno de cada 1 hora.

Es por eso que en el Cantón Lago Agrio, como medio de solución vial se ha decidido realizar la reconstrucción de las vías y para nuestro estudio se ha tomado el tramo Orellana- Salinas ubicado en la parroquia Nueva Loja, Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

B. ESTUDIO Y EVALUACIÓN

DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO

a. Reconocimiento vial

Es la investigación detallada de los diferentes parámetros, los mismos que se comparan con valores estándares la normativa, que nos ayudan a determinar el estado en nuestro caso de la carretera.

En la actualidad, la obtención de parámetros que definan las características de la capa de rodadura y sus elementos geométricos requiere de un trabajo laborioso y científico.

Gracias a la ayuda de la Informática, podemos realizar esta captura con modernos equipos que a más de generarnos beneficios con la facilidad de tiempo, nos provee de una seguridad de los parámetros ya que su grado de error es cada vez más ínfimo.

Una vez realizado el reconocimiento, es conveniente y necesario realizar un seguimiento frecuente y progresivo del desarrollo de la vía, para poder evitar a tiempo daños irreversibles.

b. Inventario vial

El inventario es disponer en todo momento de una información suficiente para poder hacer uso adecuado de la misma y tomar las decisiones de gestión precisas en las que intervengan esos activos.

En el caso de las carreteras, la empresa u organismo es la administración competente y el activo es la red de carreteras.

El inventario de carreteras debe suministrar una información veraz, actualizada y pertinente sobre la extensión, situación y características de una red de

carreteras. Habitualmente los inventarios de carreteras han sido utilizados y concebidos para ser la base de la planificación de carreteras, para la realización de diversos tipos de estudios o para la elaboración de estadísticas que permitan conocer el estado general de la red.

c. Conceptos de diseño vial

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante, ya que a través de éste se establece su configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Los factores o requisitos del diseño se agrupan en:

- Externos o previamente existentes e
- Internos o propios de la vía y su diseño.

Los factores externos están relacionados, entre otros aspectos con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los valores ambientales climatología e hidrología de la zona, los planes de ordenamiento territorial y uso del suelo existentes y previstos, los parámetros socio – económicos del área.

Los factores internos de diseño contemplan las realidades para definir los parámetros de diseño y los aspectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad exigible y los relacionados con la estética y armonía

La velocidad es el elemento básico para el diseño geométrico de carreteras y el parámetro de cálculo de la mayoría de los diversos componentes del proyecto.

La carretera es una superficie continua y regular transitable en un espacio tridimensional. Casi en todos los diseños se realizan dos análisis

bidimensionales complementarios del eje de la vía, prescindiendo en cada caso de una de las tres dimensiones. Así, si no se toma en cuenta la dimensión vertical (cota); resultará el alineamiento en planta o el diseño geométrico horizontal que es la proyección de la vía sobre un plano horizontal.

Si se toma en cuenta la dimensión horizontal o alineamiento en planta y junto con ella, se considera la cota, se obtiene el perfil longitudinal o diseño geométrico vertical que es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo.

Finalmente, si se considera el ancho de la vía asociada a su eje resultarán sucesivas secciones transversales, compuestas por la calzada, los espaldones, las cunetas y los taludes laterales; complementándose así la concepción tridimensional de la vía.

Para el análisis y evaluación de las alternativas estudiadas se ha definido los criterios y los parámetros técnicos de diseño que serán acoplados principalmente a las condiciones topográficas, a las condiciones geológico-geotécnicas, hidrológica y de drenaje y a las Normas de Diseño Geométrico del MTOP – 2003.

d. Normas de Diseño Geométrico

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.

Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, este que su la vez puede ser suave o escarpado.

- Carreteras en terreno plano

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, permitiendo a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Con una pendiente transversal de terreno natural de 0.5 %.

Existe un mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la ejecución de la obra básica de la carretera.

- Carreteras en terreno ondulado

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo. La pendiente transversal de terreno natural varía de 5–25 %.

El movimiento de tierras es moderado, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y la construcción de la obra básica de la carretera.

- Carreteras en terreno montañoso

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. La pendiente transversal de terreno natural varía de 25–75 %.

Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección dada. Hay dificultades en el trazado y construcción de la obra básica.

e. Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño es la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad, y se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo de una vía cuando las condiciones sean tan favorables, que las características de la vía predominante.

f. Radio Mínimo de Curvas Horizontales

Para la determinación del radio mínimo de las curvas horizontales se ha seguido el criterio de la AASHTO, criterio adoptado en las normas del MTOP, según el cual, este radio es función de la velocidad directriz, del peralte máximo y del coeficiente de fricción lateral.

g. Pendientes Máximas y Mínimas

La pendiente longitudinal corresponde a 3, 4, 6 y 7% para terreno plano, ondulado, montañoso y escarpado respectivamente, pudiendo en longitudes cortas, menores a 500 m, aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos.

h. Determinación de las Curvas Verticales

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad por parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

Para determinar las longitudes de las curvas verticales se utilizaron las siguientes expresiones:

Curvas verticales Convexas $L=KA$

Siendo:

A= Diferencia algebraica de las gradientes

K = Coeficiente dependiendo la velocidad del proyecto

i. Dimensionamiento Vial

El propósito del dimensionamiento vial es determinar las características de la sección típica transversal de la carretera considerada, para definir las dimensiones de sus elementos componentes y sustentada en ellos establecer la sección típica transversal así como establecer el ancho de la faja de Derecho de Vía.

Con este propósito se utiliza el TPDA pronosticado al año de horizonte del estudio. El procedimiento de cálculo está detallado y forma parte del Estudio del Tráfico y Transporte.

El número de carriles de una calzada debe adaptarse a las condiciones de circulación prevista para la hora de diseño, de acuerdo al nivel de servicio seleccionado.

C. CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS.

Las especificaciones relacionadas con el diseño geométrico de carreteras, se refiere a las características y dimensiones de la obra básica: ancho de plataforma calzada y espaldones, taludes, pendientes longitudinales y transversal, velocidades de diseño y circulación, radios mínimos de curvatura, condiciones de visibilidad, etc.

La plataforma del camino, es la superficie sobre la cual se realiza las operaciones de transporte u circulación de los vehículos, está sujeto a elevados y frecuentes

esfuerzos al tráfico; razón por la cual debe construirse con materiales de buena calidad y siguiendo las especificaciones recomendadas por el MTOP, en lo referente a materiales, equipos y métodos de construcción, etc.

Los **aspectos básicos** en las especificaciones, consideran con respecto al conductor los tiempos de acción y reacción del mismo ante la presencia de obstáculos, dimensiones de los vehículos y vehículos de diseño, características de la operación vehicular, fricciones entre carretera y vehículo, etc.

En los **factores intermedios** las especificaciones y normas de diseño consideran entre los más importantes, las distancias de visibilidad de parada y rebasamiento y la reacción del conductor.

Finalmente lo **factores operacionales** tratan de describir el comportamiento total del sistema; conductor – vehículo – carretera – tráfico, tomando en consideración los parámetros de velocidades de diseño y operación vehicular, capacidad de carretera para acomodar el tráfico que soporta y seguridad en las operaciones.¹

D. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA EL TRAZADO DE CARRETERAS

La utilización de poligonales abiertas como base de apoyo para efectuar levantamientos topográficos para el proyecto de carreteras, canales de riego, obras de conducción de agua, líneas de transmisión, etc., resultan más ventajosos que las triangulaciones topográficas, debido a que permiten mayor flexibilidad en la ubicación de los vértices.

La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal y vertical, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales.

¹ Pio Cueva Moreno, **Proyecto, Construcción, Mantenimiento y Fiscalización de Caminos.Pg.4**

Las poligonales deben estar enlazadas en lo posible a hitos del I.G.M o a puntos comprobados de una red de triangulación. Cuando esto no es posible se deberá efectuar observaciones astronómicas para la ubicación y control de cierres.

Las direcciones de los lados de la poligonal. Quedan determinadas mediante los ángulos interiores, exteriores o de deflexión medidos en todos sus vértices.

Algunos problemas relacionados con la construcción, operación y conservación de la carretera, han mostrado la necesidad de fijar un peralte máximo. Se recomienda usar un peralte máximo establecido en normas calculado por las velocidades de diseño debido a que pueden producir desgaste a la capa de rodadura producido por en las velocidades de frenado y de circulación.

El problema de no existir una distancia de visibilidad radica en que en las carreteras exista tanto en planta como en perfil la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver adelante con una distancia tal que permita tomar con garantía decisiones oportunas el momento de un adelantamiento.

IV. METODOLOGÍA

A. TIPO DE ESTUDIO

Para nuestro estudio se realizará Investigación de tipo Descriptiva (Definición de los procedimientos para evaluar el Diseño Geométrico), Explicativa (Procedimientos necesarios para el estudio y evaluación del diseño geométrico) y Evaluativa (Evaluar los resultados encontrados del diseño geométrico); estos tres tipos van relacionados entre sí ya que todos se basan en el diseño geométrico.

B. POBLACIÓN Y MUESTRA.

1. POBLACIÓN.

La investigación realizada se basa en la carretera que une las comunidades de la Parroquia Nueva Loja como: las Comunidades Salinas, San Francisco, El Cóndor y Reina del Cisne, con una longitud de 7.5 Km.

C. PROCEDIMIENTOS.

1. DETERMINAR LA POBLACIÓN DEMOGRÁFICA

Se acudirá a la Junta Parroquial o se realizará encuestas en caso que no se disponga de información para determinar la población actual de las diferentes comunidades antes mencionadas

2. ESTABLECER LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA CARRETERA.

Levantamiento Fotográfico

Realizaremos el reconocimiento visual y descriptivo general, determinando cada uno de los elementos que conforman la vía, utilizando materiales e instrumentos como una tabla elaborada para el inventario y una cámara fotográfica.

Levantamiento Topográfico

Se procederá a realizar el levantamiento de la faja topográfica de la carretera existente tomando en cuenta cada uno de los elementos viales, para el mismo se debe constar con los siguientes elementos:

- 1 Estación Total Electrónica Modelo SOKIA SET500
- 4 bastones con sus respectivos prismas,
- 1 GPS ESTACIONARIO Modelo SOKIA SET500S M
- 3 radio transmisores
- Jalones, libretas de campo, estacas, clavos y pintura.
- Software Land Desktop 2009

Comprobación del Levantamiento con las Normas

Realizado el trazado del eje de la carretera y todos sus elementos viales en el programa computacional Land Desktop 2009 se utilizará las NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, 2003 y se comprobará cada elemento con las normas tratando de definir los criterios que fueron asumidos.

3. SE DETERMINARÁ LA COBERTURA ACTUAL DE SERVICIO DE LA CARRETERA Y CRITERIOS DE DISEÑO.

- Medición del Tráfico
- Encuestas de origen y destino.

D. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS.

1. DETERMINAR LA POBLACIÓN DEMOGRÁFICA

Se tabulará los datos obtenidos para un mejor entendimiento y posterior explicación.

2. ESTABLECER LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA CARRETERA

- **Levantamiento Fotográfico:** Se analizará cada uno de los elementos y situaciones; se procesarán esas fotografías.

- ***Levantamiento Topográfico:*** Se ejecutara con el levantamiento de la faja topográfica usando las técnicas conocidas y se realizará sus respectivos análisis.
- ***Comprobación del levantamiento con las Normas de Diseño Geométrico:*** Se analizará conjuntamente con las NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS cada uno de los aspectos del trazado.

3. ***SE DETERMINARÁ LA COBERTURA ACTUAL DE SERVICIO DE LA CARRETERA Y CRITERIOS DE DISEÑO.***

Se analizará cada uno de los factores de tráfico vehicular como sus características y criterios desarrollados en la carretera.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA CARRETERA ACTUAL

Dado que existen grandes dificultades en el transporte de personas como del traslado de productos producidos en la mayoría de comunidades de la provincia, surge el interés de dar solución a la problemática existente, por tal motivo se deberá tomar en cuenta las siguientes características: la topografía del lugar (longitudes, pendientes y desniveles), la calidad y tipo de suelos, la forma geométrica o desarrollo de la vía, el número de obras de arte a construir, etc.

El estudio de reconocimiento consistirá en la recopilación de los datos existentes de tal forma que nos pueda proporcionar los datos más óptimos dentro de las condiciones de seguridad, y economía.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

Al tratarse de una reconstrucción o mejoramiento de una vía existente fue necesario hacer un reconocimiento integral de la carretera con los respectivos equipos topográficos y otros para su respectiva utilización.

B. POBLACIÓN

1. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA

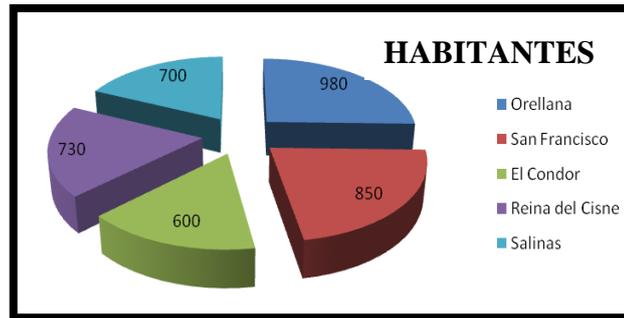
Según las encuestas realizadas la población total de las comunidades Orellana, San Francisco, El Cóndor, Reina del Cisne y Salinas, que conforman parte de la Parroquia Nueva Loja, corresponden a 3860 habitantes, de los cuales desglosaremos a los beneficiarios.

Tabla N° 1. Información Demográfica

COMUNIDADES	N° FAMILIAS	HABITANTES
Orellana	240	980
San Francisco	120	850
El Cóndor	120	600
Reina del Cisne	138	730
Salinas	300	700
TOTAL	918	3860

Fuente: INEC. Censo Poblacional 2007

Gráfico N° 1. Información Demográfica



Fuente: INEC. Censo Poblacional 2007

Las comunidades Orellana, San Francisco, El Córdor, Reina del Cisne, Salinas, están conformadas por una población mestiza, carentes en su mayoría de recursos económicos, según el recuento Poblacional realizado en el año 2007, existen 780 jefes con una población de 3860 habitantes.

2. TASA DE CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

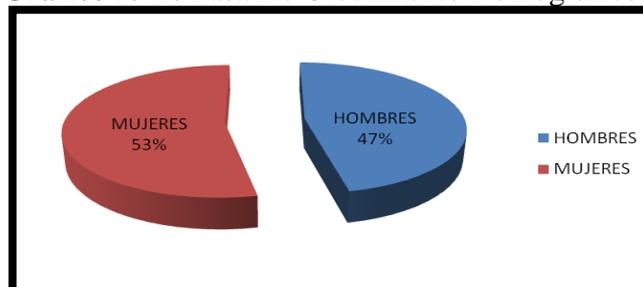
La tendencia de crecimiento anual es de 1.0%. El análisis de la relación hombre mujer, hemos determinado que existe más mujeres que hombres, como se indica en los siguientes gráficos.

Tabla N° 2: Tasa De Crecimiento Demográfico

	AÑO	POBLACION	N°	N°
	2007	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
N°		3860	1800	2060
(%)		100%	47	53

Fuente: Fuente: INEC. Censo Poblacional 2007

Gráfico N° 2. Tasa De Crecimiento Demográfico



Fuente: INEC. Censo Poblacional 2007

3. POBLACIÓN ACTIVA ECONÓMICA

Podemos considerar que la población económicamente Activa es el 90% de la población total, por lo tanto el 10% representa al sector de los pobladores desempleados.

4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El sistema de producción agrícola enfrenta algunos problemas, como la falta de tecnificación, el elevado costo de los insumos agrícolas y demás factores que impiden una correcta y normal comercialización de los productos así como también el mejoramiento de la calidad de los mismos, que obstaculizan la libre competencia con otros productores. Se estima que un 61% de la población se dedica al cultivo en calidad de pequeños agricultores, sus productos como maíz, naranjilla, naranjas, papayas, yuca, son para el consumo propio y para venta en los diferentes mercados de Lago Agrio.

En lo que respecta a la ganadería la producción de leche también constituye un ingreso económico permanente para las familias.

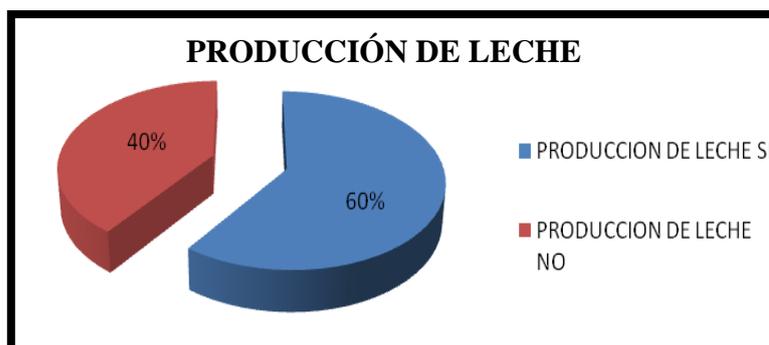
Las principales actividades productivas de las comunidades de la parroquia Nueva Loja son:

Tabla N° 3: Actividades Económicas

PRODUCCIÓN DE LECHE		
COMUNIDADES	SI (%)	NO (%)
Orellana San Francisco El Cóndor Reina del Cisne Salinas	60	40

Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

Gráfico N°3. Actividades Económicas



Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

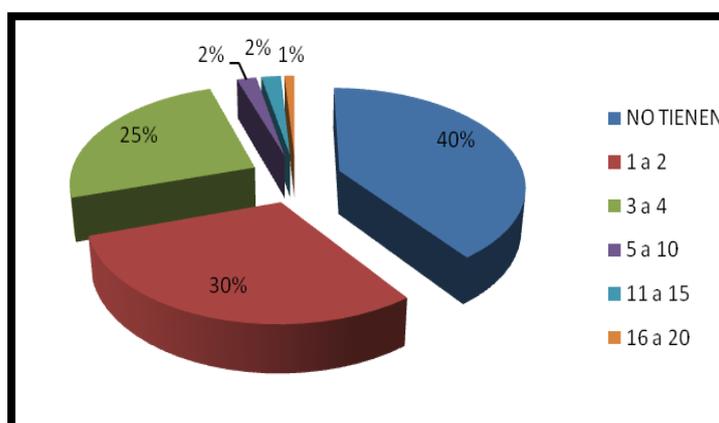
El 60% tiene producción de leche, frente al 40% que manifestó no producir leche para el consumo y la venta, ellos se dedican a la cría, de otras especies que según ellos es más rentables.

Tabla N° 4: Producción Ganadera

CUANTO GANADO POSEE						
COMUNIDADES	NO TIENEN	1 a 2	3 a 4	5 a 10	11 a 15	16 a 20
Salinas						
San Francisco	40%	30%	25%	2%	2%	1%
El Cóndor						
Reina del Cisne						

Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

Gráfico N° 4. Producción Ganadera



Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

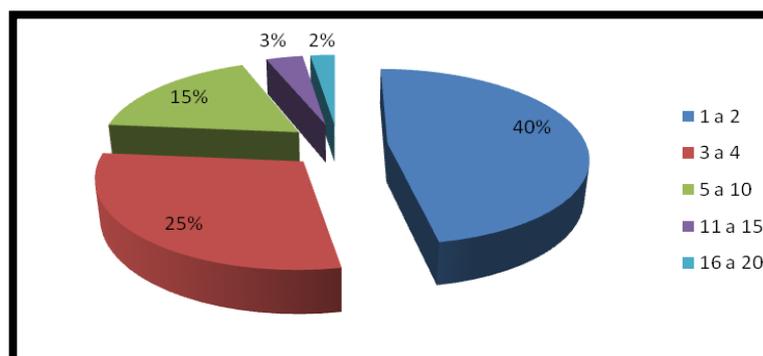
El 40% de los habitantes no poseen vacas, por el otro lado el 30% manifestó tener de 1 a 2 vacas, el 25% de 3 a 4, un 2% de 5 a 10 vacas, de 11 a 15 el 2% y 1% de 16 a 20 vacas.

Tabla N° 5: Producción de cerdos

CUANTOS CERDOS POSEE						
COMUNIDADES	NO TIENEN	1 a 2	3 a 4	5 a 10	11 a 15	16 a 20
Orellana San Francisco El Cóndor Reina del Cisne Salinas	15	40	25	15	3	2

Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

Gráfico N° 5: Producción de cerdos



Fuente: Encuestas realizadas por Darío Chafla - Mario Pacheco

El 40% de las comunidades manifestó tener de 1 a 2 cerdos, el 25% posee de 3 a 4 cerdos, el 15% de 5 a 10 cerdos, el 3% de 11 a 15 y el 2% posee de 16 a 20 cerdos en su casa.

5. ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 SALUD

Es importante remarcar la existencia de la medicina tradicional, las familias de este grupo de comunidades lo vienen practicando desde la época de sus antepasados.

En el área de influencia existen una variedad de plantas medicinales, y que han sido utilizadas durante miles de años y está al alcance de todos, contribuyendo a

llevar a cabo una de las tradiciones que se mantiene en el tiempo, no obstante se va tomando limite en ciertos casos, viéndose obligados a acudir a los centros de salud en búsqueda de la medicina general.

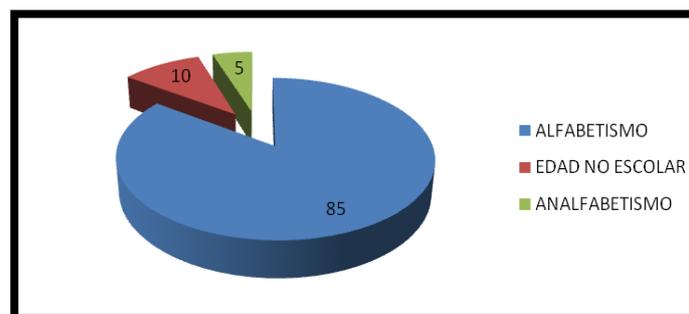
Las enfermedades respiratorias agudas son las más frecuentes, afectando tanto a hombres y mujeres de diferentes edades. Los niños son proclives de infecciones intestinales y parasitosis.

5.2 ASISTENCIA A ESTABLECIMIENTOS DE ENSEÑANZAS

Dentro de las comunidades si existe un establecimiento educativo en cada una de ellas y además en la comunidad de Reina del Cisne, existe un establecimiento nivel secundario, así como también muchos habitantes optan por salir a los centros educativos del Cantón Lago Agrio.

Los datos mostrados en el Gráfico dicen que el número de personas que han cursado o están cursando el nivel primario, secundario, y superior representa el 85%, en tanto que en un 10% representa a la edad no escolar, mientras que el 5% de la población no han accedido a ningún tipo de educación.

Gráfico N° 6: Índice de Analfabetismo y Alfabetismo



Fuente: INEC. Censo Poblacional 2007

6. SERVICIOS

6.1 ENERGIA ELÉCTRICA

Estas comunidades disponen de energía eléctrica permanente durante las 24 horas, la que es proporcionada por la Empresa Eléctrica de Sucumbíos S.A.; la misma que abastece del sistema interconectado.

La generación eléctrica sirve para cubrir la demanda especialmente de tipo doméstico.

6.2 TELEFONÍA

En varias de las comunidades existe la telefonía fija, también existe la telefonía móvil de la empresa Porta.

6.3 INFRAESTRUCTURA SANITARIA

• ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Algunas de las comunidades en estudio no disponen de un sistema de alcantarillado en un 90%, y el 10% que lo tiene utiliza este servicio debido a la educación sanitaria que han tenido hacia sus habitantes; considerando que el resto de la población lo realiza en su totalidad a campo abierto.

• ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

No disponen de un sistema de eliminación de basura, así como tampoco de desechos sólidos, estos se los incinera en los terrenos utilizándolos como abono químico.

7. CLIMA

El clima es cálido en casi todo su territorio, con temperatura media de 24 °C. Las lluvias son intensas; alcanzan un nivel entre 3.000 y 4.000 mm con humedad elevada. Los meses de menos lluvias son, octubre y marzo (verano); desde marzo hasta septiembre abundan las lluvia (invierno). Su clima es característico en regiones ecuatoriales: tropical húmedo.

C. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para la obtención de la faja topográfica se tuvo que efectuar los trabajos de campo empezando con el levantamiento topográfico, para lo cual se utilizo una estación total Sokkia set 500 permitiendo obtener los datos necesarios para realizar el respectivo dibujo.

El trabajo se inicio en la comunidad de Orellana punto que cuenta con coordenadas ya mencionadas, y tiene como punto de llegada la comunidad Salinas, la longitud total es 7,5 Km entre los puntos mencionados, siguiendo por el camino actual, en cuya trayectoria se encontró que la topografía es regular con terreno ondulado, no posee taludes altos, se realizó el trabajo de campo, localizando vértices que nos servirán como estaciones de polígono para efectuar el levantamiento topográfico y poder alcanzar puntos transversales al eje y para la faja topográfica.

En nuestro caso nos ubicamos en el punto de inicio, con los valores de coordenadas y cotas ya ingresadas en la estación total con ayuda de un GPS. Superado ya el paso de tolerancias, se procede a obtener puntos de detalles para la obtención de la faja y del camino existente y luego el vértice siguiente del polígono, no tiene un orden establecido por lo que todo depende del personal que está trabajando, de la topografía del terreno, del estado del tiempo, de la precisión del operador, etc.

Debemos indicar además que se colocaron puntos de referencia cada 500 m en lugares fijos tales como: casas, árboles, rocas, etc.

Una vez obtenidos los datos de la topografía, con la utilización del programa AUTODESK LAND DESTOK se procedió a interpolar los puntos y dibujar la faja total de los 7,5 Km, que nos permitirá realizar el diseño geométrico.

Cabe notar también que con la ayuda del mismo programa se dibujo el resto de detalles con los que se obtuvo el plano definitivo en el que consta la faja topográfica con curvas de nivel cada metro diferenciándose las curvas menores de las mayores, las mismas que se encuentran acotadas. Además aparece el camino actual, quebradas, construcciones existentes y además detalles de interés.

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

Dentro de estas características es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Medio Ambiente: topografía, derrumbes, taludes, cursos de agua.

Obras de Arte: alcantarillas, cunetas, muros de contención.

Geometría de la vía: curvas horizontales, curvas verticales, sobreeanchos, bermas, pendientes.

Superficie de Rodadura: ancho de superficie, tipo de superficie.

Descripción del Estado Actual de la Vía.

Se visualiza que la superficie de rodadura no se encuentra en buen estado en el tramo Orellana-Salinas, debido a que no se lo ha realizado ningún mantenimiento que tiene la actual vía.

Este tramo representa una plataforma, con una sección promedio de 3.2 m de ancho.

Gráfico N°7: Superficie de Rodadura



Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

- *EVALUACIÓN VIAL.*

a) Ancho De calzada

El ancho de la calzada en la mayor parte de la carretera es de 3.2 m y 3.5 m

b) Pendientes

En el kilómetro 2 + 720 se encontró una pendiente máxima 5.96 % en una longitud aproximada de 500 m., en el resto del tramo se oscilan pendientes que van desde 0.5 a 2.8%.

c) Berma y Sobreancho

En la carretera de análisis no posee estos parámetros como son bermas y Sobreancho.

d) Curvas Horizontales, Longitud y Radios

En nuestro proyecto el alineamiento horizontal será moderado, con curvas de radio amplio, evitando cambios bruscos de dirección. Siempre que sea posible sin sacrificar un buen alineamiento horizontal, es conveniente ubicar los puentes en línea recta y a 90° respecto a la dirección de la corriente.

Tabla N° 6: Curvas Horizontales actuales

CURVAS HORIZONTALES ACTUALES					
N°	ORIENTACIÓN	ABSCISA		LC (m)	R (m)
		PC	PT		
1	DERECHA	38+6.239	40+8.468	80	42.229
2	IZQUIERDA	27+19.272	29+19.703	180	40.431
3	DERECHA	15+16.622	17+18.030	60	41.408
4	DERECHA	6+13,153	9+6.746	60	53.592
5	IZQUIERDA	2+7.753	4+12.017	80	44.263
6	DERECHA	79+7.460	81+7.253	80	39.793
7	IZQUIERDA	54+13.508	56+14.691	150	41.183
8	IZQUIERDA	146+5.186	148+6.655	30	41.06
9	IZQUIERDA	138+17.391	141+1.038	80	43.647
10	DERECHA	136+10.274	138+8.812	80	38.538
11	DERECHA	120+11.778	122+13.769	160	41.991
12	IZQUIERDA	207+8.052	209+14.509	100	46.358
13	DERECHA	200+10.475	202+3.529	400	33.054
14	DERECHA	169+9.926	171+11.088	300	41.162
15	DERECHA	239+13.586	242+0.888	80	47.302
16	DERECHA	228+10.653	229+19.069	300	28.416
17	IZQUIERDA	219+8.290	221+1.433	300	53.143
18	IZQUIERDA	207+8.052	203+14.509	100	46.457
19	DERECHA	298+17.156	300+18.634	250	41.478
20	IZQUIERDA	324+8.470	326+18.420	30	49.951
21	DERECHA	319+0.409	320+13.616	300	33.207
22	DERECHA	298+17.156	300+18.634	250	41.478

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

e) Taludes

Por ser terreno ondulado, no posee taludes de consideración

D. ESTUDIO DE TRÁFICO Y DETERMINACIÓN DEL T.P.D.A

a. ASPECTOS GENERALES

El avance del tiempo ha sido un factor importante para el desarrollo de los pueblos alrededor de todo el mundo. Originándose así la formación de culturas y todo tipo de agrupaciones humanas, los cuales han estado en la búsqueda permanente del desarrollo de sus pueblos en los aspectos político, económico, social y cultural.

Durante el transcurso del tiempo el hombre ha demostrado su mentalidad expansionista, con lo cual consigue satisfacer sus necesidades y perdurar su supervivencia. Esto se consigue únicamente con la construcción de vías de comunicación que permitan el traslado de un lugar a otro con mucha facilidad, así pues se consigue el intercambio comercial entre pueblos.

Por las características topográficas del país ha permitido que las vías de comunicación sean el aporte más importante en el intercambio comercial de todo tipo, generando progreso y disminuyendo el índice de pobreza.

La apertura de muchas fuentes de trabajo como lo es la agricultura, ganadería hacen que el país obligue a un mejoramiento de las vías para poder trasportar los diferentes productos a los centros de acopio. Esto incentiva al mejoramiento de las vías y construcción de otras con lo cual se consigue disminuir el costo de los productos y mejorar el servicio al público.

Con el estudio y diseño de la vía Orellana – Salinas, permitirá que las zonas urbanas y rurales se unan, con lo cual se consigue fortalecer los principios e ideales de los ecuatorianos.

El tráfico forma parte fundamental para el diseño geométrico de una vía, ya que con estos datos podemos determinar el volumen máximo de vehículos que la carretera puede servir al usuario.

El transporte terrestre está relacionado con el movimiento y la circulación de vehículos, para su correcta aplicación en el estudio y diseño de las vías es importante conocer las normas que las rigen.

Para controlar el tráfico es necesario realizar los denominados conteos de vehículos, el cual permitirá conocer muchos aspectos para su diseño.

b. ESTACIÓN DE CONTEO

• TRÁFICO ACTUAL

Para determinar el número de transporte que circula por esta vía se realizó un conteo de 06h00 a 18h00 durante los 7 días de la semana. El estudio de tráfico determina los parámetros para el diseño geométrico de la vía y la capacidad de circulación existente.

ESTACIÓN DE CONTEO 1: ORELLANA HACIA SALINAS

ESTACIÓN DE CONTEO 2: SALINAS HACIA ORELLANA

De acuerdo al estudio de TRÁFICO que se Realizó en dos estaciones de conteo se obtuvo los siguientes resultados la primera estación de conteo fue en Orellana hacia Salinas y la segunda estación se Realizó en Salinas hacia Orellana para lo cual la presentamos en el siguiente resumen y el detalle de los días que realizó el conteo se encuentra en el anexo 1.

Tabla N° 7: Conteo de Tráfico

CONTEO DE TRÁFICO				
REALIZADO POR: DARÍO CHAFLA - MARIO PACHECO				
LUGAR: ORELLANA – SALINAS				
REVISADO POR: ING. VÍCTOR VELÁSQUEZ - ÁNGEL PAREDES				
CENSO VOLUMÉTRICO CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR				
VOLUMEN SEMANAL				
DIA	LIVIANOS	BUSES- CAMIONES (1EJE H10-9Tn)	PLATAFORMAS (2EJES H15- 13,7Tn)	TOTAL
MARTES	65	5	2	72
MIÉRCOLES	75	8	3	86
JUEVES	90	12	4	106
VIERNES	110	15	2	127
SABADO	190	25	1	216
DOMINGO	160	30	2	192
LUNES	15	8	2	25
TOTAL	705	103	16	824

Realizado Por: Darío Chafla – Mario Pacheco

Los camiones de 9,0 Tn (H10) son utilizados para el transporte de leche las comunidades aledañas y las fábricas de productos derivados de la leche, el mismo tipo de camión se utiliza para el traslado de ganado para su comercialización, los días jueves y viernes. Los vehículos 13,7 Tn (H15) recorren en esta vía en menor proporción.

Los resultados obtenidos del conteo de tráfico se resumen a continuación:

Tabla N° 8: Resultado de estudio de tráfico

Mes: Mayo 2010

DIA	LIVIANOS	BUSES-CAMIONES (1EJE H10-9Tn)	PLATAFORMAS (2EJES H15-13,7Tn)	TOTAL
MARTES	65	5	2	72
MIERCOLES	75	8	3	86
JUEVES	90	12	4	106
VIERNES	110	15	2	127
SABADO	190	25	1	216
DOMINGO	160	30	2	192
LUNES	15	8	2	25
TOTAL	705	103	16	824
SUMATORIA DE TRÁFICO				824
TRÁFICO ACTUAL				118

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

c. TIPOS DE VEHÍCULOS

Los vehículos que circulan por las carreteras influyen el diseño fundamentalmente desde dos puntos de vista, la velocidad que son capaces de desarrollar y las dimensiones que le son propias.

Los vehículos livianos: automóviles y similares, determinan las velocidades máximas a considerar en el diseño, así como la dimensiones mínimas, ellas participan en la determinación de las dimensiones de visibilidad de frenado y adelantamiento.

Los vehículos pesados: Camionetas de diversos tipos, y en menor medida los buses, experimentan reducciones importantes en su velocidad de operación cuando existen tramos en pendiente.

La necesidad de limitar estas reducciones de velocidad determina la longitud y magnitud aceptable de las pendientes.

Las dimensiones de estos vehículos: largo, ancho y alto, influyen en gran medida diversos elementos de la sección transversal y determinan los radios mínimos de giro, los ensanches de la calzada en curva y el galibo vertical bajo estructuras.

Las dimensiones consideradas para el diseño y los radios de giros mínimos.

- **DIMENSIONES DE VEHÍCULOS**

Tabla N° 9: Tabla de Dimensiones Automóviles

	Livianos	Bus	SU	WB-15	WB-19	WB-20
Altura	1.3(1.3)	4.1	4.1(4.1)	4.1(4.1)	4.1	4.1
Ancho	2.1(2.1)	2.6	2.6(2.6)	2.6(2.6)	2.6	2.6
Longitud	5.8(5.8)	12.1	9.1(9.2)	16.7(16.8)	21.0	22.5
Voladizo Delantero	0.9(0.9)	2.1	1.2(.2)	0.9(0.9)	1.2	1.2
Voladizo trasero	1.5(1.5)	2.4	1.8(1.8)	0.6(0.6)	0.9	0.9
Distancia entre ejes Extremos, WB1	3.4(3.4)	7.6	6.1(6.1)	6.1(6.1)	6.1	6.1
Distancia entre ejes Extremos, WB2				9.1(9.2)	12.8	14.3

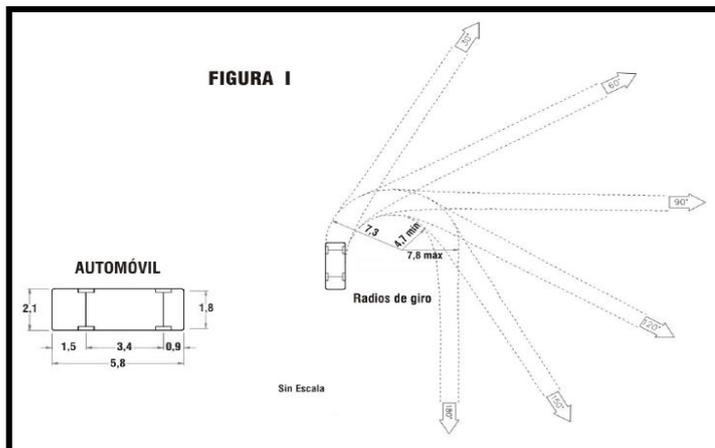
Fuente: AASHTO Diseño Geométrico de Vías Pág. 35

Las dimensiones de los vehículos y su movilidad son factores de incidencia relevante en el diseño.

Largo, ancho y alto de los vehículos condicionan en gran medida diversos elementos de la sección transversal, los radios de giro, los ensanches de calzada en curvas y los gálidos verticales bajo estructura. Su peso es uno de los factores determinantes del cálculo estructural de pavimento y estructuras.

Las dimensiones tipo de automóviles y camiones de dos ejes se presentan en las figuras I y II, respectivamente, junto con la representación de los radios de giro mínimos para estos vehículos y sus trayectorias para cambios de dirección progresiva.

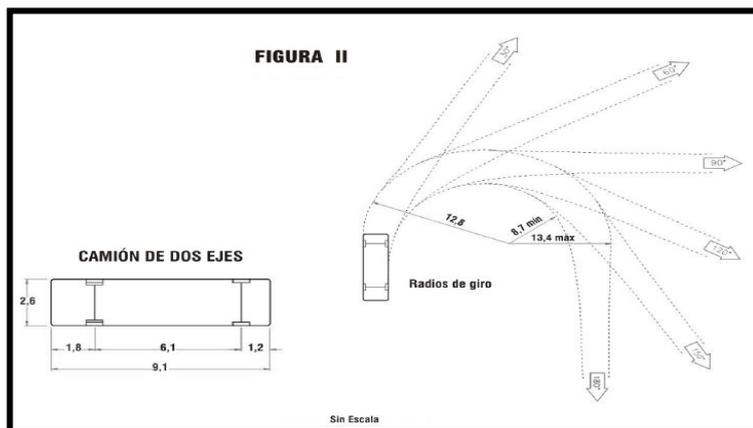
Gráfico N° 8: Dimensiones Automóvil



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.45

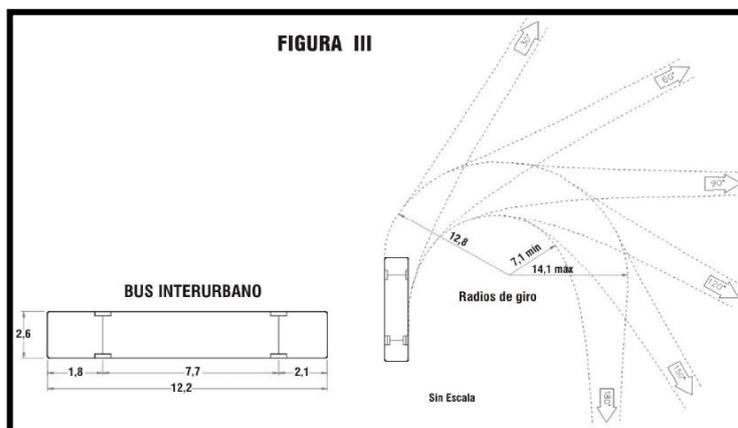
En la figura III y IV se puede observar la misma información gráfica relativa a los buses interurbanos y los camiones semi – remolque, respectivamente.

Gráfico N° 9: Dimensiones Camión de dos ejes



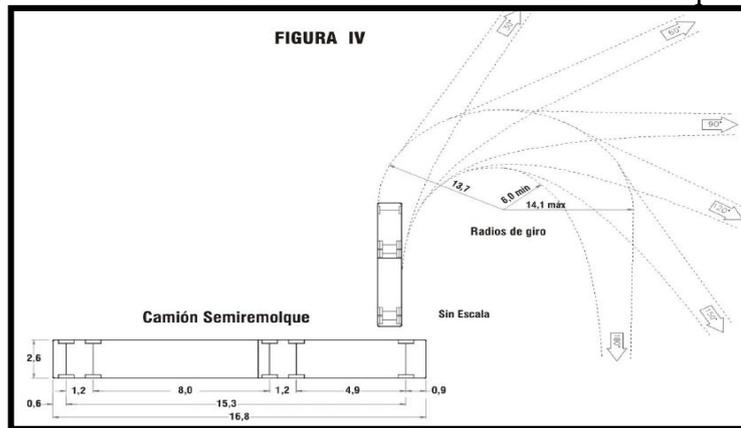
Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.45

Gráfico N° 10: Dimensiones de Bus Interurbano



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.45

Gráfico N° 11: Dimensiones Camión semi – remolque



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.46

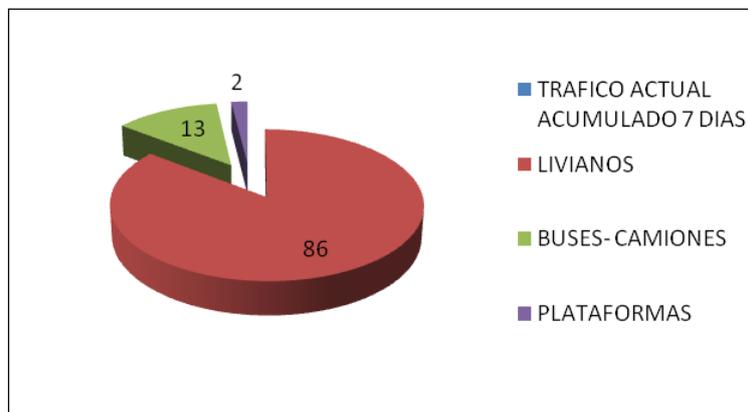
El proyecto en estudio, luego de haber realizado el análisis de tráfico se determinó la presencia de vehículos livianos, básicamente camionetas y buses que sirven para el transporte de toda clase de productos agrícolas y ganaderos de la zona. Los cuales también sirven para la movilización de las personas hasta los diferentes sitios.

Tabla N° 10: Tráfico Actual Acumulado de 7 días

TRÁFICO ACTUAL ACUMULADO 7 DIAS	
LIVIANOS (Camionetas, automóviles)	705
BUSES- CAMIONES (1 eje H10-9Tn)	103
PLATAFORMAS (2 ejes H13,7Tn)	16

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

Gráfico N° 12: Tráfico Actual Acumulado de 7 días



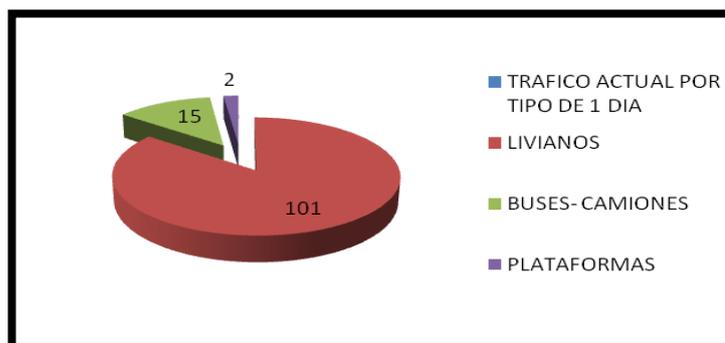
Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

Tabla N° 11: Tráfico Actual Acumulado por tipo tomado en 1 día

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE 1 DÍA	
LIVIANOS (Camionetas, automóviles)	101
BUSES- CAMIONES (1 eje H10-9Tn)	15
PLATAFORMAS (2 ejes H13,7Tn)	2
T.P.D.A ACTUAL ACUMULADO	118

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

Gráfico N° 13: Tráfico Actual Acumulado por tipo tomado en 1 día



Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

d. CÁLCULO DEL TPDA

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

Tratándose de un promedio simple, el TPDA no refleja las variaciones extremas que, por el límite superior, pueden llegar a duplicar los volúmenes promedios del tránsito en algunas carreteras, razón por la cual en las estaciones permanentes de registro de volúmenes se deben medir y analizar las fluctuaciones del tránsito a lo largo de los diferentes períodos del año, sean estos semanales, mensuales o estacionales. No obstante, se ha tomado el TPDA como un indicador numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Constituye así el

TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada, o que se estima utilizará la carretera nueva al entrar en servicio para los usuarios.

$$TPDA = TPDA_{Futuro} + Tránsito_{Atraído} + Tránsito_{Generado} + Tránsito_{por\ desarrollo}$$

TRÁFICO FUTURO

Es el TPDA proyectado al número de años de la vida útil de la vía, en este caso será nuestro período de diseño, que se lo hará para 20 años.

Entonces con el estudio de tráfico realizado se puede estimar el tráfico futuro, para un determinado período de diseño, a este hay que añadir el tráfico por razones de ahorro de tiempo, menor costo de operación y distancia.

$$TPDA_{Futuro} = TPDA_{Actual} \times (1 + i)^n$$

i= Índice de crecimiento anual

n= Vida útil de la vía (· en años)

Tabla N° 12: Tasa de Crecimiento Vehicular

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES- CAMIONES	PLATAFORMAS
2001-2006	4,37	3,01	2,75
2006-2009	3,97	2,86	2,42
PROMEDIO	4,17	2,935	2,585

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág. 18

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas estima que la tasa de crecimiento vehicular en el Ecuador está en el orden 7 al 14%, para nuestro proyecto vamos a determinar el tráfico futuro con los promedios del índice de crecimiento por tipos, con lo cual obtenemos.

Tráfico Futuro para diez años:

Tabla N° 13: Tabla de datos para el cálculo del tráfico futuro

Período de diseño	Años	10
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	101
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	15
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	2
Índice de crecimiento anual (livianos)	U	0,0417
Índice de crecimiento anual (Camiones - buses)	U	0,0294
Índice de crecimiento anual (Plataformas)	U	0,0259

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

$$\text{Tráfico futuro} = TPDA_{Actual}(1 + i)^n$$

$$\text{Tráfico futuro} = 101x(1 + 0.0417)^{10} + 15x(1 + 0.0294)^{10} + 2x(1 + 0.0259)^{10}$$

$$\text{Tráfico futuro} = 174 \text{ (Vehículos/día)}$$

Tráfico Futuro para veinte años:

Tabla N° 14: Tabla de datos para el cálculo del tráfico futuro

Periodo de diseño	Años	20
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	101
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	15
TPDA Actual-livianos (Por día)	U	2
Índice de crecimiento anual (livianos)	U	0,0417
Índice de crecimiento anual (Camiones - buses)	U	0,0294
Índice de crecimiento anual (Plataformas)	U	0,0259

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

$$\text{Tráfico futuro} = TPDA_{Actual}(1 + i)^n$$

$$\text{Tráfico futuro} = 101x(1 + 0.0417)^{20} + 15x(1 + 0.0294)^{20} + 2x(1 + 0.0259)^{20}$$

$$\text{Tráfico futuro} = 258.7 \text{ (Vehículos/día)}$$

Detallamos a continuación el cálculo de cada uno de los componentes de la fórmula del TPDA del proyecto.

TRÁFICO ATRAIDO

Es el tráfico desviado y varía del 20% al 30% del TPDA actual, vienen de las vías existentes que se encuentran cerca del lugar del proyecto con el objeto de reducir costos de operación.

$$\text{Tráfico Atraído} = TPDA_{Actual} \times 10\%$$

$$\text{Tráfico Atraído} = 118 \times 0.10$$

$$\text{Tráfico Atraído} = 11.8$$

$$\text{Tráfico Atraído} = \mathbf{11.8} \text{ (vehículos/día)}$$

TRÁFICO GENERADO

Es el número de viajes que generaría la vía por influencia, de ninguna manera es mayor al 20% del TPDA actual. Este tráfico es acarreado por el mejoramiento de la vía, el cual se une al tráfico actual y se producen durante los primeros 2 o 3 años de la vida útil de la vía.

$$\text{Tráfico Generado} = TPDA_{Actual} \times 20\%$$

$$\text{Tráfico Generado} = 118 \times 0.20$$

$$\text{Tráfico Generado} = 23.5$$

$$\text{Tráfico Generado} = \mathbf{23.5} \text{ (vehículos/día)}$$

TRÁFICO POR DESARROLLO

Se produce por la incorporación de nuevas áreas de producción, varía entre el 5% al 7% del tráfico de los vehículos. Básicamente en este sector que es netamente agrícola y ganadero se estima que tendrá un crecimiento económico y esto genera un incremento de vehículos en la vía.

Tráfico por desarrollo

$$= (5\% - 7\%) \times (N^\circ \text{ de veh. que actualmente salen cargados})$$

Actualmente salen vehículos cargados una cantidad de 3 vehículos. Adoptamos el 7% para garantizar el incremento que podría generar.

Tabla N° 15: Tabla de datos para el tráfico por desarrollo

Carros cargados	3
Incremento a generarse	7%

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

$$\text{Tráfico por desarrollo} = 3 \times 0.07$$

$$\text{Tráfico por desarrollo} = 0.21$$

$$\text{Tráfico Generado} = \mathbf{0.21} \text{ (vehículos/día)}$$

TPDA DEL PROYECTO

$$TPDA = TPDA_{Futuro} + Tránsito_{Atraído} + Tránsito_{Generado} + Tránsito_{por desarrollo}$$

$$TPDA_{PROYECTO} = 258.7 + 11.8 + 23.6 + 0.21$$

$$TPDA_{PROYECTO} = 294.3 = \mathbf{294}(\text{vehículos/día})$$

e. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto, este corresponde a un TPDA del proyecto igual a 294 (Vehículos/día), que corresponde a una vía de **IV** orden.

Tabla N° 16: Tipo de Carreteras

CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO TPDA
R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
I	de 3000 a 8000 vehículos
II	de 1000 a 3000 vehículos
III	de 300 a 1000 vehículos
IV	de 100 a 300 vehículos
V	Menos de 100 vehículos
T.P.D.A ES EL VOLUMEN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.22

f. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La velocidad de circulación en carretera es considerada como un esfuerzo de trabajo, pues permite proporcionar al usuario una carretera con mayor grado de seguridad, lo que no sucede cuando la misma vía es diseñada para la velocidad de proyecto.

g. VELOCIDAD DE DISEÑO.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calcula los elementos geométricos de vía para su alineamiento 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.

Tabla N°17: Velocidad de Diseño

NORMAS	CLASE IV					
	100-300 TPDA					
	RECOMENDABLE.			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
V.d(KPH)	80	60	50	60	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.31

La velocidad de diseño para nuestro proyecto es 60 KPH.

En algunos cálculos intervienen la velocidad de circulación, la misma que se obtiene dividiendo un tramo del camino para el tiempo que demora en recorrido el vehículo.

La AASHTO recomienda calcular como un porcentaje de la velocidad de diseño bajo el siguiente criterio:

Para volúmenes de tráfico bajos ($TPDA < 3000$ y $TPDA > 1000$) se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 1,32 * V_d^{0.89}$$

En donde:

V_c = Velocidad de circulación expresada en kilómetros por hora.

V_d = Velocidad de diseño expresada en kilómetro por hora.

En nuestro proyecto:

$V_d = 60$ K.P.H.

T.P.D.A < 1000

Se utiliza la expresión:

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5.$$

$V_c = 0,80 * 60 + 6,5$

$V_c = 54.5$ K.P.H.

h. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA.

Las características y limitaciones de los vehículos y de los conductores deben regir el diseño horizontal de la vía, misma que debe ser eficiente en el día y la noche, en tiempo bueno y en malo, y satisfacer el tráfico actual y futuro.

Los factores que intervienen en el diseño de una vía son:

1. Factor humano
2. Factor vehicular
3. Factor vial

i. PENDIENTE TRANSVERSAL

Es necesario dar al camino una pendiente transversal que permita el escurrimiento de las aguas lluvias de la calzada y en los espaldones.

Esta pendiente puede variar dependiendo del tipo de pavimento, siendo recomendada para la calzada el 2% para pavimentos con capa de rodadura asfáltica y 4% como norma general.

Tabla N° 18: Tipos de Superficie de Rodadura

TIPOS DE SUPERFICIE		BOMBEO (%)
MUY BUENO	Superficie con cemento hidráulico, asfáltico tendido con extendidora mecánica	1,00 a 2,00
BUENO	Superficie con mezcla asfáltica con motoconformadora carpeta de riego	1,50 a 3,00
REGULAR O MALA	Superficie de tierra grava	2,00 a 4,00

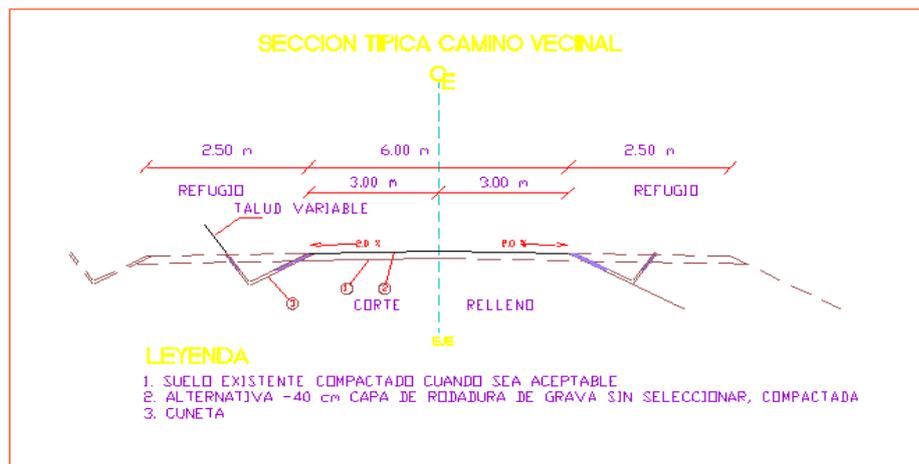
Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.236

En nuestro proyecto utilizaremos un bombeo del 2,00%

j. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal al eje de alineamiento horizontal, definiendo la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman dicha carretera en un punto cualquiera y su relación con el terreno natural.

Gráfico N° 14: Sección Transversal Típica



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.247

Los elementos que conforman la sección transversal de una vía y sus correspondientes dimensiones deben tener en cuenta aspectos como la importancia de la vía, volúmenes de tránsito y composición, la velocidad de diseño, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento y la disponibilidad de recursos económicos.

La sección transversal típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad y comodidad de los usuarios.

Quiere decir, que la sección transversal de una carretera puede cambiar por tramos a lo largo del proyecto, dependiendo de cómo sea el comportamiento de los factores que la definen.

Espaldones.- El diseño de los espaldones está vinculado con el orden o tipo de carretera y con la topografía del terreno.

Calzada.- La parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.

Cunetas.- Zanjas, revestidas o no, que recogen y canalizan las aguas superficiales y se desarrollan paralelamente al Camino.

Derecho de Vía.- Concepto jurídico que faculta la ocupación, en cualquier tiempo, del terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

k. ALINEAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES

Para el alineamiento horizontal y vertical se deberá considerar los valores que nos proporciona el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, los cuales son:

Tabla N°19. Normas para la carretera CLASE IV

NORMAS	CLASE IV 100 - 300 TPDA					
	NORMAS					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H)	80	60	50	60	35	25*
Radio Mínimo de curvas horizontales (m)	210	110	75	110	30	20
Distancia de Visibilidad para parada (m)	180	70	55	70	35	25
Distancia de Visibilidad para rebasamientos (m)	480	290	210	290	150	110
Peralte (%) Máximo 10% V < 50 K.P.H	10	10	10	10	10	10
Coeficiente "K" para						
Curvas verticales convexas (m)	28	12	7	12	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	24	15	10	5	15	3
Gradiente longitudinal máxima (%)	5	6	8	6	8	12
Gradiente longitudinal mínima (%)	5	5	5	5	5	5
Ancho Pavimento	6	6	6	6	6	6
Clase de Pavimento	Capa Granular o Empedrado					

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP
Pág. Anexos 2-R

1. DISCUSIÓN

Para la evaluación del diseño geométrico de la Carretera Orellana-Salinas se tomo en cuenta los factores más importantes como son: sección transversal, drenaje, calidad de la capa de rodadura, y el trazado geométrico.

En base al Análisis de los alineamientos horizontales y verticales obtenidos previamente por la franja topográfica del camino, se obtuvieron los deslizamientos, las características topográficas y geométricas de la carretera, y se logró demostrar las deficiencias en sus alineamientos.

Para determinar el TPDA, lo ideal fue disponer de los datos de dos estaciones de conteo que permitan conocer las variaciones diarias, y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 12 horas diarias, durante 7 días incluyendo un sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas.

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

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño.

Referente a la velocidad de diseño en el estado actual de la carretera la misma que se eligió en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor fue de 60 K.P.H. este es el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Los alineamientos verticales no presentan cualidades de diseño realizados encontrándose pendientes que van desde 0.10% hasta un 11.50% permitiendo que existan curvas verticales de radios que van desde 15 m. hasta 800 m los mismos que pueden ser analizado en vista a la velocidad de circulación permitiendo que su radio mínimo se de 15 m utilizando la ecuación de la Norma de Diseño Geométrico ya analizada.

Investigando si existieron estudios previos a la construcción o ejecución de esta carretera se pudo constatar que no se le da la prioridad necesaria a las carreteras en la zona rural sin desmerecer el interés de mejoramiento que desea la comunidad.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

- Al determinar el tráfico para un periodo de diseño de 20 años en nuestra análisis se estableció un TPDA de 294 vehículos, de tal manera nuestra vía según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas es de IV Orden.
- Mediante normas establecidas por el M.T.O.P y con el conteo vehicular se pudo determinar que el TPDA proyectado se encuentra entre 100 – 300 vehículos por día.
- La relación entre la Velocidad de circulación y la Velocidad de diseño por volúmenes de tránsito alto no se utiliza para fines de diseño, siendo su característica solamente ilustrativa.
- Se pudo determinar que las dimensiones de la sección transversal de la carretera no está en función de las Normas de Diseño Geométrico y que no poseen obras de arte en todo el proyecto.
- Los proyectos de infraestructura que se realiza en el Gobierno Provincial de Sucumbíos, ayudan al desarrollo, beneficiando y mejorando el nivel de vida de los habitantes.
- La reconstrucción de la carretera Orellana- Salinas tendrá un beneficio para el desarrollo económico de las comunidades aledañas al proyecto.

B. RECOMENDACIONES

- Las variables más importantes a tener en cuenta en la Ingeniería de caminos son las pendientes del terreno y la capacidad portante del suelo para soportar la carga esperada y la estimación correcta de la intensidad de uso de la misma.
- Una recomendación muy importante es cuando el proyecto atraviesa por zonas inundables como acontece con frecuencia en la costa y oriente ecuatoriano, es conveniente que la subrasante este proyectada más arriba que los niveles máximos de inundación.
- La reconstrucción de esta vía en el menor tiempo beneficiara a los sectores aledaños proporcionando mejores perspectivas, aumentando el comercio y la producción, generando mayores ingresos a la población y facilitando la integración del sector al resto del país
- Se recomienda que en la carrera de Ingeniería Civil se capacite en el manejo de Software actuales para diseño como el AutoCad Land Desktop en la cátedra de Ingeniería Vial.
- Una recomendación importante antes de ejecutar el proyecto es necesario realizar un estudio de Impacto Ambiental, en el cual indique las acciones que se deben realizar.

VII. PROPUESTA.

A. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Diseño Geométrico de la carretera Orellana – Salinas ubicada en la Parroquia Nueva Loja cantón Lago Agrio Provincias de Sucumbíos

B. INTRODUCCIÓN.

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera y/o mejoramiento de la misma, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, estética y economía.

La funcionalidad vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tránsito, permitiendo una adecuada movilidad por el territorio a los usuarios y mercancías a través de una suficiente velocidad de operación del conjunto de la circulación.

La seguridad vial debe ser la premisa básica en cualquier diseño vial, inspirando todas las fases del mismo, hasta las mínimas facetas, reflejada principalmente en la simplicidad y uniformidad de los diseños.

Todo ello ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los alineamientos.

La integración en su entorno debe procurar minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores de los suelos afectados, siendo básica la mayor adaptación física posible a la topografía existente.

C. OBJETIVOS.

1. GENERAL.

Proveer el diseño geométrico para la reconstrucción de la carretera Orellana – Salinas de 7.5 km de longitud ubicada en la parroquia Nueva Loja Cantón Lago Agrio Provincia de Sucumbíos

2. *ESPECÍFICOS.*

- Evaluar el estado de la vía en el que se encuentra hoy en día.
- Realizar el estudio de tráfico y de esta manera establecer el tipo de vía.
- Realizar el diseño geométrico
- Determinar Normas de Diseño, alternativas de ruta y especificaciones de diseño a través del diseño geométrico de la vía para establecer el alineamiento horizontal y vertical.
- Realizar el presupuesto del Diseño Geométrico de la vía.

D. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA.

1. Tipos de conteo para determinar el TPDA²

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo).

2. Período de observación.

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

3. Tráfico Futuro.

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

$$T_f = T_a (1+i)^n$$

² T.A.M.S-ASTECC Normas de Diseño Geométrico de Carreteras Pág. 14-22

Tf = Tráfico futuro o proyectado
Ta = Tráfico actual
i = Índice de crecimiento anual.
n = Vida útil de la vía (# en años).

4. Tráfico generado.

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren.

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

Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto

5. Tráfico por desarrollo.

Se produce por la incorporación de nuevas áreas de producción, varía entre 5% al 7% del tráfico de los vehículos. Básicamente en este sector que es netamente agrícola y ganadero se estima que tendrá un crecimiento económico y esto generará un incremento de vehículos en la vía.

6. Tráfico Atraído

Es el tráfico desviado y varía del 20% al 30% del TPDA actual, vienen de vías existentes que se encuentran cerca del lugar del proyecto con el objeto de reducir costos de operación.

7. Alineamiento horizontal.

Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de las subrasante y el potencial de los materiales locales.

a) *FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA.*

Las características y limitaciones de los vehículos y de los conductores deben regir el diseño horizontal de la vía, misma que debe ser eficiente en el día y la noche, en tiempo bueno y en tiempo malo, y satisfacer el tráfico actual y futuro.

Los factores que intervienen en el diseño de una vía son:

- 1.- Factor humano
- 2.- Factor vehicular
- 3.- Factor vial

FACTOR HUMANO.

Limitaciones físicas: eficiencia, visión, cálculo, percepción, reacción y fatiga.
Características del conductor: después que los ojos de una persona registran un obstáculo, hay un tiempo hasta que se produce la reacción muscular adecuada, el mismo que se denomina tiempo de reacción, este valor varía según la persona y su estado físico. A este se suma el tiempo de percepción, el tiempo resultante oscila de 2 a 3seg.

FACTOR VEHICULAR.

Limitaciones de diseño.- Los vehículos dependiendo del trabajo en el que se requiera, presentan sus propias características de diseño, que son: largo, ancho, alto, peso y potencia.

Limitaciones de operación.- Las dimensiones propias de cada vehículo influye en las dificultades de maniobra tales como: visibilidad, velocidad, radio de giro y funcionamiento.

FACTOR VIAL.

- Velocidad de diseño.
- Visibilidad.
- Radio de curvatura.
- Distancia de parada.

- Gradiente.
- Alineación longitudinal.
- Capacidad.
- Intersección.
- Facilidades intermedias.
- Dispositivos de control.
- Señalamientos.

NATURALEZA DEL TERRENO.

Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.

En nuestro proyecto de estudio tenemos un terreno ondulado ya que la pendiente varia del 5-25%, el movimiento de tierras es moderado, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y la construcción de la obra básica de la carretera.

LA MODALIDAD DE LOS CONDUCTORES.

Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino.

EL FACTOR ECONÓMICO.

Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad.

DISEÑO EN PLANTA.

El diseño en planta de una carretera está compuesto fundamentalmente de rectas y curvas en las rectas es posibles lograr un movimiento uniforme del vehículo, buena visibilidad para el conductor, seguridad y un menor consumo de combustible; las rectas presentan problemas para la circulación vehicular cuando son excesivamente largas la monotonía produce cansancio constituyéndose en un peligro, pudiendo influir en los valores de los tiempos de reacción y percepción.

La imperiosa necesidad de salvar los accidentes topográficos que presenta el terreno, obligan a intercalar curvas entre las alineaciones rectas, esto da origen a la fuerza centrífuga y la falta de visibilidad; la fuerza centrífuga genera el deslizamiento transversal y la probabilidad del vuelco del vehículo, por estas y muchas razones las curvas hay que proyectarlas cumpliendo una serie de normas y condiciones técnicas para evitar los riesgos de circulación.

DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA.

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.

Espaldón: Es el sector de la sección transversal que limita con la calzada y el inicio de cunetas, técnicamente se le 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.

Cuneta: Es el sector de la sección transversal dispuesto para recoger y conducir el agua proveniente de la precipitaciones pluviales que caen sobre la obra básica.

Obra Básica: 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 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.

Derecho de Vía.- Concepto jurídico que faculta la ocupación, en cualquier tiempo, del terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La velocidad de circulación en carretera es considerada como un esfuerzo de trabajo, pues permite proporcionar al usuario una carretera con mayor grado de seguridad, lo que no sucede cuando la misma vía es diseñada para la velocidad de proyecto.

En sitios de concentración de esfuerzos, intersecciones, canalizaciones, para el diseño de curvas, en distancias de visibilidad, etc., la velocidad de circulación resulta ser más efectiva.

^[3] La velocidad de circulación es la velocidad máxima a la cual puede desplazarse un vehículo en un tramo de vía bajo las condiciones de tráfico dominantes y siendo indiferentes las condiciones climáticas de cada época, sin exceder de ninguna manera el valor de la velocidad de proyecto. La velocidad de circulación es importante en el instante de evaluar los costos de circulación, los mismos que varían según la velocidad a la que se recorra.

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

³ T.A.M.S.- ASTEC, **Normas de Diseño Geométrico de carreteras** Pág.27

requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de nivel de servicio correspondiente a un año.

VELOCIDAD DE DISEÑO.

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos.

Con esta velocidad se calcula los elementos geométricos de vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera.

Los cambios de la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

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

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 para la cual se calculan los elementos geométricos de la vía, en sus diseños horizontal y vertical.

La velocidad de diseño se acepta en atención a diferentes factores:

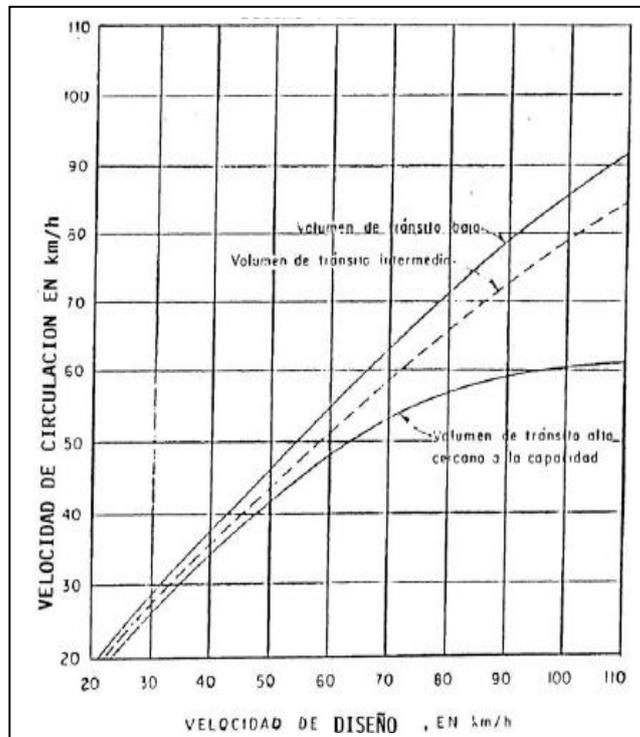
- Topografía del terreno.
- Clase o tipo de carretera.
- Volumen de tráfico.
- Uso de la tierra.

RELACIÒN CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÒN.

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

La relación general entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se ilustra en el Gráfico N° 15. En dicha figura se visualizan que conforme el volumen de tránsito aumenta la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia

Gráfico N° 15: Relación Entre las Velocidades de Diseño y de Circulación



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.32

Interferencia que se produce entre los vehículos. Si el volumen del tránsito excede el nivel intermedio, la velocidad de circulación disminuye aún más y en el caso extremo, cuando el volumen es igual a la capacidad del camino, la velocidad de los vehículos está determinada más por el grado de saturación del tránsito que por la velocidad de diseño. ^[4]

Todo camino debe diseñarse para que circulen por él volúmenes de tránsito que no estén sujetos al grado de saturación que representa la curva interior, de volumen de tránsito alto.

Tabla N°20: Relación entre las Velocidades de Diseño y de Circulación ^[5]

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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.32

La velocidad de diseño para nuestro proyecto es 60 KPH.

La velocidad de circulación para nuestro proyecto es 55 KPH.

En algunos cálculos intervienen la velocidad de circulación, la misma que se obtiene dividiendo un tramo del camino para el tiempo que demora en recorrido el vehículo.

CURVAS HORIZONTALES

Como se dijo anteriormente en el diseño de una vía se debe definir, a partir de criterios técnicos y económicos, una velocidad de diseño con el fin de obtener los

⁴ T.A.M.S.- ASTEC, Normas de Diseño Geométrico de Carreras Pág. 31-33

⁵ T.A.M.S.- ASTEC, Normas de Diseño Geométrico de Carreras Pág. 33

valores mínimos y máximos de diferentes parámetros y elementos que conforman la geometría de esta. ^[6]

Una adecuada velocidad de diseño se define de factores como clase de terreno, características de tránsito, tipo de vía y disponibilidad de recursos económicos principalmente, definiendo a su vez elementos como el radio de curvatura mínimo, el peralte máximo, la pendiente máxima, distancias de visibilidad y la sección transversal, entre otros.

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos o tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominen también tramos en tangente y puede llegar hacer nullos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente.

Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final. Este cambio de dirección es necesario realizarse por seis factores diferentes.

Topográfico: Con el fin de acomodar el alineamiento a la Topografía y evitar cortes o rellenos excesivos, minimizando costos y evitando inestabilidades en los cortes o en los rellenos.

TANGENTES.

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que se unen las curvas.

Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llaman PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “a” (alfa)

⁶ **CARDENAS GRISALES**, James Ing. Diseño Geométrico de carretas Pág. 45

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.

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

CURVAS CIRCULARES.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

Grado de curvatura: El ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

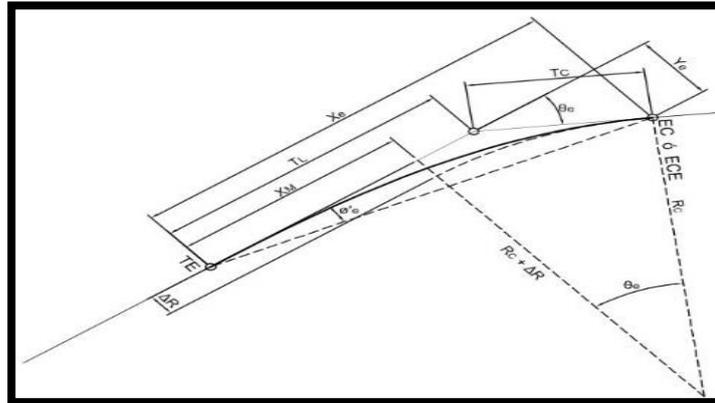
Se representa con la letra G_c y su fórmula es la siguiente

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$
$$\frac{G_c}{20} = \frac{1145,92}{R}$$

Radio de curvatura: es el radio de la curva circular y se define como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145,92}{G_c}$$

Gráfico N° 17: Radio de Curvatura



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.69

Donde:

PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto en donde empieza la curva simple
PT	Punto en donde termina la curva simple
α	Ángulo de deflexión de las tangentes
Δc	Ángulo central de la curva circular
θ	Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
GC	Grado de curvatura de la curva circular
RC	Radio de la curva circular
T	Tangente de la curva circular o subtangente
E	External
M	Ordenada media
C	Cuerda
CL	Cuerda larga
l	Longitud de un arco
le	Longitud de la curva circular

FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE CURVAS CIRCULARES

Tangente: $T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$

Longitud de la curva $D = \pi * R * \left(\frac{\Delta}{180}\right)$

External	$E = R * \left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right)$
Flecha	$F = R(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right))$
Semicuerda	$\frac{c}{2} = R * \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$

CÁLCULO TIPO DE CURVA CIRCULAR

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 110 * \tan\left(\frac{60^{\circ}10'00''}{2}\right)$$

$$\mathbf{T = 63.64 m}$$

$$D = \pi * R * \left(\frac{\Delta}{180}\right)$$

$$D = \pi * 110 * \left(\frac{60^{\circ}10'00''}{180}\right)$$

$$\mathbf{D = 115.37 m}$$

$$E = R * \left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right)$$

$$E = 110 * \left(\sec\left(\frac{60^{\circ}10'00''}{2}\right) - 1 \right)$$

$$\mathbf{E = 17.12 m}$$

$$M = F = R(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right))$$

$$M = F = 110(1 - \cos\left(\frac{60^{\circ}10'00''}{2}\right))$$

$$\mathbf{M = F = 14.82m}$$

$$\frac{c}{2} = R * \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$\frac{c}{2} = 110 * \text{sen}\left(\frac{60^{\circ}10'00''}{2}\right)$$

$$\mathbf{\frac{c}{2} = 110.28 m}$$

La descripción de curvas circulares se la realizó en el sentido de Orellana hacia Salinas

Tabla N° 21: Descripción de Curvas Circulares en la vía

CURVAS HORIZONTALES						
N°	ORIENTACIÓN	ABSCISA		LC (m)	α (°)	R (m)
		PC	PT			
1	IZQUIERDA	0+238.05	0+278.02	39.96	14.58	157
2	DERECHA	1+706.10	1+821.47	115.37	60.10	110
3	IZQUIERDA	2+163.86	2+219.94	56.08	60.15	110
4	IZQUIERDA	2+630.08	2+689.64	59.56	31.02	110
5	DERECHA	3+669.27	2+713.62	44.35	15.40	165
6	IZQUIERDA	3+924.77	3+974.90	50.13	21.76	132
7	DERECHA	4+356.82	4+411.05	54.23	28.24	110

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

PERALTE DE CURVAS

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia fuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Cuando el 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. Se conoce la fuerza centrífuga crece con el cuadrado de la velocidad y es inversa al valor del radio de la curvatura. [8]

$$F = \frac{m * v^2}{R} = \frac{P * v^2}{g * R}$$

En la cual:

$$m = masa = \frac{P}{g}$$

P= Peso del vehículo.

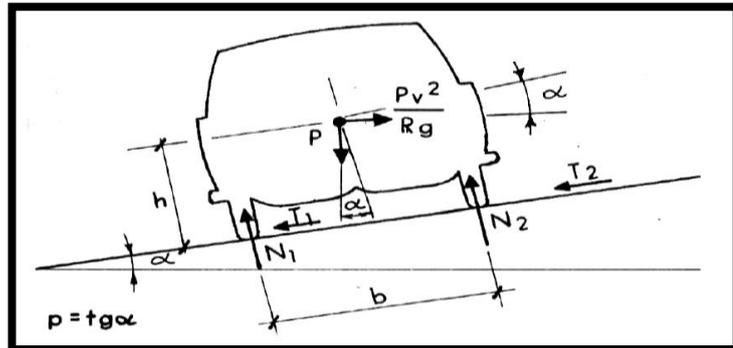
g= aceleración de la gravedad

V= Velocidad de diseño.

R = Radio de Curvatura.

⁸ AGUEDO OSPINA, John DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ing. Civil Medellín 2005 pág. 161

Gráfico N° 18: Peralte



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.181

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal la fuerza centrífuga sería absorbida exclusivamente por el peso del y el rozamiento de 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.

DESARROLLO DEL PERALTE

Cuando se presenta en el alineamiento horizontal una curva es necesario modificar la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte hasta el bombeo nuevamente. Esta modificación en la inclinación transversal, que se debe realizar a lo largo de una longitud apropiada, se denomina transición del peralte y se puede desarrollar de tres maneras:

Girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central o eje: Es el más empleado ya que permite un desarrollo más armónico, provoca menor distorsión de los bordes de la corona y no altera el diseño de la rasante. Es además el más fácil de calcular.

Girando el pavimento alrededor de su borde interior: Se emplea para mejorar la visibilidad de la curva o para evitar dificultades en el drenaje superficial de la carretera, en secciones en corte. Origina cambios en la rasante de la vía.

Girando el pavimento alrededor de su borde exterior: Se usa cuando se quiere destacar la apariencia del trazado. Es el menos utilizado y el que genera mayores cambios en la rasante.

Las normas del MTOP dan los siguientes valores:

Tabla N° 22: Desarrollo del Peralte en Función de la Velocidad

VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	GRADIENTE LONG. NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE (%)	RECOMENDACIÓN DEL AUTOR MAXIMO VALOR
30	-----	0,80
40	70	0,8
60	60	0,7
70	55	0,7
80	50	0,6
90	47	0,6
100	43	0,5
110	40	0,5

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.59

El MTOP recomienda para el cálculo de la longitud de la curva de transición la ecuación:

$$Le = 0,072 * \frac{V^3}{R}$$

$$Le = 0,072 * \frac{60^3}{110}$$

$$Le = \mathbf{141.38m}$$

Le = Longitud de transición.

R = Velocidad en KPH.

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, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el razonamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55 % de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10 % para carreteras y caminos con capas de rodaduras asfálticas, de concreto o empedrada para velocidades de diseños mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4,5 y 6) y velocidad hasta 50 Km/h.

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuanto los siguientes criterios para evitar:

Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, subbase, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.

Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.

El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

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.

Tabla N° 23. Gradiente Longitudinal Necesaria para el desarrollo del Peralte

GRADIENTE LONGITUDINAL (i) NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE		
V_D, KM/H	VALOR DE (i), %	MÁXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE.
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

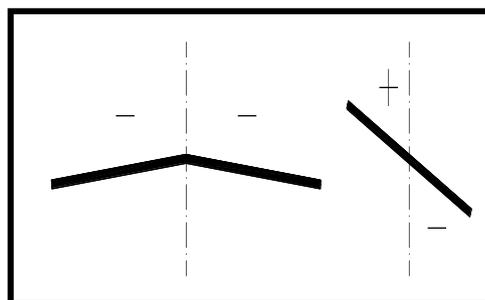
Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.59

CONVENCIÓN DEL PERALTE

La convención que puede resultar más simple es la de llamar positivo el peralte que levanta el borde con respecto al eje y negativo al que lo baja.

Es importante tener en cuenta que en una curva el peralte eleva el borde extremo y descende el eje interno. El borde extremo es el opuesto al centro de la curva mientras que el borde interno está ubicado hacia el centro de la curva.

Gráfico N° 19: Convención Del Peralte

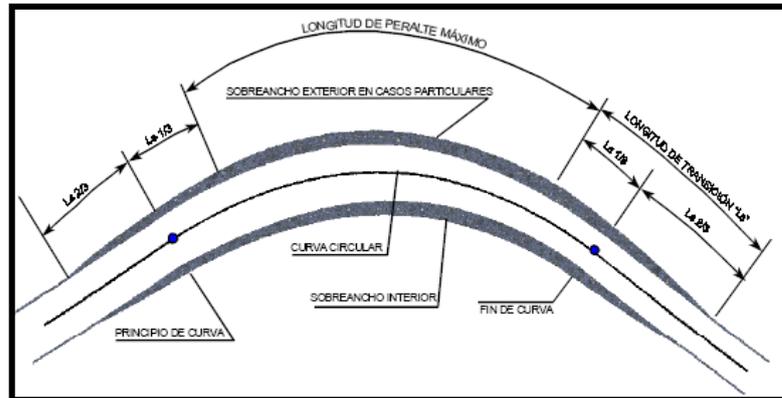


Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.183

Si la transición del peralte la hacemos con la 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 desarrollo 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 y a 1/3 en la alineación curva.

Gráfico N° 20: Cálculo Del Peralte



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico De Vías Pág.184

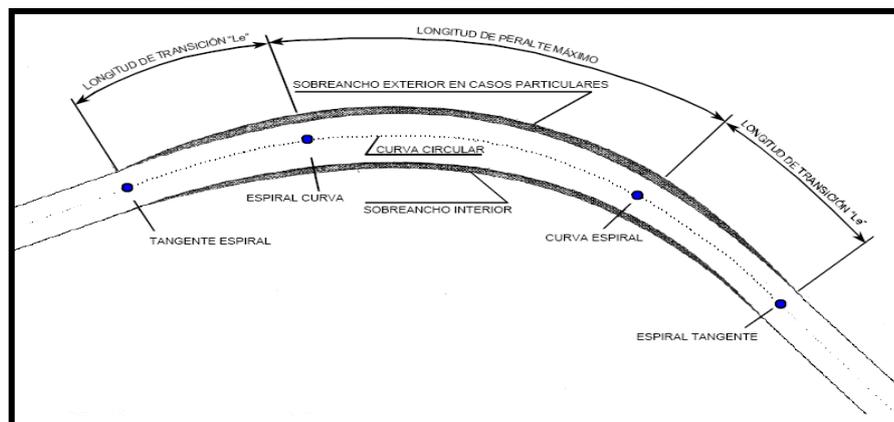
En los casos que se vuelve crítico el diseño geométrico horizontal se puede disminuir la longitud de la transición tomando el coeficiente de comodidad $C=3$, en cuyo caso:

$$Le = 0,024 * \frac{V^3}{R}$$

El MTOP recomienda una longitud mínima

$$Le = 0,56 * V(KPH)$$

Gráfico N° 21: Determinación Del Peralte



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.184

Tabla N° 24: Longitud De Transición En Función Del Peralte

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de Borde %	Ancho de calzada (6,00 m (2 x 3,00 m))				Valor de la Longitud Tangencial			
		e				e			
		0,10	0,08	0,06	0,04	0,10	0,08	0,06	0,04
Bombeo = 2 %									
20	0,800		30	23	15		8	8	8
25	0,775		31	23	15		8	8	8
30	0,750		32	24	16		8	8	8
35	0,725		33	25	17		8	8	8
40	0,700		34	26	17		9	9	9
45	0,675		36	27	18		9	9	9
50	0,650		37	28	18		9	9	9
60	0,600	50	40	30	20	10	10	10	10
70	0,550	55	44	33	22	11	11	11	11
80	0,500	60	48	36	24	12	12	12	12
90	0,470	64	51	38	26	13	13	13	13
100	0,430	70	56	42	28	14	14	14	14
110	0,400	75	60	45	30	15	15	15	15
120	0,370	81	65	49	32	16	16	16	16

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.64, Cuadro V.6

RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURAS

Es el menor valor que puede tener el radio de una curva horizontal, que posibilita la circulación de los vehículos con seguridad, a una velocidad de diseño dada. El radio mínimo de la curva circular se la debe fijar, para asegurar que existe suficiente visibilidad y el evitar el deslizamiento transversal.

Se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de la curvatura.

V = Velocidad del proyecto.

e = Peralte

f = Coeficiente de fricción transversal de acuerdo a la ecuación:

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: AASHO, el valor de f correspondiente al peralte viene dado por:

$$f = 0,19 - 0,000626 * V$$

Siendo inversa la relación entre el radio y el peralte, es obvio que el valor del radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte. De acuerdo a estas consideraciones se presenta un cuadro de acuerdo a la velocidad de diseño y valores límites del peralte y coeficiente de fricción.

El MTOP presenta un cuadro para determinar el radio mínimo de curvatura de acuerdo a la clase de camino que se tenga.

Tabla N° 25: Radio Mínimo de Curvatura

NORMAS	CLASE IV 100-300 TPDA					
	RECOMEDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
VELOCIDAD DE DISEÑO	80	60	50	60	35	25
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL	210	110	75	110	30	20

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.47

Los radios mínimos se deben utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa.
- En las aproximaciones a los cauces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- En intersecciones comunes entre sí.
- En vías urbanas.

Para nuestro proyecto:

Coefficiente de fricción:

$$f = 0,19 - 0,000626 * V$$

$$f = 0,19 - 0,000626 * 60$$

$$f = 0,15$$

Radio mínimo de curvatura:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

$$R = \frac{60^2}{127(0,10 + 0,16)}$$

$$R = 109.4$$

R(recomendado) = 110m

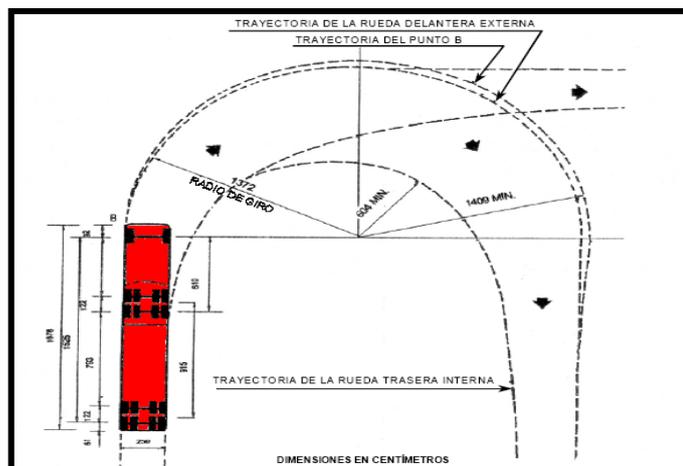
En las normas del MTOP, establece como peralte máximo el 10% para carreteras de dos carriles.

Siguiendo los criterios de la AASHO, 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 ya determinadas.

SOBREANCHOS.

Cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal sus ruedas traseras describen una trayectoria diferente a la de las ruedas delanteras. Dicha trayectoria corresponde a un arco de radio menor, que la rueda interna del eje posterior tiende a salirse de la vía.

Gráfico N° 22: Sobreancho



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 186

Cuando un automotor pasa a través de una curva, el ancho de la sección transversal que ocupa es mayor que aquel cuando circula en tangente por lo que se debe dar un ancho adicional a la sección, curva conocida como sobreancho, con este evitamos que el conductor invada el carril contrario y se da una mejor condición de operación de los vehículos.

El MTOP en las normas de diseño recomienda el cálculo del sobreancho con las siguientes expresiones:

$$E = Ac - At$$

$$Ac = 2 * (H + L) + F + Z$$

Donde:

E = Sobreancho expresado en metros.

Ac = Ancho total necesario para la curva expresado en metros.

At = Ancho de pavimento en tangentes 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.

$$H = 2,60 - \sqrt{R^2 + 37}$$

$$F = \sqrt{R^2 + 16} - R$$

$$Z = \frac{V}{9,5 * \sqrt{R}}$$

En donde:

R = Radio de la curva en metros.

V = Velocidad de diseños en KPH.

Las curvas amplias de radio mayor a 300m, no necesitan ensancharse; en cambio el sobreancho es indispensable en caminos vecinales y carreteras con anchos de vía menores a 3.6m

^[9] El sobreancho de nuestro proyecto es el mínimo valor por las condiciones de vía cuyo valor es: 0,90 m.

$$Z = \frac{V}{9,5 * \sqrt{R}} \therefore Z = \frac{60}{9,5 * \sqrt{110}} \therefore Z = 0.602m$$

DESARROLLO DEL SOBREANCHO.

Con el fin de que el alineamiento de los bordes de la calzada se presente de una forma regular y continua se acostumbra ubicar el Sobreancho en el borde interno y además realizarlo de una forma gradual tanto a la entrada como a la salida de la curva.

Tabla N° 26: Valor Del Sobreancho

En función de la velocidad de diseño y el radio de curvatura

Radios(m)	60	70	80	90	100	110	120
110	0,9						
120	0,85						
130	0,8						
140	0,76						
150	0,73						
160	0,7						
200	0,6	0,78					
210	0,59	0,68					
250	0,52	0,65					
275	0,49	0,59	0,72				
300	0,47	0,55	0,65				
350	0,42	0,52	0,61	0,67			
400		0,48	0,58	0,64			
430		0,44	0,53	0,58			
520		0,42	0,49	0,54	0,64		
600			0,47	0,52	0,59		
700			0,42	0,46	0,57	0,61	
800				0,43	0,51	0,55	0,6
900				0,39	0,47	0,51	0,55
1000					0,43	0,47	0,5
1100					0,4	0,43	0,47
1200						0,41	0,44
1300							0,42
1400							
1500							

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.79

⁹ Pio Cueva Moreno, **Proyecto, Construcción, Mantenimiento y Fiscalización de Caminos.Pg.106**

La transición del Sobreancho se debe realizar de una forma gradual y a lo largo de una longitud apropiada de modo que no se observen cambios bruscos en el ancho de la calzada que puedan confundir al conductor además de generar un aspecto poco estético. Dicha transición se realiza de manera distinta además dependiendo si la curva es circular simple.

Calculado el sobreancho, este se desarrolla dentro de una longitud L del desarrollo del peralte.

Cuando existe curva de transición el sobreancho se realiza el 50% hacia el interior de la curva y el 50% hacia el exterior.

TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA

En la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente.

En el caso de dos curvas *circulares consecutivas*; Es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente. Las longitudes de transición se dividen en: $2/3 L$ en tangente (antes del PC y después del PT), y $1/3 L$ en la curva, (después del PC y antes del PT).

Cuando se presenta condiciones críticas en diseño geométrico para unir curvas horizontales consecutivas, es necesario introducir entre ellas una tangente intermedia con una longitud mínima, permitiendo adaptar el proyecto a las condiciones topográficas en la zona y condiciones de seguridad para que el vehículo que termina de circular en la curva se estabilice totalmente antes de entrar a la siguiente curva.

La longitud de esta tangente es de 2 a 3 veces la longitud del tipo, en nuestro caso es de 20 metros.

LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS HORIZONTALES

Cuando el ángulo de deflexión se asume valores de radios 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.

SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal al eje de alineamiento horizontal, definiendo la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman dicha carretera en un punto cualquiera y su relación con el terreno natural.

Los elementos que conforman la sección transversal de una vía y sus correspondientes dimensiones deben tener en cuenta aspectos como la importancia de la vía, volúmenes de tránsito y composición, la velocidad de diseño, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento y la disponibilidad de recursos económicos.

La sección transversal típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad y comodidad de los usuarios.

Quiere decir, que la sección transversal de una carretera puede cambiar por tramos a lo largo del proyecto, dependiendo de cómo sea el comportamiento de los factores que la definen.

Elementos:

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento.

Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.

Los elementos que conforman y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, banca, corona, calzada, taludes y elementos complementarios.

CALZADA

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno.

Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible.

En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas.

El ancho de estas varía de acuerdo a la topografía y a la importancia de esta.

El MTOP ha establecido el siguiente cuadro:

Tabla N° 27: Ancho De Calzada Según Clase De Carretera

CLASE DE CARRETERA		ANCHO DE CALZADA	
		RECOMENDABLE	ABSOLUTO
MAS DE 8000	R-I R-II	7,3	7,3
DE 3000 - 8000	I	7,3	7,3
DE 1000 - 3000	II	7,3	6,5
DE 300 - 1000	III	6,7	6,0
DE 100 - 300	IV	6,0	6,0
MENOS DE 100	V	4,0	4,0

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.277

ESPALDONES

El diseño de los 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:

Tabla N° 28: Ancho De espaldones según la clase de carretera y TPDA

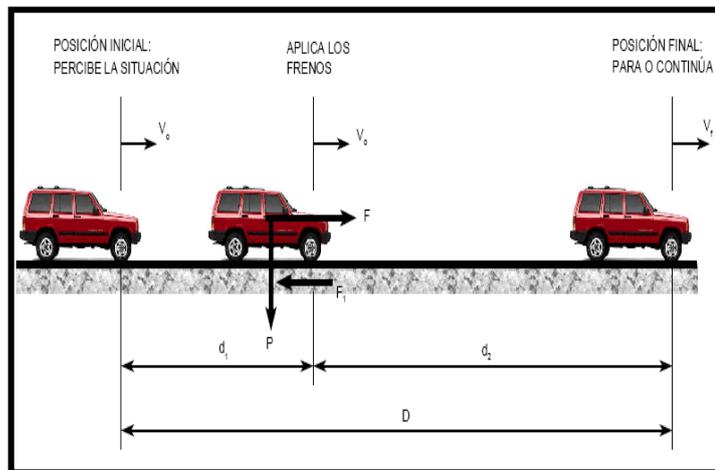
VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montñoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior.						
Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino						
correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.233

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO

[10] La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

Gráfico N° 23: Distancia de Visibilidad



Fuente: Manual de diseño Centro Americano de Normas de Vías y Carreteras Pág.212

¹⁰ AGUEDELO OSPINA, John DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ing. Civil Medellín 2005 pág. 212

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

Cuando el vehículo circula en curva, sea esta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda pasar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad es determinante ya que necesita observar al obstáculo que se encuentre en la vía y que pueda causar accidentes. Para esto se establece la distancia de visibilidad de frenado que es la distancia de visibilidad mínima mediante la cual el conductor que transita a una velocidad similar a la de diseño, observe el obstáculo y pueda reaccionar frenando antes de llegar a él.

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.

Estas distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción y al recorrido del vehículo durante el frenado con el cual:

$$d = d_1 + d_2$$

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivalente a un segundo.

De aquí el tiempo total de percepción más reacción hallada como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad.

La distancia recorrida durante este tiempo se calcula mediante la fórmula: ^[11]

$$d1 = 1000 * Vc * \frac{2,50 \text{ segundos}}{3600 \text{ segundos}}$$

Por lo tanto:

$$d1 = 0,70 * Vc = 0,70 * 54.5$$

$$d1 = 38.15m$$

En donde:

d1= Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresado en metros.

Vc= Velocidad del vehículo expresada en kilómetros por hora.

La distancia de frenaje se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, es decir que:

$$d2 = \frac{V^2}{254 * f}$$

$$d2 = 18.89m$$

En donde:

d2 = Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

f = Coeficiente de fricción.

V = Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada (KPH)

f = Coeficiente de fricción

$$f = 1 - \frac{15}{V}$$

$$f = 0.75$$

f = Depende de la superficie de rodadura, del clima y del estado de los neumáticos.

¹¹ AGUDELO OSPINA, John DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ing. Civil Medellín 2005 pág. 215

Tabla N° 29: Distancias de Visibilidad Mínimas para Parada de Vehículo

CLASE DE CARRETERA		VALORES					
		RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
MAS DE 8000	R-I R-II	220	180	135	180	135	110
DE 3000 - 8000	I	180	160	110	160	110	70
DE 1000 - 3000	II	160	135	90	135	110	55
DE 300 - 1000	III	135	110	75	110	70	40
DE 100 - 300	IV	110	70	55	70	35	25
MENOS DE 100	V	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.183

TIEMPO DE PERCEPCIÓN Y REACCIÓN DEL CONDUCTOR

En lo que tiene ver con el comportamiento del usuario de la vía depende mucho de las condiciones físicas y psicológicas, el comportamiento depende del medio Ambiente, el clima, la visibilidad con la cual puede diferenciar juzgar y reaccionar, también depende de la luz, la edad la capacidad para la percepción de los diferentes colores la recuperación al deslumbramiento.

Es muy importante tomar en cuenta la agudeza visual del conductor para lo cual se toma como referencia un cono de visión.

Por lo que se tiene que:

Óptimo 3 grados.

Aceptable 3 – 12 grados

Inadecuada mayor a 12 grados, es una visión borrosa.

Siempre el conductor enfoca su visión lo más adelante posible cuando tiene una gran velocidad de circulación y con el ángulo de 5 grados se tiene una visión nítida, con una altura de 1,14 m a un obstáculo de 0,15 m.

El tiempo de reacción es aquel que transcurre entre ver, oír, sentir el estímulo y esto varía de 0,5 a 4 segundos de acuerdo a la complejidad.

La percepción varía 0,5 segundos por la intelección hasta un 1 segundo cuando se realiza la respuesta.

Según la AASHO se tomará el valor de 2,50 segundos para el diseño.

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 balanceado 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 curvilíneo 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 demasiados 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.

8. ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje que esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Subrasante dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño.

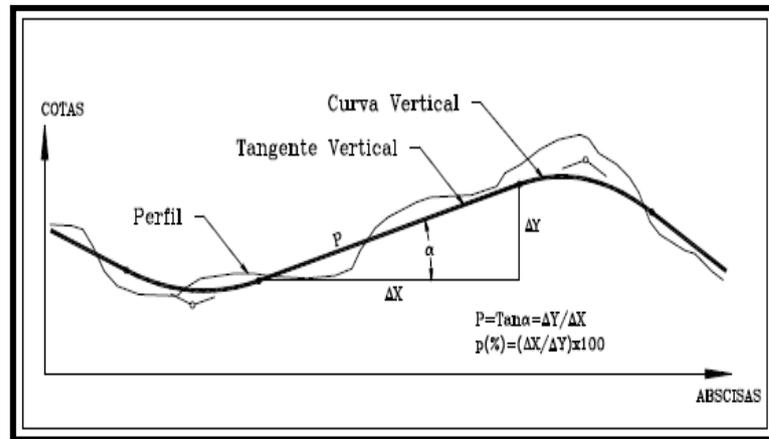
El diseño vertical o de rasante se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas negras, donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

Un camino en el proyecto se define como un conjunto de líneas de gradientes enlazadas con curvas simples y cuando cumplan con las condiciones de tangencia.

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 mínimos que dependen de varios factores.

Gráfico N° 24: Diseño Vertical



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.218

PENDIENTES MÁXIMAS

En general, las pendientes 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.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía.

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, pero en nuestro caso la pendiente no hay que tender la pendiente debido a que nuestro proyecto es terreno ondulado.

Se conoce también que los motores de combustión interna de los vehículos disminuyen su potencia conforme asciende sobre el nivel del mar.

En nuestro país el MTOP determinar los valores de las pendientes máximas y las ubica dentro de los 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:

Tabla N° 30: Valores de las pendientes según el orden de la vía

TPDA	CLASE DE CARRETERA						
		RECOMENDBLE			ABSOLUTA		
		L	O	M	L	O	M
MAS DE 8000	R-I R-II	3	4	6	3	5	7
DE 3000 A 8000	I	3	4	6	3	5	7
DE 1000 A 3000	II	3	4	7	4	6	8
DE 300 A 1000	III	4	6	7	6	7	9
DE 100 A 300	IV	5	6	8	6	8	12
MENOS DE 100	V	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.204

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.

PENDIENTES MÍNIMAS

La pendiente longitudinal mínima generalmente de 0,5 por ciento, con la evacuación o drenaje de las aguas del camino, normalmente se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

LONGITUD CRÍTICA

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar 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 de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa.

Con el fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es

necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para reducir las gradientes o añadir un carril para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.

Para carreteras de dos carriles, como guía general, debe considerarse una vía auxiliar de ascenso cuando el volumen de tránsito 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 tal que la relación de su peso – potencia (Libras por cada H.P.) 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, menor reducción de la velocidad se tiene una 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 de la gradiente crítica promedio.

Para calcular la *longitud crítica* de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$G\% = \frac{240}{Lc^{0,705}}$$

Lc = Longitud crítica de gradiente

G = Gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje.

Según especificaciones la gradiente y longitud máxima varían de acuerdo a los valores:

Longitud de 1.000 m. para gradientes del 8 – 10%.

Longitud de 800 m. para gradiente del 10 – 12%.

Longitud de 500 m. para gradientes del 12 – 14%.

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 I, II, III clase.

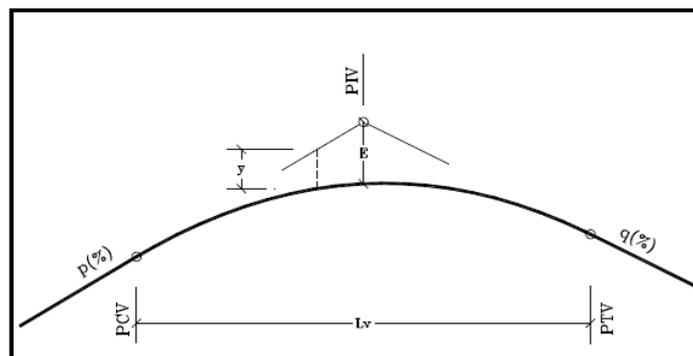
CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales se usan para dar transiciones suaves entre los cambios y pendiente o tangentes, los mismos que pueden ser circulares, parabólicas cuadráticas y parabólicas cúbicas.^[12]

Las curvas verticales, deben proporcionar distancias de visibilidad adecuadas sobre crestas y hondonadas. La visibilidad, es uno de los parámetros fundamentales en el diseño de las curvas verticales, porque permite al usuario detenerse, antes de llegar a un obstáculo ubicado en la vía; o cuando, se encuentre con un vehículo que circula en sentido contrario.

Las curvas verticales se clasifican en cóncavas y convexas: En las curvas convexas gobierna la distancia de parada segura, mientras que en las curvas cóncavas prima la distancia visual de luz delantera. En las rasantes que superan cierto valor, las curvas verticales deberán cumplir con las condiciones mínimas determinadas para el diseño.

Gráfico N° 25: Curvas Verticales



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.288

En la práctica las curvas verticales más aplicables son de tipo parabólicas cuadráticas porque la variación de la inclinación de la tangente es constante, se

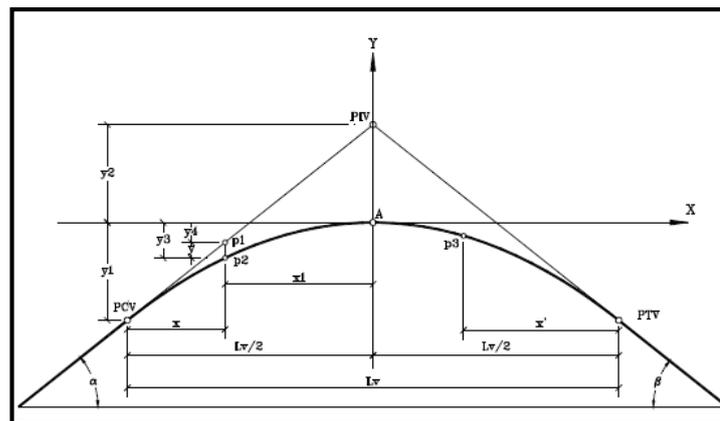
¹² CARDENAS GRISALES, James Ing. Diseño Geométrico de Carreteras Pág. 156

asemejan a las curvas circulares, y se encuentra dentro de los parámetros de diseño y gradientes usuales.

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

El diseño de las curvas verticales debe ser consistente con la distancia de visibilidad para asegurar el frenado.

Gráfico N° 26: Diseño De Curvas Verticales



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.289

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 D la consideramos como conocida. Se conoce por las normas Americanas que la altura de ojo del conductor sobre la calzada es 1,15m 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 D dentro de los condicionamientos indicados y se presentan dos casos:

- Distancia de visibilidad menor que la longitud de curva y
- Distancia de visibilidad mayor que la longitud de curva.

Esto tanto para curvas convexas como para curvas cóncavas. ¹³

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

¹³ AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 168

se da a continuación y por tanto esta ecuación es válida emplear para cualquier valor de A. Esta ecuación es la siguiente:

$$Lv = \frac{D^2 * A}{426} = C * A$$

Donde:

Lv = Longitud de la curva vertical.

D = Distancia de visibilidad.

A = Diferencia algebraica de las gradientes expresadas en %.

C = Constante que puede determinarse de las distancias de visibilidad al frenado para curvas horizontales.

CURVAS VERTICALES CONVEXAS

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

Para el diseño de las curvas verticales convexas predomina el factor de distancia de visibilidad del vehículo y rebasamiento así como seguridad y comodidad en el tráfico.

Existen fórmulas simplificadas para el cálculo de la longitud de la curva con la siguiente expresión:

$$Lcv = K * A$$

Donde:

Lcv = Longitud de curva vertical.

A = Diferencia algebraica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas

CURVA VERTICAL CONVEXA.

Presenta 3 casos:

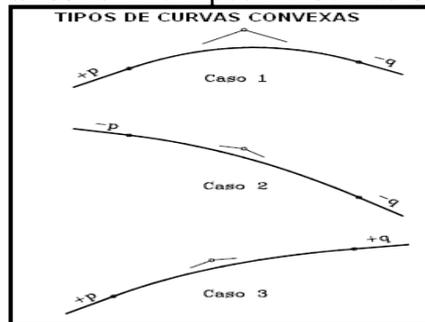
Caso 1. $p > 0, q < 0$

Caso 2. $p < 0, q < 0, p > q$

Caso 3. $p > 0, q > 0, p > q$

[14] Caso 1: Cuando las pendientes tienen diferente signo, presenta a lo largo de su trayectoria un punto de cota máxima, mientras que para los otros dos casos, 2 y 3, el punto de cota máxima de la curva estaría ubicado al principio y al final de esta, respectivamente.

Gráfico N° 27: Tipos De Curvas Convexas



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 290

Tabla N° 31: Curvas Convexas

Velocidad de diseño (kph)	Distancia de visibilidad para Paradas" (m)	Coeficiente $K = S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.210 Cuadro VII-2

¹⁴ T.A.M.S.- ASTEC, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras Pág. 124

Tabla N° 32: Coeficiente K Para Longitud De Curvas Verticales Convexas Mínimas

TPDA	CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE ESPALDONES (m)					
		RECOMENDABLE			MÍNIMA		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑ.	LLANO	ONDULADO	MONTAÑ.
MAS DE 8000	R-I R-II	115	80	43	80	43	28
DE 3000 A 8000	I	80	60	28	60	28	12
DE 1000 A 3000	II	60	43	19	43	28	7
DE 300 A 1000	III	43	28	12	28	12	4
DE 100 A 300	IV	28	12	7	12	3	2
MENOS DE 100	V	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.210 Cuadro VII-3

Utilizamos el valor de K de 3 como valor mínimo y como recomendado es de 12 para este tipo de vía.

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

$$Lcv_{mín} = 0,60 * Vd$$

$$Lcv_{mín} = 0,60 * 60$$

$$Lcv_{mín} = 36 \text{ m}$$

CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

Es importante preservar la integridad física del usuario, se necesita tener Curvas verticales cóncavas lo suficientemente largas, de tal manera que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente similar a la distancia de visibilidad inevitable para la parada de un vehículo. ^[15]

En este tipo de curvas el diseño de su longitud está basado en la distancia de alcance de rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de la visibilidad de parada.

¹⁵ AGUDELO OSPINA, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 188

Para el cálculo se utilizó la fórmula simplificada con la siguiente expresión:

$$L_{cv} = K * A$$

Donde:

L_{cv} = Longitud de curva vertical.

A = Diferencia algebraica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

CURVA VERTICAL CÓNCAVA

Al igual que la curva convexa también presenta tres casos diferentes:

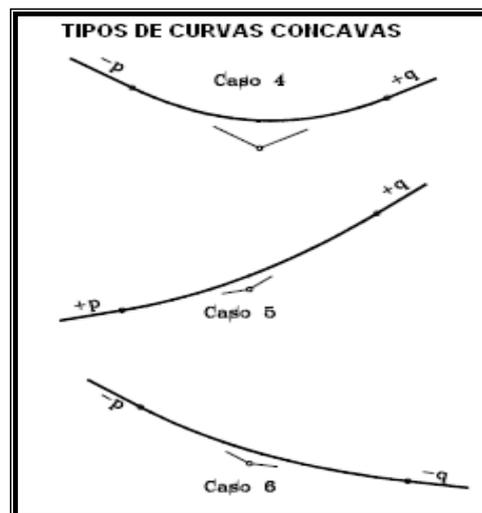
Caso 4. $p < 0, q > 0$

Caso 5. $p > 0, q > 0, p < q$

Caso 6. $p < 0, q < 0, p < q$

Para este tipo de curva, existe en el Caso 4, un punto en la curva donde se presenta la cota mínima. Los otros dos casos, 5 y 6, presentan su cota mínima sobre la curva al principio y al final de esta, respectivamente.

Gráfico N° 28: Tipos De Curvas Cóncavas



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.293

Tabla N° 33: Curvas Cóncavas

Velocidad de diseño (Kph)	Distancia de visibilidad para Paradas "s" (m)	Coeficiente $K = S^2 / 122 + 3,5S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.212 VII-4

Tabla N° 34: Coeficiente k para Longitud de Curvas Verticales Cóncavas
Mínimas

VALORES MINIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS										
Clase de Carretera					Valor			Valor		
					Recomendable			Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—I _o	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.212 VII-5

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

$$Lcv_{\min} = 0,60 * Vd$$

$$Lcv_{\min} = 0,60 * 60$$

$$Lcv_{\min} = 36 \text{ m}$$

VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES

Determinar la longitud apropiada de cada una de las curvas verticales que conforman dicha rasante. Esta longitud debe ser tal que además de brindar comodidad y suministrar una agradable apariencia y un adecuado drenaje, garantice la suficiente seguridad al menos en lo que respecta a la distancia de visibilidad de parada. Se hace entonces necesario determinar la longitud mínima de la curva vertical de modo que a lo largo de esta y en sus proximidades se tenga siempre la distancia de visibilidad de parada.

Para determina esta longitud se debe tener en cuenta si se trata de una curva vertical cóncava o una curva vertical convexa ya que las condiciones de visibilidad son diferentes.

A su vez cada tipo de curva presenta dos casos; el primero cuando tanto el vehículo como el obstáculo se encuentran por fuera de la curva vertical y el segundo cuando ambos se encuentran ubicados dentro de la curva vertical.

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 0,60 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:

$$Lv = C1 * A$$

Los coeficientes C y C1 se han calculado para las diferentes velocidades de diseño adoptadas por el MTOP con estos resultados:

Tabla N° 35: Coeficiente “C” para el cálculo de la longitud de visibilidad

VELOCIDAD DE DISEÑO (kph)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD (m)	$C= D^2/426$ CONVEXAS	$C= D^2/122+3.5*D$ CÓNCAVAS
40	45	5	7
50	60	8	11
60	75	13	15
70	90	19	18
80	110	28	24
90	140	46	32
100	160	60	38
110	190	85	46

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.212

El valor de la longitud L_v de la curva vertical que asegura la distancia de visibilidad “D” se encontrará multiplicando el valor del coeficiente “C” por la suma de gradientes de las líneas que enlaza A.

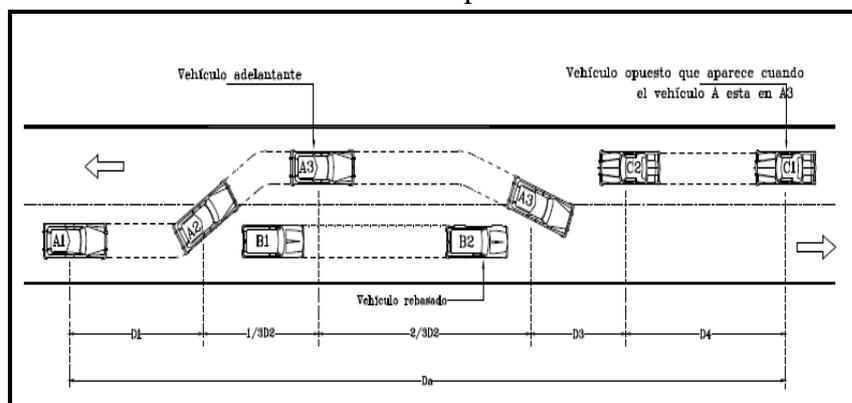
DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS

Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples.

Gráfico N° 29: Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.296

Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.
5. Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:
6. d_1 = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.
7. d_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.
8. d_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.
9. Asumir de 30 m a 90 m.
10. d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.
11. Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Las distancias parciales arriba indicadas se calculan por las siguientes fórmulas:

$$d_1 = 0.14t_1(2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28Vt_2$$

$$d_3 = 0.30 a 90m$$

$$d_2 = 0.28Vt_2$$

Donde:

d_1, d_2, d_3 y d_4 = distancias, expresadas en metros.

t_1 = tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t_2 = tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Kilómetros por hora.

m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en kilómetros por hora.

Esta diferencia se la considera igual a 16 kp/h promedio

a = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo

La distancia d_4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto al final de la maniobra es variable y, de acuerdo con las pruebas y observaciones realizadas por AASHTO, esta distancia varía entre 30 y 91 metros.

Para la realización de estas pruebas se han considerado cuatro grupos de velocidades que varían entre 48 y 64, 64 y 80, 80 y 96, 96 y 112 kilómetros por hora, con promedios de 56, 70, 84 y 99 kilómetros por hora.

Tabla N° 36: Distancia mínima de Visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

V_D , km/H	VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS, km/H		DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO, METROS	
	REBASANDO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40		(80)
30	28	44		(110)
35	33	49		(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)

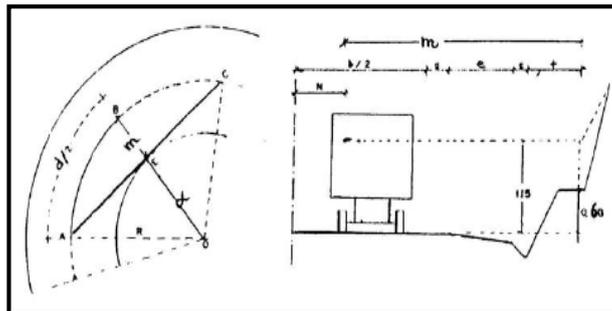
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.187,

DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

La existencia de obstáculos laterales, tales como murallas, taludes en corte, edificios, etc., sobre el borde interno de las curvas, requiere la provisión de una adecuada distancia de visibilidad

Gráfico N° 30: Distancia De Visibilidad En Curvas Horizontales



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pag. 301

Del análisis del arco ABC del gráfico 4.22, se desprende que el mismo representa la distancia de visibilidad de parada “d” y corresponde a la curva de radio R, que recorre al vehículo.

Por otro lado, la recta AC representa la visual del conductor que pasará tangente al talud en el punto asumido a una altura de 1,15 m. sobre el nivel de la calzada. Aproximando el semiarco AB a una recta, de los triángulos ABE y AEO se desprende:

$$AE^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 - m^2 = R^2 - (R - m)^2$$

$$\frac{d^2}{4} m^2 = R^2 - R^2 + 2Rm - m^2$$

$$R = \frac{d^2}{8m}$$

El valor de “m” depende de la sección transversal diseñada o adoptada para el camino en estudio:

$$m = \frac{b}{2} + g - N + e + c + t$$

En donde:

m = Distancia visual horizontal en la curva, m.

b/2 = Semiancho de la calzada, m

g = Sobreebanco de la curva, m

N = Distancia del eje de la vía al ojo del conductor, mínimo = 0,80 m

e = Valor del espaldón, m.

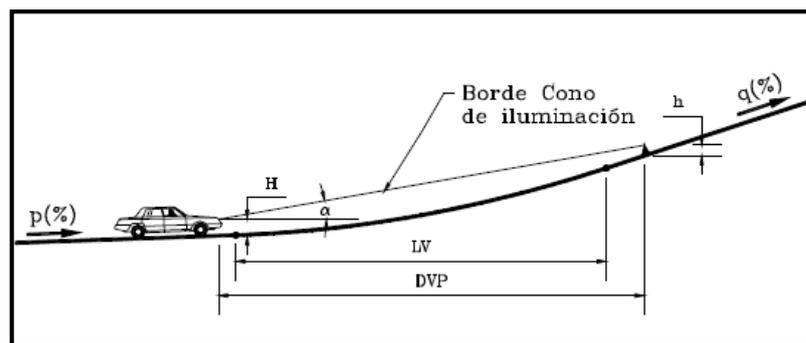
C = Ancho generado por la cuneta, m.

t = Ancho generado por el talud medido desde el nivel de la calzada a 1,15 m de altura, m.

Calculados los valores d y m se puede determinar el menor radio que debe tener una curva, para dentro de las condiciones previstas para el diseño se asegure el factor de visibilidad al frenado.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

Gráfico N° 31: Distancia De Visibilidad En Curvas Verticales Cóncavas



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías. Pág.308

Lv = Longitud curva vertical en metros

DVP = Distancia de visibilidad de parada requerida en metros

p = Pendiente inicial en porcentaje

q = Pendiente final en porcentaje

A = Diferencia algebraica de pendientes en porcentaje

H = Altura de las luces delanteras del vehículo = 0.60 m

h = Altura del obstáculo = 0.15 m

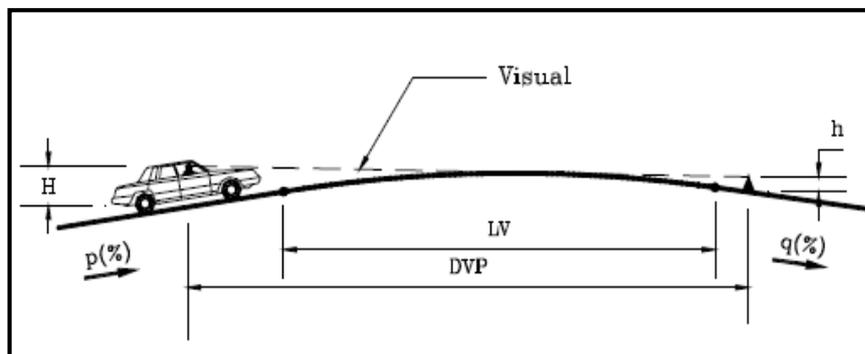
α = Angulo formado por el borde del cono de iluminación y el eje prolongado del faro igual a $\alpha = 1^\circ$

Tabla N° 37: Valores De K Para Curvas Verticales Cóncavas

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES – AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	CURVAS CÓNCAVAS	CURVAS CONVEXAS	LONGITUD MÍNIMA
30	4	3	20
40	8	5	25
50	11	9	30
60	15	14	35
70	20	22	40
80	25	32	45
90	30	43	50
100	37	62	55
120	50	102	70

Fuente: Diseño Geométrico de vías AASHTO Pág.265

Gráfico N° 32: Distancia de Visibilidad en Curvas Verticales Convexas



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.308

L_v = Longitud curva vertical en metros

DVP = Distancia de visibilidad de parada requerida en metros

p = Pendiente inicial en porcentaje

q = Pendiente final en porcentaje

A = Diferencia algebraica de pendientes en porcentaje

H = Altura del ojo del conductor = 1.15 m

h = Altura del obstáculo = 0.15 m

Tabla N° 38: Valores De K Para Curvas Verticales Convexas

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES – AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	CURVAS CÒNCAVAS	CURVAS CONVEXAS	LUNGITUD MÌNIMA
30	4	3	20
40	8	5	25
50	11	9	30
60	15	14	35
70	20	22	40
80	25	32	45
90	30	43	50
100	37	62	55
120	50	102	70

Fuente: Diseño Geométrico de vías AASHTO Pág. 266

9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Este tema está destinado, a explicar todas las operaciones necesarias para el cálculo de los movimiento de tierras en los proyectos viales.

En el estudio económico de las obras de tierra, se debe tener presente el cambio de volumen que sufre el suelo por la excavación y la compactación. Para la excavación se considera un incremento en el volumen respecto al inicial, este fenómeno se denomina esponjamiento. En el relleno se debe computar un volumen menor al excavado, porque el material apisonado se comprime por la compactación mecánica y se logra un peso volumétrico igual al original.

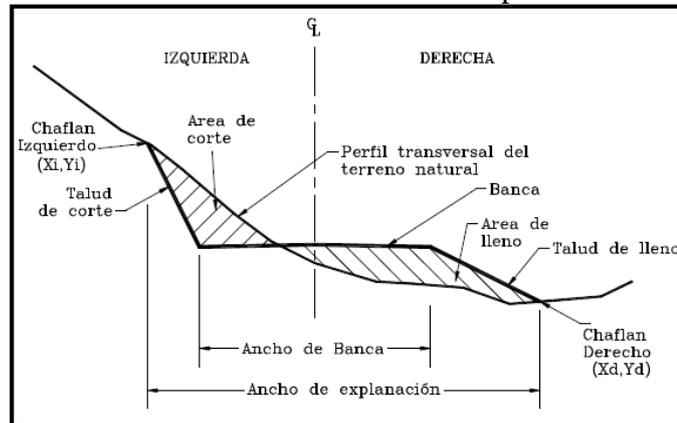
Para el constructor de carreteras el trabajo de mayor importancia es el movimiento de tierras, rubro que, con frecuencia es el más grande dentro del presupuesto de una carretera. De su correcta realización y control dependerá no sólo el éxito técnico de la obra, sino también los beneficios económicos que se obtengan.

El movimiento de tierra necesario para la construcción de una carretera se determina a partir de los perfiles o secciones transversales obtenidos a lo largo del eje de la vía. La longitud de estos perfiles, su espaciamiento y la forma de obtener la información depende de diferentes factores.

Sobre cada uno de los perfiles transversales del terreno se debe ubicar, a partir del estudio de estabilidad de taludes y del diseño horizontal, transversal y vertical la explanación necesaria con el fin de cuantificar las áreas de excavación o de terraplén.

El área de explanación está definida por la banca, los taludes y el perfil transversal del terreno natural. Mientras que el ancho de explanación es la distancia comprendida entre el chaflán izquierdo y el chaflán derecho, tal como lo indica en el GRÁFICO N° 33.

Gráfico N° 33: Áreas De Explanación



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 310

SECCIÓN TRANSVERSAL

Es parte fundamental de un proyecto vial, donde el Ingeniero debe poner el máximo interés, para emitir sus conclusiones respecto al tipo de sección transversal a utilizar, de esta última depende la capacidad de tráfico de la vía y el costo total de la construcción.

El tráfico futuro, el criterio técnico y el buen sentido son rectores que fijarán la sección transversal más adecuada, que cumpla a satisfacción las exigencias futuras, paralelamente se sujetará a las condiciones económicas existentes, de modo que la obra no tenga un costo elevado.

Geoméricamente, la sección transversal queda definida por la calzada, los espaldones, las bermas, las cunetas y los taludes laterales. En ocasiones con el objeto de mejorar las condiciones de operar la vía, se añaden a la sección transversal elementos tales como los bordillos, barandas, defensas, fajas separadoras y los dispositivos para la señalización de la vía.

En la sección transversal, se define como calzada, a la parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. Contiguos a la calzada, se encuentran los espaldones, destinados a estacionamientos eventuales de vehículos; y en casos

de necesidad urgente, pueden ser utilizados para la circulación. Las bermas, que suelen confundirse con los espaldones, sirven de soporte lateral a la zona de circulación. Calzada y espaldón constituyen la plataforma de la carretera, llamada explanación y es el ancho total comprendido entre las estacas extremas del talud.

SECCIONES TÍPICAS

Todos los valores son normalizados por el Manual de Diseño de Carreteras del M.T.O.P. Para este caso se adoptó por requerimientos del Gobierno Provincial de Sucumbíos, y los resultaron que se obtuvo; los correspondientes valores de carreteras de dos carriles de clase IV.

Se denomina chaflán a las coordenadas de los extremos de los taludes con respecto al eje de la sub-rasante o en otras palabras los puntos donde los taludes encuentran el terreno natural. Por su parte la subrasante es la superficie acondicionada donde se apoya la estructura de pavimento.

Las cantidades de movimiento de tierra también se pueden determinar sin necesidad de obtener en detalle el perfil transversal del terreno. Esto se hace a partir de los chaflanes que se determinan directamente en el terreno con base en la información del diseño vertical y la inclinación de los taludes. Esta metodología aunque mucho más rápida es poco precisa y solo se emplea en proyectos pequeños donde las diferencias en los volúmenes no son considerables.

Otra forma de determinar la cantidad de movimiento de tierra es a partir de la topografía inicial y la topografía modificada luego de realizada la explanación. Esto es posible por medio de un programa especializado y solo serviría para obtener el volumen total.

El cálculo del movimiento de tierra debe realizarse por medio de secciones transversales por las siguientes razones:

El volumen debe ser discriminado por sectores de acuerdo al tipo de suelo ya que los costos de explanación varían de acuerdo a este.

Para elaborar el diagrama de masas y manejar de la mejor forma los volúmenes de tierra excedentes se requiere obtener cantidades como mínimo cada 100 metros.

La gran mayoría de entidades, oficiales y privadas, exigen la presentación del diseño transversal y el movimiento de tierra por medio de secciones transversales debido a que se tiene una información gráfica mucho más completa y detallada.

LEVANTAMIENTO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES.

El levantamiento de las secciones transversales puede llevarse a cabo de diversas formas dependiendo básicamente del tipo de terreno, alcances del proyecto, equipo e información disponible. A continuación se indican las diferentes formas en que se puede obtener el perfil transversal del terreno en una abscisa cualquiera.

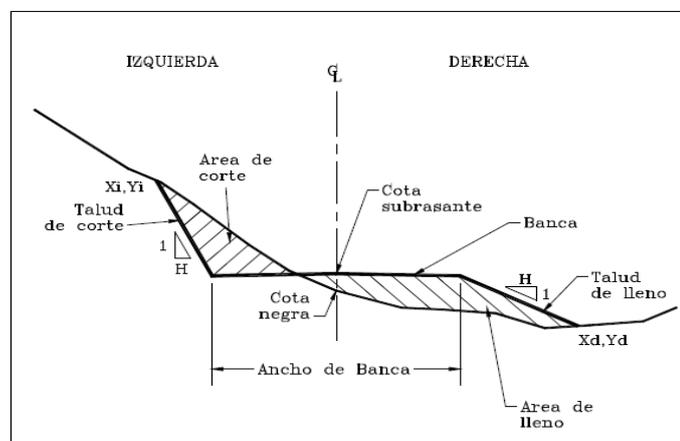
DIBUJO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Para determinar tanto las áreas y los chaflanes de una sección transversal es necesario dibujarla, en papel milimetrado o en el computador, a partir de la siguiente información:

- Perfil transversal
- Ancho de banca
- Cota negra
- Cota sub-rasante
- Inclinación talud de corte y/o relleno
- Peralte

El valor del peralte permite una mayor exactitud en el cálculo de las áreas y de los chaflanes.

GRÁFICO N° 34: Elementos para el Cálculo de Áreas y Chaflanes



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág.310

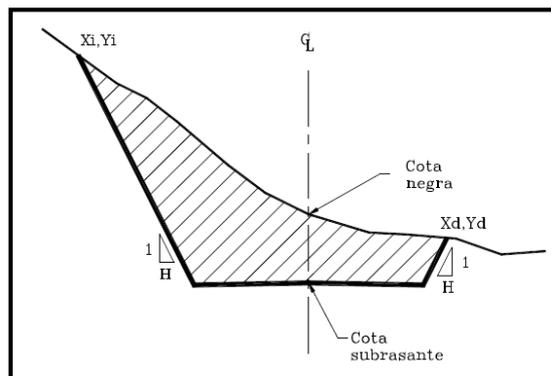
SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DE CONSTRUCCIÓN:

De acuerdo a la topografía y al alineamiento vertical se pueden tener diferentes tipos de secciones a lo largo de una vía:

- Sección en corte o excavación
- Sección en relleno o terraplén
- Sección mixta
- Sección en corte a media ladera

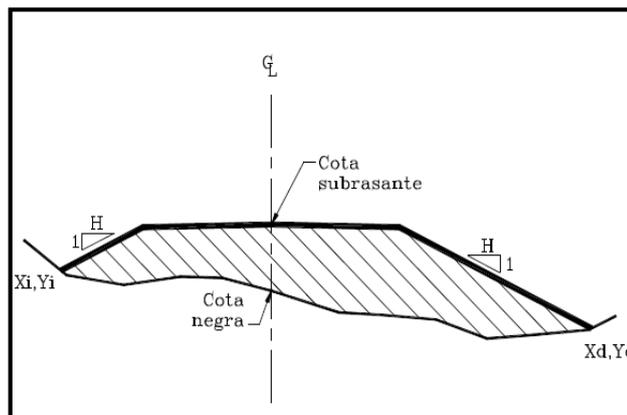
Cada una de los tipos mencionados puede encontrarse en tramo recto, donde la inclinación de la banca corresponde al bombeo, o en tramo curvo con una inclinación de banca igual al peralte requerido.

Gráfico N° 35: Sección En Corte o Excavación



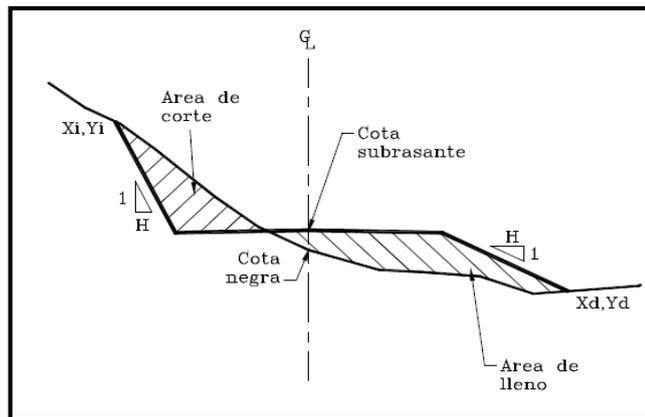
Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías. Pág. 311

Gráfico N° 36: Sección En Relleno O Terraplén



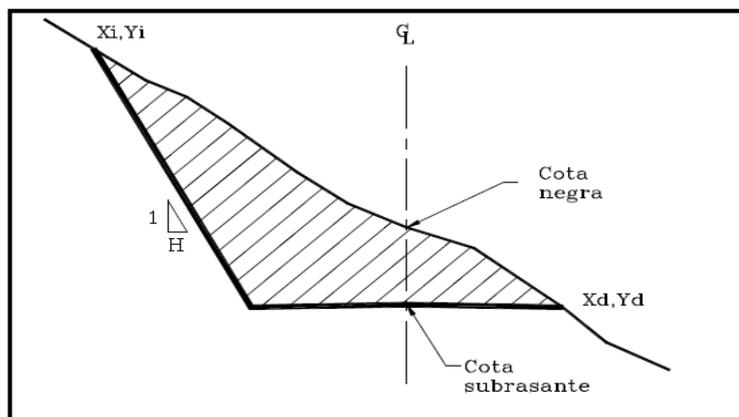
Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 311

Gráfico N° 37: Sección Mixta



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 312

Gráfico N° 38. Sección En Corte En Ladera



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 312

CÁLCULO DE VOLÚMENES

Luego de tener el valor de las áreas de las secciones transversales, cualquiera haya sido el método de cálculo, se procede a calcular los volúmenes comprendidos entre ellas.

Este volumen se supone que es un elemento geométrico de forma prismoidal limitado en sus extremos por las dos secciones transversales, en los costados por los taludes de corte o de lleno y en su parte inferior y superior la banca y la superficie del terreno natural

Para calcular el volumen del prismoide se emplea la siguiente expresión:

$$V = L(A1 + A2 + 4AM)/6$$

Donde:

V = Volumen del prismoide (m³)

A1 = Área de la sección inicial (m²)

A2 = Área de la sección final (m²)

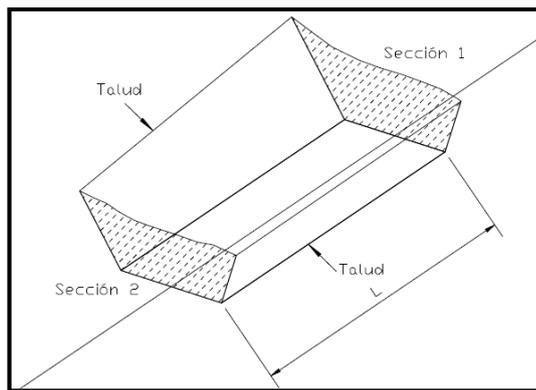
L = Distancia entre secciones (m)

Am = Área de la sección situada en L/2.

Suponiendo que Am es igual al promedio de A1 y A2 se puede emplear la expresión:

$$V = \frac{L(A1 + A2)}{2}$$

GRÁFICO N° 39: Prismoide



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 313

Para determinar los volúmenes de movimiento de tierras, partimos de los datos obtenidos del levantamiento topográfico, con lo cual dibujamos el perfil transversal de cada abscisa del eje del proyecto.

Conocida la cota del proyecto, el ancho de la calzada de la carretera y la inclinación de los taludes, dibujamos la sección transversal de la carretera.

Para el cálculo de las áreas utilizamos cualquier método que se indica a continuación:

Descomponiendo las secciones en figuras geométricas como: triángulos, rectángulos, trapecios, etc.

Una vez determinadas las áreas de las secciones transversales en corte y relleno, se calculan los respectivos volúmenes.

Para dos cortes consecutivos.

$$\text{Volumen} = \frac{(C1 + C2) * Distancia}{2}$$

Para dos rellenos consecutivos.

$$\text{Volumen} = \frac{(R1 + R2) * Distancia}{2}$$

Para el caso de un perfil en corte y otro en relleno.

$$\text{Volumen de corte} = \frac{C^2 * Distancia}{(2 * (C + R))}$$

$$\text{Volumen de relleno} = \frac{R^2 * Distancia}{(2 * (C + R))}$$

Para el caso de que un perfil este todo en corte, y el otro, parte en corte y parte en relleno.

$$\text{Volumen de corte} = \frac{(C + c)^2 * (c * r) * Distancia}{(2 * (C + c + r))}$$

$$\text{Volumen de corte} = \frac{(r^2 + (c * r)) * Distancia}{(2 * (C + c + r))}$$

Para evaluar los volúmenes tanto de corte como el de relleno se deben considerar factores de expansión y de contracción, obviamente dependiendo del suelo disponible en sitio, se tomaron valores que constan en la siguiente CUADRO N° 39.

Para el proyecto en estudio, se asume los valores correspondientes a ARENAS, que es el tipo de suelo existente en el proyecto, con la finalidad de cuantificar de mejor manera los volúmenes de material tanto de corte como el de relleno.

Tabla N° 39: Coeficiente de expansión y de Contracción para distintos tipos de suelos

TIPO DE SUELO	CONDICIÓN INICIAL	CONVERTIDO A		
		EN SITIO	SUELTO	COMPACTADO
ARENA	EN SITIO	0.00	1.11	0.95
	SUELTA	0.90	0.00	0.86
	COMPACTADA	1.05	1.17	0.00
TIERRA COMUN	EN SITIO	0.00	1.25	0.90
	SUELTA	0.80	0.00	0.72
	COMPACTADA	1.11	1.39	0.00
ARCILLA	EN SITIO	0.00	1.43	0.90
	SUELTA	0.70	0.00	0.63
	COMPACTADA	1.11	1.59	0.00
ROCA	EN SITIO	0.00	1.50	1.30
	SUELTA	0.67	0.00	0.87
	COMPACTADA	0.77	1.15	0.00

Fuente: Tomado del libro “Carreteras Estudio y Proyecto” de Carciente Jacob Pág. 356

Del cuadro se toman los valores correspondientes a arenas: de sitio A suelta $f = 1.11$; de suelta a compactada $f = 0.86$. Lo que significa que al cortar 1m^3 de suelo en sitio se obtiene 1.11m^3 de material suelto. Para relleno en cambio, se requiere de 1.16m^3 de material suelto para obtener 1m^3 de material compactada. Las unidades de medida son el m^3 para la excavación y m^3/km para sobreacarreo.

DIAGRAMA Y CURVAS DE MASAS

Permite realizar breve y fácilmente los tanteos precisos para fijar las compensaciones con el menor costo y sus distancias medias de acarreo de tierras. El corte se considera con signo positivo y el relleno con signo negativo. Si una curva de masas es horizontal entre estaciones o abscisas, nos indica que no hay que mover material en ese tramo.

En realidad pueden existir cortes y rellenos, pero se equilibran entre sí. Si el trabajo consiste en cortes y rellenos en laderas o taludes, el diagrama tiende a aplanarse, porque los cortes pueden moverse entre los rellenos en vez de moverlos de una estación a la otra.

El movimiento de tierras de un lado al otro de la línea de centro (polígono definitivo) se llama transporte cruzado.

El acarreo libre es la distancia que puede moverse la excavación sin que aumente el precio de contrato; es decir, el precio unitario cotizado para la excavación se aplica sólo a distancias de acarreo menores que el acarreo libre. El sobreacarreo es la distancia que excede del acarreo libre.

En definitiva la curva de masas se utilizó para:

- Compensar volúmenes de tierra.
- Determinar el sentido de movimiento del material.
- Medir el transporte, distancias a mover volúmenes de tierra.
- Determinar la distancia de acarreo libre.
- Determinar o calcular la distancia de sobreacarreo.
- Establecer tramos de préstamo y zonas de bote.

Además cumplió con las siguientes propiedades:

- En corte asciende.
- En rellenos decrece.
- En lugares donde se cambia de corte a relleno, la curva marca un máximo.
- En lugares donde se cambia de relleno a corte, la curva marca un mínimo.
- El resultado de la resta de ordenadas entre dos puntos marca la diferencia de volumen de tierras entre la distancia de ambos puntos.
- Cuando la curva quede por encima de la línea de compensación, los acarreos se harán de atrás hacia adelante.
- Cuando la curva quede por debajo de la línea de compensación, los acarreos se harán de adelante hacia atrás.
- El área comprendida entre la curva de masas y la línea de compensación, representa el volumen por la longitud media de acarreo.

UTILIZACIÓN PRÁCTICA DEL DIAGRAMA DE MASAS

El diagrama de masas tiene las siguientes aplicaciones:

- El diagrama de masas está compuesto por una serie de ondas y estas por ramas, la rama es ascendente en tramos donde, en el perfil longitudinal predomina el corte y es descendente en tramos donde predomina el relleno. La pendiente de la rama está relacionada con la magnitud del

volumen, por tanto, pendientes muy pronunciadas indica grandes movimientos de tierra.

- Los puntos del diagrama de masas donde la pendiente de la rama cambia de signo corresponden a máximos y mínimos de la curva. Dichos puntos coinciden con aquellos del perfil longitudinal que indican el paso de corte a relleno o viceversa.
- La diferencia entre dos ordenadas con respecto a dos puntos en la horizontal, da el volumen de corte o relleno disponible entre ellos.
- La posición de una onda relación a la línea compensatoria, indica la dirección del acarreo a realizar. Ondas sobre la línea compensatoria, indican transporte hacia adelante, mientras que las ondas negativas indican acarreo hacia atrás.
- En el diagrama de masas, los valores de corte se asocian con el signo positivo; mientras que, los valores de relleno se asocian con el signo negativo.
- Para la determinación de los volúmenes de corte y relleno se localizan en el campo secciones transversales de acuerdo a los siguientes criterios:
 - En estaciones a intervalos de 20 metros.
 - En cada lugar en el cual varíe la pendiente de la superficie del suelo a lo largo del eje de la vía.
 - En puntos más altos o más bajos del terreno.
- El resumen de los volúmenes de corte y relleno se encuentran en el diagrama de masas.

CÁLCULO DE LA CURVA DE MASAS

El método que se utilizo es el que calcula el volumen entre dos secciones transversales continuas, multiplicando el promedio de las áreas de las secciones por las distancias que las separa.

$$V \text{ acumulado} = V_{\text{abscisa anterior}} + V_{\text{corte en esta abscisa}} \\ - V_{\text{relleno en esta abscisa}}$$

El volumen de la curva de masas es de 18195,71 m³.

Volumen de corte: 13712,92 m³

Volumen de relleno: 4482,79 m³

E. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

a. Diseño Geométrico De La Vía

Generalidades

La carretera Orellana Salinas por tratarse de una vía que posee demasiada demanda agrícola, minera y ecológica es necesario la realización la rehabilitación de de la misma.

Parámetros Geométricos y Criterios de Diseño según la Norma del MTOP

Al realizar el recorrido por todo el proyecto vial se pone a consideración las siguientes recomendaciones:

- Con el TPDA determinado definiremos el proyecto como carretera clase IV en terreno ondulado y adoptar los valores y parámetros de diseño geométrico correspondientes a esta clase de vía.
- Se deberá realizar el mejoramiento en todas las curvas para evitar posibles accidentes en los mismos.
- Dentro de la sección transversal típica: se deberá considerar una carretera clase IV en terreno ondulado, la que básicamente consiste en una calzada de 6,00 m. de ancho con espaldones de variables a cada lado.

Referencia del Eje

Una vez materializado el eje de la vía, este fue debidamente referenciado, mediante la colocación de mojones en los PC y PT de las curvas y en los puntos de las tangentes.

Levantamiento de Perfiles Transversales

En todos los puntos estacados se tomaron perfiles transversales con acotamientos en los bordes y fondos de cuneta, pie de taludes, hasta cubrir una faja de 25 m. a cada lado de la carretera.

Levantamiento de obras de arte existentes

Según el levantamiento topográfico se determinó las alcantarillas, puentes existentes obteniéndose longitudes, ancho, alto, cotas de entrada y salida, cabezales, etc.

Trabajos De Oficina

En base a los datos de campo se calculó coordenadas y se dibujó la franja topográfica con todos sus detalles (vía existente, construcciones, alcantarillas, puentes, etc.) bajo formatos del MTOP.

Proyecto Horizontal

De acuerdo al levantamiento horizontal se procedió a cambiar los elementos de diseño (radios, deflexiones y transiciones).

Proyecto Vertical

Este ha consistido en un proyecto de regularización de la rasante actual con los siguientes objetivos:

- Se aprovechara al máximo la capa actual de rodadura
- Corregir dentro de lo posible los defectos constructivos del proyecto original tales como: curvas verticales sin visibilidad, corregir el mal drenaje de la vía mediante la elevación de la rasante en zonas planas para permitir el drenaje transversal de la calzada.
- Se utilizará al máximo y dentro de lo posible la obra básica existente, las obras de arte menor y mayor muros de sostenimiento.

b. ESTUDIO HIDRAÚLICO

Para el drenaje de carreteras es de vital importancia la construcción de obras de arte dirigidas específicamente a recoger, conducir y evacuar el agua superficial que se acumula sobre ó en sectores próximos a la vía. Y para que trabaje de manera eficiente durante y después de fuertes precipitaciones, ésta deberá estar sometida a una limpieza y reparación rutinaria del drenaje.

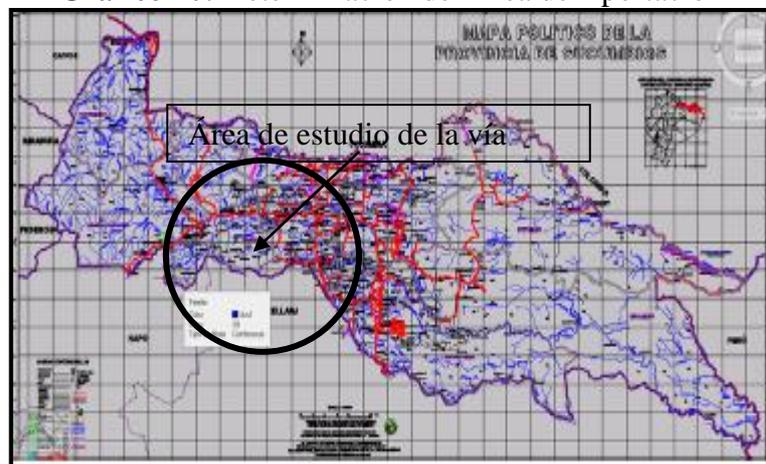
Para evitar posibles problemas de drenaje superficial y erosión del suelo, se debe realizar un estudio minucioso del trazado de la vía. El trazado ideal desde el punto de vista del drenaje, omite las pendientes pronunciadas, los desmontes rápidos y los terraplenes, sitios donde se observa problemas para el control de la erosión. Hay que considerar entonces que el drenaje superficial es un factor muy importante para el trazado de carreteras.

Luego de haber establecido el trazado definitivo de la vía, debe tomarse en consideración todas las obras de drenaje que se presentarán a lo largo del proyecto, ya que sin una adecuada instalación de drenaje, tanto superficiales como subterráneas, afectará directamente en el tiempo de la vida útil del camino, sin considerar que tan buena o no sea la estructura del pavimento.

Las dimensiones de las estructuras de drenaje deberán estar basadas en un cierto caudal razonable de diseño, así como en las características del sitio y en consideraciones ambientales. La determinación del caudal correcto de diseño o de un valor razonable es de importancia fundamental, para que la estructura pueda funcionar correctamente y para prevenir fallas en las estructuras. El diseño de cruces para condiciones de estiaje se basa en estimaciones tanto de los caudales mínimos como de los máximos para ese drenaje en particular.

La mayoría de los métodos de determinación del caudal implica la definición o estimación del área de drenaje. Este trabajo usualmente se realiza mediante la delimitación del área de la cuenca de captación sobre un mapa topográfico.

Gráfico 40: Determinación del Área de Aportación



Realizó: Darío Chafra-Mario Pacheco

Idealmente, deberían usarse mapas topográficos a una escala de 1:10 000 o 1:20 000 para el diseño del proyecto de drenaje. Sin embargo, es frecuente que en muchos países la escala del mapa más detallado disponible sea de 1:50 000, por lo que este tipo de mapa debería emplearse.

En cuencas de captación extensas se puede contar con datos específicos de estaciones de aforo, los cuales se podrían analizar estadísticamente y usarse en el diseño hidráulico para determinar los caudales correspondientes a distintos periodos de retorno. Las marcas de niveles altos del agua y las mediciones de la geometría del cauce se pueden usar junto con la Ecuación de Manning para determinar la velocidad de flujo y por lo tanto el volumen de flujo (descarga, o capacidad) a través del cauce para un cierto nivel máximo del agua.

Se puede recurrir a una gran variedad de métodos disponibles para el diseñador, a fin de determinar los caudales de diseño. Se debería usar cuando menos un método analítico e idealmente un par de métodos para comparar los resultados entre sí y ganar confianza en sus valores del caudal de diseño.

MÉTODO RACIONAL.- Se usa con mucha frecuencia para la determinación de caudales en cuencas de captaciones pequeñas y se puede aplicar en la mayoría de las zonas geográficas. Resulta particularmente útil cuando no se tienen datos de flujo de arroyos locales y se puede usar para hacer una estimación aproximada del caudal para grandes cuencas de captación, a falta de otras opciones. Es por eso que la Fórmula Racional se presenta a continuación y se explicará brevemente.

$$Q=(C*I*A)/360$$

Q = Caudal de diseño, m³/s.

C = Coeficiente de escorrentía, a dimensional.

I = Intensidad de lluvia, mm/hora.

A = Área de drenaje, has.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C). En estos valores se reflejan las diferentes características de la cuenca de captación que afectan el escurrimiento. El diseñador debe desarrollar experiencia y usar su criterio para seleccionar el valor apropiado de C. Puede observarse que el valor de C es posible que cambie

en el curso de la vida útil de la estructura, como puede ser debido a cambios en el uso del suelo de un bosque para convertirse en terrenos agrícolas, o como resultado de un incendio en la cuenca de captación.

Área (A), es simplemente la superficie de la cuenca de captación que contribuye con escurrimientos hacia el cruce de drenaje. Sus límites abarcan desde uno de los parte aguas de drenaje hasta el opuesto y hacia abajo hasta llegar al cruce. En la superficie de un camino, el “área de drenaje” es el talud del corte y el área de la superficie de la calzada entre drenes transversales o las cunetas de salida.

Intensidad de lluvia (I), es el tercer factor, y el que resulta más difícil de obtener. Se expresa como la intensidad promedio de lluvia en milímetros por hora (mm/h) para una cierta frecuencia de recurrencia y para una duración igual al Tiempo de Concentración de la cuenca de captación. Al inicio de una tormenta, el escurrimiento desde partes distantes de la cuenca de captación no ha llegado al punto de descarga. Una vez que el escurrimiento alcanza el punto de descarga, más allá del tiempo de concentración, tendrá lugar un régimen de flujo estable. Este periodo inicial constituye el “Tiempo de Concentración”. Para el caso de cuencas de captación muy pequeñas, se recomienda un tiempo mínimo de concentración de 5 minutos para encontrar la intensidad que se usará en la determinación de los caudales de diseño.

ANÁLISIS DEL REGIMEN PLUVIAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El lugar donde se desarrolla el proyecto tiene un área de influencia que le corresponde a un clima tropical de altura, esto es, muy suavizado en temperaturas y escaso en lluvias, lo que origina en algunas zonas incluso un clima y vegetación semidesérticos; esto contrasta con los páramos de altura y los nevados.

INTENSIDADES DE LLUVIA

Con el objeto de tener mayor precisión en el cálculo de caudales se debe entonces considerar la influencia de las magnitudes de precipitación pluvial, siendo así se han definido las siguientes curvas de *Intensidad-Duración-Frecuencia*. En el

cual ingresa como dato básico el correspondiente a la precipitación máxima en 24 horas para la zona en estudio, valor que se encuentra implícito en el parámetro I_d de acuerdo a las siguientes relaciones establecidas por **INAMHI** para la *zona 22* en su última versión del 2000.

$$\text{Para } 5\text{min} < t < 25\text{min} >>> I_t, T_r = 76,946 * t^{-0.4583} * I_d$$

$$\text{Para } 25\text{min} < t < 1.440\text{min} >>> I_t, T_r = 174,470 * t^{-0.7143} * I_d$$

Donde:

I_t, T_r = Intensidad máxima de lluvia con duración t y periodo de retorno T_r en años.

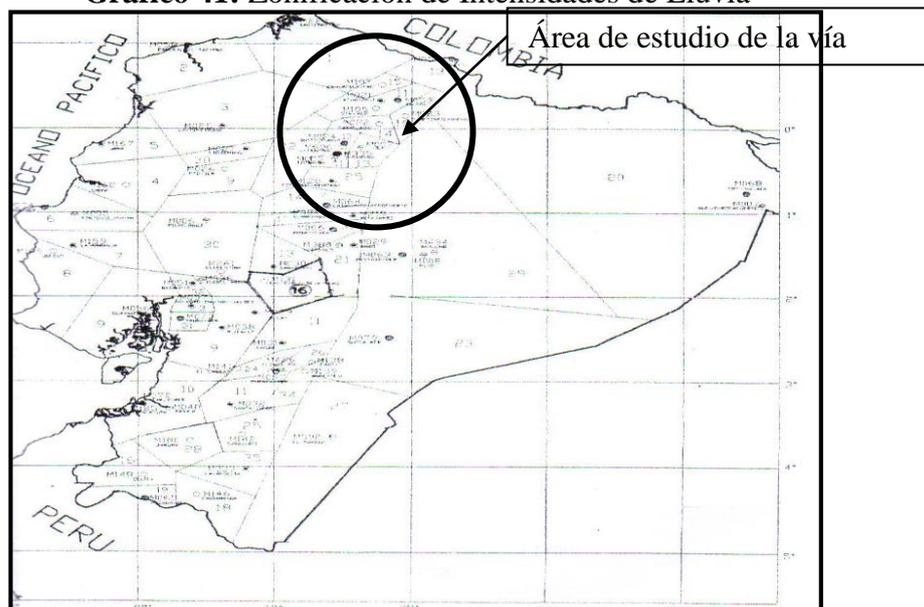
t = Duración de la lluvia en minutos.

I_d = Intensidad diaria para un periodo de retorno de T_r años ($I_d = P_d/24$), mm/hora.

P_d = Precipitación diaria (precipitación máxima en 24 horas), mm.

Para poder comprender con mayor facilidad la metodología aplicada se presenta a continuación la zonificación del país para un periodo de retorno de 10 años.

Gráfico 41: Zonificación de Intensidades de Lluvia



Fuente: INAMHI

INFORMACIÓN METEREOLÓGICA DE LA ESTACIÓN LAGO AGRIO – ENO (M – 097)

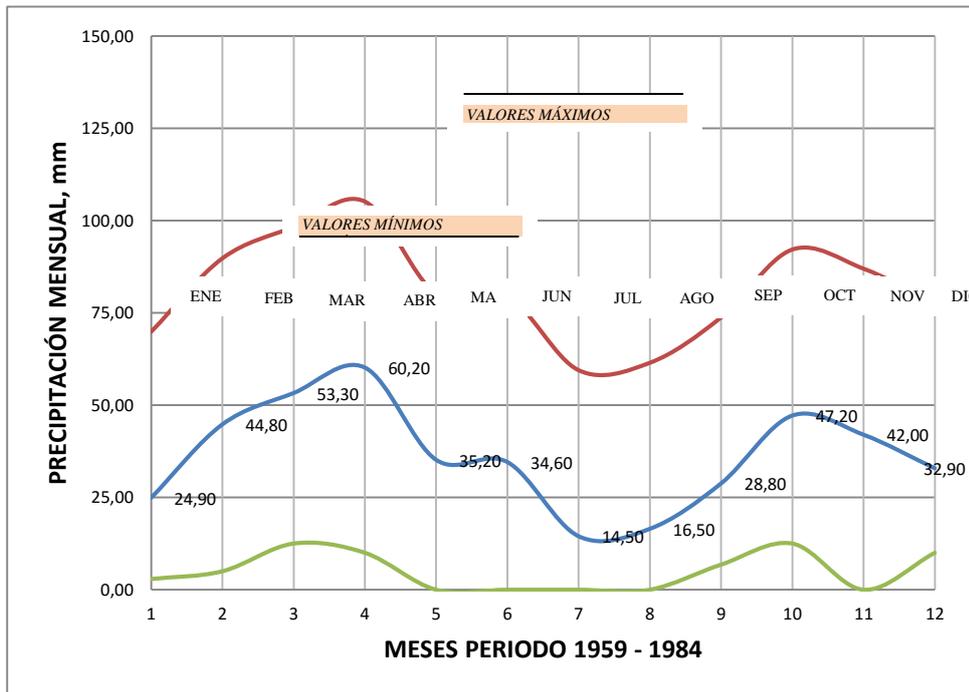
En los siguientes cuadros se presentan los datos de temperatura, humedad relativa, nubosidad, heliofanía, evaporación, precipitación mensual, precipitación máxima diaria y número de días con lluvia mayor a 0.10 mm diarios recopilados en esta estación climatológica principal para el periodo 1959-1984 (26 años) localizada en las coordenadas 01° 39' 00" S y 78° 39' 00" W, a 2760 msnm.

Tabla N° 40: INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN METEREOLÓGICA (LAGO AGRIO – ENO)

AÑO	TEMP. °C	HUM %	HELIOF	NUBO,	EVAPO,	PRECP,	Pmáx24h,	DÍAS c /
			horas	octavos	mm	mm	mm	LLUVIA
1959	13,0	80	n/d	6,0	n/d	443,90	27,60	158,00
1960	14,0	77	n/d	6,0	n/d	244,50	16,80	89,00
1961	12,6	80	n/d	6,0	n/d	276,80	29,00	70,00
1962	12,9	77	1509,20	6,0	401,50	467,80	32,40	96,00
1963	13,5	73	1546,10	6,0	625,60	500,30	20,90	134,00
1964	13,3	73	1868,20	6,0	2120,00	418,10	24,40	176,00
1965	n/d	73	1898,10	6,0	1720,80	479,30	25,60	182,00
1966	13,9	72	1122,80	6,0	965,50	370,90	25,40	132,00
1967	13,3	72	n/d	6,0	241,40	358,90	22,10	138,00
1968	13,5	70	1869,00	6,0	634,70	253,10	20,30	86,00
1969	13,7	75	1630,20	6,0	1209,10	482,50	47,60	128,00
1970	13,2	78	1750,90	7,0	1111,10	574,90	35,40	149,00
1971	13,0	75	1179,00	7,0	1044,30	526,70	20,10	160,00
1972	13,5	79	1588,70	6,0	1017,60	473,90	28,40	131,00
1973	13,9	69	1668,10	7,0	n/d	276,50	15,30	91,00
1974	13,3	68	1444,30	6,0	771,70	452,50	18,80	163,00
1975	13,0	70	1579,90	7,0	823,00	621,00	24,30	186,00
1976	13,4	68	1653,10	6,0	1073,90	390,00	18,80	141,00
1977	13,8	70	1702,00	6,0	931,50	365,30	25,00	132,00
1978	13,8	73	1828,10	6,0	1067,00	373,80	22,60	135,00
1979	14,0	72	n/d	6,0	1250,80	274,60	28,10	104,00
1980	13,9	71	n/d	6,0	n/d	373,60	24,60	91,00
1981	14,3	70	1750,40	6,0	n/d	433,20	26,20	130,00
1982	14,4	76	1534,50	n/d	n/d	581,80	26,00	n/d
1983	13,9	73	1536,60	6,0	n/d	627,40	25,40	148,00
1984	13,5	77	1493,90	6,0	n/d	668,50	22,00	n/d
PROMEDIO	13,5	74	1607,66	6,2	1000,56	434,99	25,12	131,25

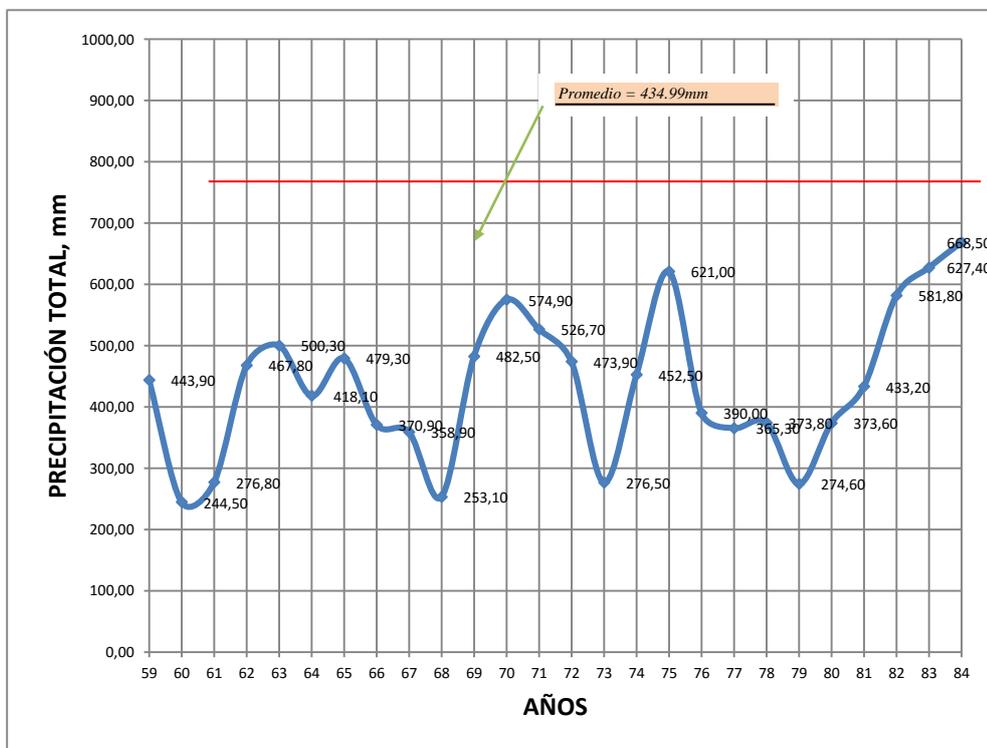
Fuente: INAMHI

Gráfico N° 42: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL LAGO AGRIO –ENO



Fuente: INAMHI

Gráfico 43: PRECIPITACIÓN ANUAL EN LAGO AGRIO – ENO



Fuente: INAMHI

Tabla N° 41: INTENSIDADES MÁXIMAS DE LLUVIA

Tr AÑOS	t, en minutos						t, en horas			
	5	10	15	20	30	60	2	6	12	24
2	55,20	40,20	33,40	29,20	23,10	14,10	8,60	3,90	2,40	1,50
5	64,40	46,90	38,90	34,10	26,90	16,40	10,00	4,60	2,80	1,70
10	73,60	55,60	44,50	39,00	30,70	18,70	11,40	5,20	3,20	1,90
25	92,00	67,00	55,60	48,70	38,40	23,40	14,30	6,50	4,00	2,40
50	110,40	80,40	66,70	58,50	46,10	28,10	17,10	7,80	4,80	2,90
100	147,20	107,10	89,00	78,00	61,50	37,50	22,80	10,40	6,40	3,90

Realizó: Darío Chafra-Mario Pacheco

Tabla N°42. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL EXISTENTE

INVENTARIO DE ALCANTARILLAS EXISTENTES									
N°	ABSCISA	ORIGEN FLUJO		LONGITUD	SECCIÓN TRANSVERSAL			MATERIAL	OBSERVACIONES
		IZQ	DER		D	B	H		
1	0 + 118,25	X		11,10	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
2	0 + 410,10	X		12,15	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
3	0 + 806,74	X		10,57	1,00			Hormigón	Cruce de esteros
4	1 + 265,96	X		11,20	1,20			Hormigón	Cruce de esteros
5	1 + 593,66	X		11,54	1,50			Hormigón	Cruce de esteros
6	2 + 229,01	X		12,60	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
7	2 + 427,52	X		12,60	1,20			Hormigón	Cruce de esteros
8	2 + 746,68	X		13,10	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
9	3 + 373,83	X		12,79	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
10	3 + 749,44	X		11,76	1,50			Hormigón	Cruce de esteros
11	4 + 153,15	X		11,43	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
12	4 + 285,42	X		10,65	0,60			Hormigón	Cruce de esteros
13	4 + 553,88	X		12,29	0,120			Hormigón	Cruce de esteros
14	4 + 950,96	X		11,67	0,60			Hormigón	Cruce de esteros

Realizó: Darío Chafra-Mario Pacheco

DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

Para realizar el cálculo de los caudales máximos se emplea el llamado **Método Racional**, en la cual es de importancia fundamental el dato correspondiente a la **intensidad de lluvia**, que fue descrito anteriormente.

$$Q=(C*I*A)/360$$

Q = Caudal de diseño, m³/s.

C = Coeficiente de escorrentía, a dimensional.

I = Intensidad de lluvia, mm/hora.

A = Área de drenaje, has.

ÁREAS DE APORTACIÓN

Para realizar el cálculo de las áreas de aportación se debe hacer uso de las cartas geográficas publicadas por el IGM, en el caso de éste proyecto, que corresponde al estudio que se realiza para la reconstrucción de la carretera Orellana – Salinas, se tomó como referencia la carta geográfica de Lago Agrio.

En la cual se revisó minuciosamente y se encontró las siguientes quebradas secas que cruzan la vía.

Tabla N° 43: ÁREAS DE APORTACIÓN

N°	NOMBRE	ABSCISA	A, ha
1	Q. Orellana	3 + 373.83	37,61
2	Q. San Francisco	4 + 285,42	23,87
3	Q. El cóndor	4 + 553.88	18,75
4	Q. Salinas	4 + 950.96	40,74
5	Varios Sitios - Crítico	GENERAL	12

Fuente: IGM (Cálculo de cartas topográficas)

Tabla N°44: Coeficiente de escorrentía para la ecuación racional

AREA DE DRENAJE O SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	
<i>Pavimentos de Hormigón u hormigón asfáltico</i>	0,75	0,95
<i>Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. de Grava Tratada</i>	0,65	0,80
<i>Pavimentos de Grava, Macadán etc.</i>	0,25	0,60
<i>Suelo Arenoso, Cultivado o con Escasa Vegetación</i>	0,15	0,30
<i>Suelo Arenoso, Bosques o Materiales Espesos</i>	0,15	0,30
<i>Grava, Ninguna o escasa Vegetación</i>	0,20	0,40
<i>Grava, Bosques o Matorrales Espesos</i>	0,15	0,35
<i>Suelo Arcilloso, Ninguna o Escasa Vegetación</i>	0,35	0,75
<i>Suelo Arcilloso, Bosques o Vegetación Abundante</i>	0,25	0,60

Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías

Tabla N°45: COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”

DESCRIPCIÓN	n
<i>Tubos de Hormigón</i>	0,012
<i>Tubos de Metal Corrugado ó Tubos de Arco</i>	
<i>a) Simple o Revestido</i>	0,024
<i>b) Solera Pavimentada</i>	0,019
<i>Tubo de Arcilla Vitrificada</i>	0,012
<i>Tubo de hierro Fundido</i>	0,013
<i>Alcantarilla de Ladrillo</i>	0,015
<i>Pavimente Asfáltico</i>	0,015
<i>Pavimento de Hormigón</i>	0,014
<i>Parterre de Césped</i>	0,050
<i>Tierra</i>	0,020
<i>Grava</i>	0,020
<i>Roca</i>	0,035
<i>Áreas Cultivadas</i>	0,03 - 0,05
<i>Matorrales Espesos</i>	0,07 - 0,14
<i>Bosques Espesos - Poca Maleza</i>	0,10 - 0,15
<i>Cursos de Agua</i>	
<i>a) Algo de Hierba y Maleza - Poco o nada de Matorrales</i>	0,030 -0,035
<i>b) Maleza Densa</i>	0,035 - 0,050
<i>c) Algo de Maleza - Matorrales Espesos a los Costados</i>	0,050 -0,070

Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías

PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para poder aplicar correctamente el **Método Racional**, se debe sacar toda la información que nos pueda proporcionar la Carta Geográfica tales como: área de drenaje, longitud de cauce y desnivel medio de cada subcuenca analizada, sobre esta base se podrá determinar el llamado **tiempo de concentración** mediante la **fórmula de Kirpich**.

$$T_c = 0,0195 * (L^3/H)^{0,385}$$

Donde:

L = Longitud de cauce principal, metros.

H = Desnivel medio de la cuenca, metros.

Tabla N°46: CÁLCULO DE CAUDALES POR MÉTODO RACIONAL

N°	NOMBRE	ABSCISA	C	L(m)	H (m)	Tc (min)	A (ha)	I (mm/h)	Q (m3/s)
----	--------	---------	---	------	-------	----------	--------	----------	----------

1	Q. Orellana	3 + 373.83	0,4	1643,48	131,5	15,43	37,6 1	55,6	2,32
2	Q. San Francisco	4 + 285,42	0,4	1274,7	91,5	13,23	23,8 7	55,6	1,47
3	Q. El cóndor	4 + 553.88	0,4	1376,83	62,5	16,75	18,7 5	55,6	1,16
4	Q. Salinas	4 + 950.96	0,4	1456,64	97,5	15,06	40,7 4	55,6	2,52
5	Varios Sitios - Crítico	GENERAL	0,4	350	27	4,76	12	55,6	0,74

Realizó: Darío Chafla – Mario Pacheco

Los resultados, que son el producto de la aplicación del método se han resumido en la tabla de cálculo de caudales

DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL

Las alcantarillas se usan generalmente tanto como drenes transversales para desalojar el agua de cunetas, como para dejar pasar el agua por debajo de un camino en drenajes naturales y arroyos.

Cualquiera que sea el caso, sus dimensiones se deben diseñarse correctamente, se deben instalar adecuadamente y se deben proteger contra socavación.

Los drenajes naturales necesitan contar con tubos de suficiente diámetro como para desalojar el flujo esperado más una capacidad adicional para evitar taparse con escombros.

El paso de peces también debe considerarse en el diseño. La descarga (flujo de diseño) dependerá del área de drenaje de la cuenca de captación, de las características del escurrimiento, de la intensidad de la precipitación pluvial de diseño, y del periodo de retorno (frecuencia) de la tormenta de diseño.

ALCANTARILLAS

Con los datos obtenidos de las inspecciones realizadas en el campo y verificaciones en oficina se procede a realizar el dimensionamiento de las alcantarillas, con el objeto que la implantación de estas obras en los distintos sitios puedan conducir los caudales máximos y no produzcan remansos excesivos a la entrada ni altas velocidades a la salida, para una pendiente y sección transversal determinadas en el proyecto.

Para realizar el diseño de las estructuras de drenaje se ha considerado las ecuaciones de flujo uniforme para canales abiertos con control a la entrada y superficie libre en el interior del conducto, es decir sección parcialmente llena.

Para determinar la sección transversal de las obras de drenaje aplicamos las siguientes fórmulas para una rectangular y otra circular, respectivamente.

$$H = (Q / (1,704 * L))^{2/3} \quad \text{Sección Rectangular}$$

$$D = (Q / 1,425)^{2/5} \quad \text{Sección Circular}$$

Donde:

H = Altura de la sección rectangular, m.

Q = Caudal de diseño, m³/s.

L = Ancho de la sección rectangular, m.

D = Diámetro de la sección circular, m.

Luego de realizar los respectivos cálculos, se procede a verificar la conducción hidráulica de escurrimiento calculando la altura crítica del conducto rectangular predimensionado, el mismo no deberá superar la altura de la alcantarilla, con la siguiente fórmula.

$$h_c = (Q^2 / (L^2 * g))^{1/3}$$

Donde:

h_c = Altura crítica, m.

Q = Caudal de diseño, m³/s.

L = Ancho de la sección rectangular, m.

g = Aceleración de la gravedad, m/s².

Para el cálculo de la sección circular se utiliza el gráfico que se muestra en la siguiente Página.

Además es importante considerar que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, recomienda una alcantarilla mínima de 1.20 metros de diámetro, aspecto que se deberá considerar para el dimensionamiento.

CÁLCULO TIPO DE CAUDALES METODO RACIONAL

Tabla N°47: VERIFICACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLAS PRINCIPALES

ABSCISA	Q(m ³ /S)	N° ORIF	L(m)	G (%)	D -CAL	DIMENSIONES			hc(m)	Ac(m ²)	V(m/s)	He/D	He(m)	OBSERVACIÓN
						D	B	H						
3 + 373.83	2,32	1	12	2%	1,22	1,5	<i>Día. Mínimo</i>		0,8	0,8	2,72	1,08	1,3	Se verifica 1 D 1,20 m
4 + 285,42	1,47	1	12	2%	1,01	1,5	<i>Día. Mínimo</i>		0,68	0,66	2,05	0,78	0,94	Se verifica 1 D 1,20 m
4 + 553.88	1,16	1	12	2%	0,92	1,2	<i>Día. Mínimo</i>		0,55	0,51	1,95	0,65	0,78	Se verifica 1 D 1,20 m
4 + 950.96	2,52	1	12	2%	1,26	1,5	<i>Día. Mínimo</i>		0,85	0,86	2,67	1,15	1,38	Se verifica 1 D 1,20 m
GENERAL	0,74	1	12	2%	0,77		1,2	0,6	0,29	0,35	1,71	1,3	1,56	Se ver. 1x(1,20x0,60)m

Realizado Por: Darío Chafla – Mario Pacheco

En conclusión, al momento el proyecto presenta alcantarillas, con las secciones mínimas establecidas por el Ministerio de Obras Publicas, 1.20 metros como mínimo.

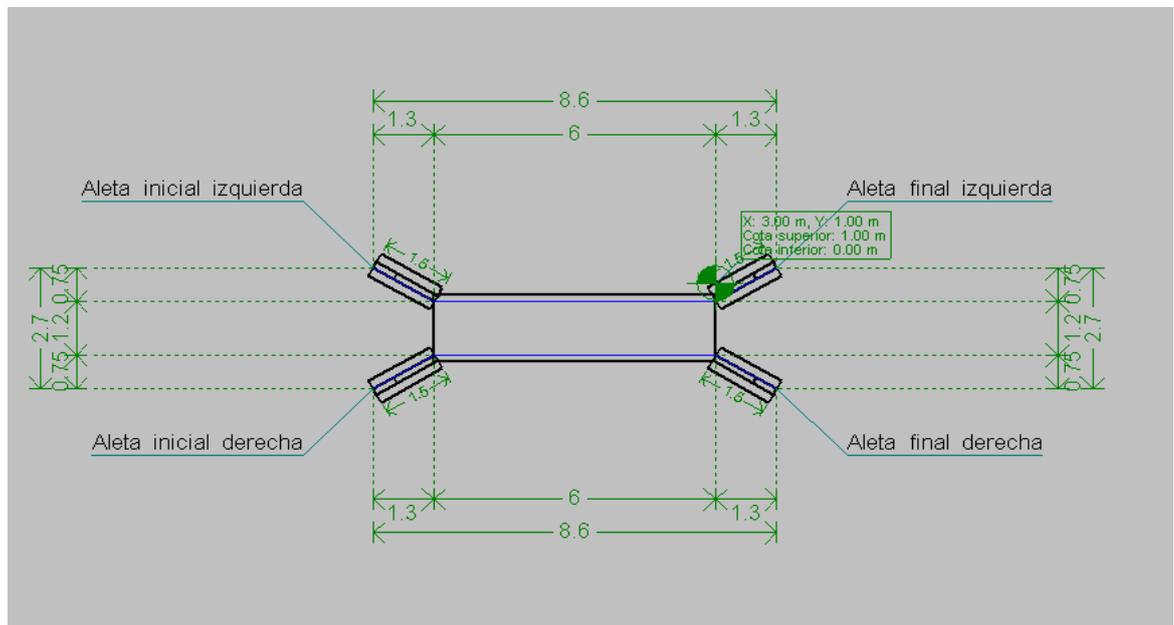
De los cálculos realizados se han obtenido diámetros por debajo del mínimo, pero se adoptó por 1.50 metros para secciones circulares, para luego calcular su altura necesaria, dado que esta altura es baja, se asumió una altura de 0.60 metros. Con el cual se facilita la evacuación de las aguas.

TABLA N°48: UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS

UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS						
N°	LONGITUD(m)	GRADIENTE	ABSCISA	ELEVACIÓN	DIÁMETRO(m)	OBSERVACIÓN
1	10,00	2%	0 + 118,25	336,453	1,5	Nueva
2	10,00	2%	0 + 410,10	369,583	1,5	Nueva
3	10,00	2%	0 + 806,74	362,074	1,5	Nueva
4	10,00	2%	1 + 265,96	365,74	1,5	Nueva
5	10,00	2%	1 + 593,66	356,586	1,5	Nueva
6	10,00	2%	2 + 229,01	366,667	1,5	Nueva
7	10,00	2%	2 + 427,52	365,22	1,5	Nueva
8	10,00	2%	2 + 746,68	362,914	1,5	Nueva
9	10,00	2%	3 + 373,83	356,422	1,5	Nueva
10	10,00	2%	3 + 749,44	345,443	1,5	Nueva
11	10,00	2%	4 + 153,15	352,293	1,5	Nueva
12	10,00	2%	4 + 285,42	354,074	1,5	Nueva
13	10,00	2%	4 + 553,88	351,271	1,5	Nueva
14	10,00	2%	4 + 950,96	349,504	1,5	Nueva

Realizado por: Darío Chafla – Mario Pacheco

Gráfico 44: MODELO ALCANTARILLA CON CABEZALES DE HORMIGÓN ARMADO



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MTOP Pág.280

TIPOS DE DRENAJE

Los drenajes pueden ser de tipo superficial y subterráneo, los mismos que serán detallados a continuación.

- *DRENAJE SUPERFICIAL*

Corresponde al desalojo de las aguas lluvias o de nieves derretidas que pudiere presentarse en la zona del proyecto, específicamente en la calzada como también la evacuación de las aguas que procedan de terrenos adyacentes a la vía (áreas de aportación).

- *DRENAJE SUBTERRÁNEO*

El drenaje subterráneo tiene la finalidad de evacuar las aguas procedentes de la subrasante como también de las aguas subterráneas que suben a la carretera.

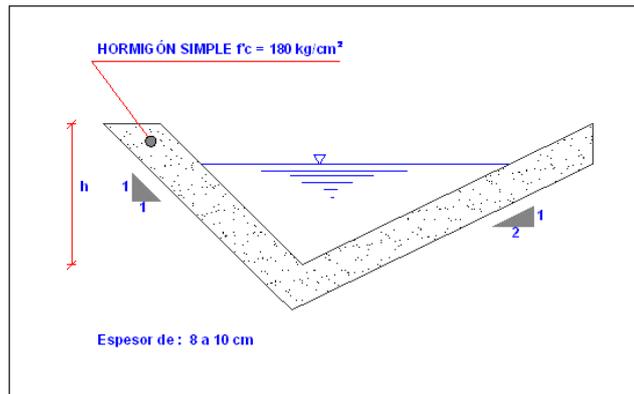
CUNETAS

Son canales abiertos destinados al desalajo de aguas lluvias que caen en la vía, como también de los terrenos adyacentes a ella.

TIPOS DE CUNETAS

- *CUNETA TRIANGULAR*

GRÁFICO 45: Cuneta Triangular

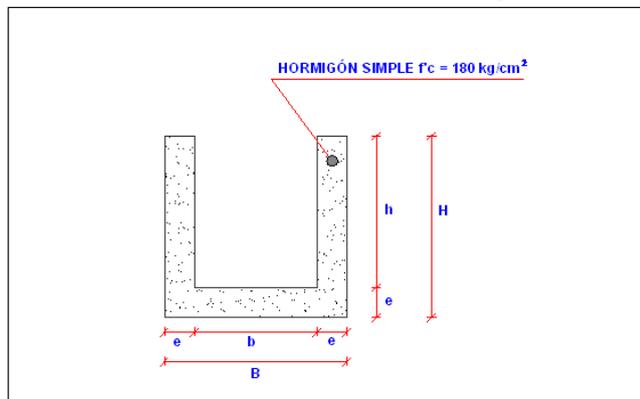


Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico Pág.385

La sección de las cunetas triangulares debe tener suficiente capacidad de desalajo, debido a que resulta muy costoso cambiar la sección, con el objetivo de ajustar a las condiciones de cada punto a lo largo del proyecto. Generalmente se utiliza este tipo de cunetas en carreteras donde existen cortes de talud.

- *CUNETA RECTANGULAR*

GRÁFICO 46: Cuneta Rectangular



Fuente: Agudelo Ospina, John Jairo Diseño Geométrico de Vías Pág. 385

Las cunetas con forma rectangular tienen una mayor capacidad de desalojo para una profundidad específica, las mismas que son utilizadas por lo general en tramos de la carretera donde existe relleno.

DISEÑO DE CUNETAS

Para realizar del diseño de cunetas, ya sean estas cunetas laterales de camino, de coronación, alcantarillas que se llenan parcialmente; pues están basados en el principio fundamental de la *Mecánica de Fluidos para canales abiertos*. Estas relaciones básicas tomadas del “Manual de Diseño de Carreteras” del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se expresan mediante la fórmula de Manning que se describe a continuación.

Ecuación de velocidad:

$$V = (1/n) * (R)^{2/3} * (S)^{1/2}$$

Ecuación de caudal:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Descarga o caudal de diseño en m³/s.

V = Velocidad promedio en m/s.

A = Área de la sección transversal del flujo en m².

S = Pendiente longitudinal del canal en m/m.

n = Coeficiente de aspereza de Manning.

R = Radio hidráulico en m.

R = Área de la sección mojada (m²) / Perímetro mojado (m)

Para su diseño se utilizará el método racional, y con las dos ecuaciones antes descritas servirá para poder determinar los caudales correctos.

Ecuación del Método Racional:

$$Q = C * I * A / 360$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h.

A = Área de aportación en ha. (1 ha equivale a 10000m²).

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL TOTAL A EVACUAR

Para conocer este caudal debemos conocer las zonas que aportan a la cuneta, básicamente son dos, la correspondiente al talud y a la calzada.

Entonces:

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

Q_t = Caudal total a ser evacuado, m³/s.

Q_1 = Caudal aportado por el semiancho de la vía, m³/s.

Q_2 = Caudal aportado por el talud de corte, m³/s.

Para la obtención de caudales se utilizó el método racional con un coeficiente de escorrentía " C_1 " equivalente a **0.60** para un suelo arcilloso, bosques o vegetación abundante, " C_2 " de **0.90** para superficies de pavimento de hormigón asfáltico de la calzada y una intensidad horaria " I " de **55.60 mm/hora** correspondiente a un periodo de retorno de **10 años** y una duración de aguacero de **10 minutos**.

Las distancias tomadas en cuenta para calcular en área de aporte para las cunetas son las siguientes: aporte para el talud de corte se ha estimado para una altura promedio de **12 m** y la correspondiente al semiancho de la vía equivalente a una longitud de **3 m**, de acuerdo a la sección típica adoptada para la carretera clase IV en terreno llano.

Desarrollando la primera ecuación se obtiene lo siguiente:

$$Q = [(C_1 * A_1 + C_2 * A_2) * I * L * 10^{-6}] / 3.60$$

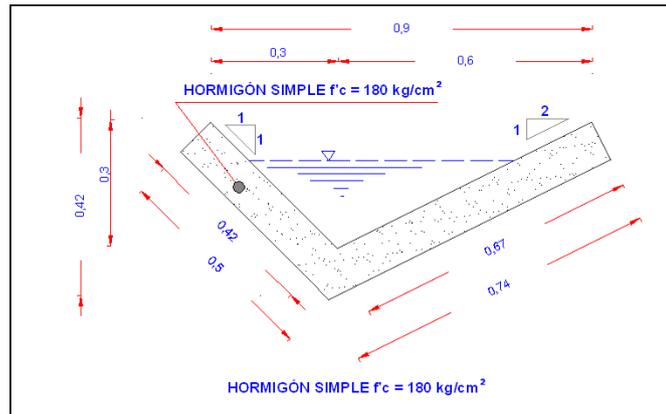
Reemplazando los datos anteriores se obtiene:

$$Q = [(0.90 * 3 + 0.60 * 12) * 53.60 * L * 10^{-6}] / 3.60$$

$$Q = 1.474 \times 10^{-4} L \text{ (Caudal de diseño)}$$

Esta última magnitud se compara con la capacidad hidráulica de la cuneta propuesta, resultando dos ecuaciones que expresan la longitud y velocidad de la cuneta lateral en corte en dependencia de su gradiente longitudinal, es decir.

GRÁFICO 47: Sección Transversal de Cuneta Lateral en Corte



REALIZÓ: Darío Chafla – Mario Pacheco

De donde:

A = 0.1350 m² Área de sección mojada.

P = 1.09 m Perímetro mojado.

R = 0.124 m Radio hidráulico.

n = 0.016 Para pavimento de hormigón asfáltico.

Remplazando:

$$V = (1/n) * (R)^{2/3} * (S)^{1/2}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = [(1/n) * (R)^{2/3} * (S)^{1/2}] * A$$

$$Q = [(1/0.014) * (0.124)^{2/3} * (S)^{1/2}] * 0.1350$$

$$Q = 2.398(S)^{1/2} \text{ (Caudal de canal)}$$

Ecuación que al ser comparada con la anterior resulta:

Igualando:

$$\text{(Caudal de diseño)} = \text{(Caudal de canal)}$$

$$1.474 \times 10^{-4} L = 2.398(S)^{1/2}$$

$$L = 16268.657 * (S)^{1/2}$$

Y reemplazamos en la siguiente ecuación de Manning obtenemos:

$$Q = V * A$$

$$V = 2.398 * (S)^{1/2} / 0.1350 \text{ m}^2$$

$$V = 17.763 * (S)^{1/2}$$

$$Q = 17.763 * (S)^{1/2} * A = 17.763 * (S)^{1/2} * 0.1350 = 0.082 * (S)^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}.$$

El proceso de cálculo se detalla a continuación:

TABLA N°49: Cálculo de capacidad cuneta lateral

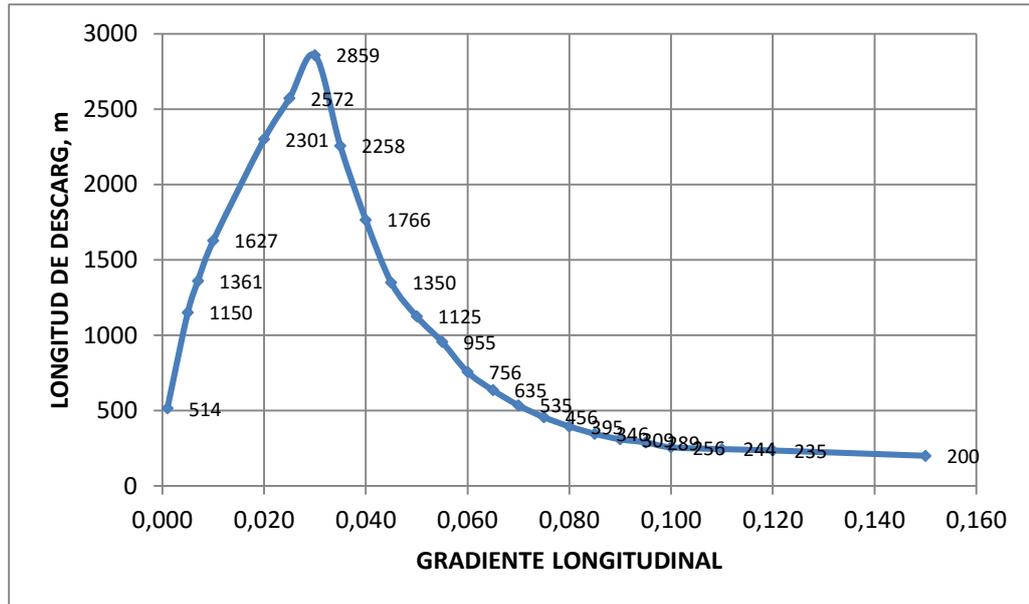
CÁLCULO DE CAPACIDAD CUNETA LATERAL			
DATOS			
C1=	0,60	n=	0,014
C2=	0,90	A=	0,135
A1=	3,00	P=	1,090
A2=	12,00	R=	0,124
I =	53,60		
Q=		0.082	
L=		16268,66	
V=		17,76	

REALIZÓ: Darío Chafla – Mario Pacheco

GRADIENTE	L. Máx. (m)	V. m/s	Q ad(m3/s)
0,001	514	0,56	0,076
0,005	1150	1,26	0,170
0,007	1361	1,49	0,201
0,010	1627	1,78	0,240
0,020	2301	2,51	0,339
0,025	2572	2,81	0,379
0,030	2859	3,08	0,415
0,035	2258	3,32	0,449
0,040	1766	3,55	0,480
0,045	1350	3,77	0,509
0,050	1125	3,97	0,536
0,055	955	4,17	0,562
0,060	756	4,35	0,587
0,065	635	4,53	0,611
0,070	535	4,70	0,634
0,075	456	4,86	0,657
0,080	395	5,02	0,678
0,085	346	5,18	0,699
0,090	309	5,33	0,719
0,095	289	5,47	0,739
0,100	256	5,62	0,758
0,110	244	5,89	0,795
0,120	235	6,15	0,831
0,150	200	6,88	0,929

REALIZÓ: Darío Chafla – Mario Pacheco

GRÁFICO 48: Longitud Máxima de Descarga Cuneta Lateral



REALIZÓ: Darío Chafla – Mario Pacheco

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA CUNETA LATERAL

Cálculos:

Área efectiva de la cuneta:

$$Ae = (0.30 \cdot 0.30) / 2 + (0.30 \cdot 0.60) / 2$$

$$Ae = 0.1350 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado:

$$P = (0.30^2 + 0.30^2)^{1/2} + (0.30^2 + 0.60^2)^{1/2}$$

$$P = 1.09 \text{ m}$$

Radio hidráulico:

$$R = Ae / P$$

$$R = 0.1350 / 1.09$$

$$R = 0.124 \text{ m}$$

Ecuación de Manning:

$n = 0.014$ Para pavimento de hormigón asfáltico.

$s = 0.08$

$$V = (1/n) \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2}$$

$$V = (1/0.014) \cdot (0.124)^{2/3} \cdot (0.08)^{1/2}$$

$$V = 5.024 \text{ m/s}$$

Con la ecuación de continuidad:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 5.024 \cdot 0.1350$$

$$Q = 0.678 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Admisible)}$$

Con el Método Racional reemplazamos los siguientes valores:

$$C1 = 0.60$$

$$C2 = 0.90$$

$$A1 = 3\text{m} \times L$$

$$A2 = 12\text{m} \times L$$

$$I = 55.60$$

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

$$Q = [(0.60 \cdot 55.60 \cdot 0.30) / 360] + [(0.90 \cdot 53.60 \cdot 1.20) / 360]$$

$$Q = 0.188 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Solicitante)}$$

$$\text{Velocidad Real} = Q/A$$

$$\text{Velocidad Real} = (0.188 \text{ m}^3/\text{s}) / (0.1350 \text{ m}^2) = 1.39 \text{ m/s}$$

$$V \text{ admitida} = 5.024 \text{ m/s}$$

Se cumple: $V_{Real} < V_{Admitida} \dots Q_{sol} < Q_{Adm} \dots OK$

F. SEÑALES DE TRÁNSITO

Las señales 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 destacados. El mensaje puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. ^[16]

Ya que las señales son una parte esencial del sistema de control de tránsito, su mensaje debe ser consistente y su diseño y ubicación coordinados con el diseño geométrico de la vía.

CLASIFICACIÓN DE SEÑALES

Las señales se clasifican como se indica a continuación:

SEÑALES REGLAMENTARIAS (TIPO R).- Regulan el movimiento del tránsito y la falta de cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción.

SEÑALES PREVENTIVAS (TIPO P). Advierten a los usuarios de las vías sobre condiciones de éstas o del terreno adyacente que pueden ser inesperadas o peligrosas.

SEÑALES DE INFORMACIÓN (TIPO I). Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico y ambiental.

SEÑALES Y DISPOSITIVOS PARA TRABAJOS EN LA VÍA Y PROPÓSITOS ESPECIALES (TIPO T). 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.

¹⁶ Ingeniería de Tránsito de la Jefatura Provincial de la Policía Nacional del Ecuador.

SEÑALES HORIZONTALES

Línea Amarilla:

Indica generalmente el eje central de la vía y su doble sentido de circulación



Sencilla y continua
No se puede adelantar



Doble y continua
Ningún sentido se puede adelantar



Doble y a trazos
Ambos sentidos pueden adelantar

Línea Blanca:

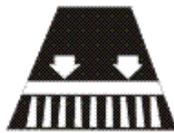
Determina los carriles de una vía, de un solo sentido de circulación.



Sencilla y a trazos
Se puede adelantar



Doble y combinada
Adelanta quien va al lado de la línea de trazos



Cebra o zona peatonal define el cruce de peatones
Línea de pare
Indica el sitio donde se debe detener



De borde
Separa la calzada de la berna



Flechas muestra la dirección que debe seguir



De carril
Separa cada fila de vehículos



Paso a nivel
Indica el cruce con ferrocarril

Doble Línea Amarilla



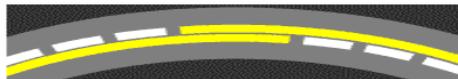
Indican división de carriles opuestos de circulación, no se puede circular sobre ellas, ni transponerlas.

Líneas Blancas Longitudinales Continuas y Discontinuas



Indica la división de carriles de un mismo sentido de circulación, permite cambiar de carril del lado de la línea discontinua y prohíbe el cambio de carril la línea discontinua.

Demarcación de Curvas



Sólo puede transponerla quien circule por el lado de la línea discontinua, siendo las dos continuas no se puede transoiner de ningún lado.

Línea de frenado (A) y Senda Peatonal (B)



(A) Indica la presencia de zona peatonal o cruce de peatones, no deben ser sobrepasadas en el momento de encenderse la luz roja hasta la aparición de la luz verde.
(B) Zona reservada para cruce de peatones, de no estar pintada se tomará como referencia la continuación longitudinal de las aceras.

Línea Blanca Longitudinal Continua



Indica la división de carriles de un mismo sentido de circulación, prohibiendo transponerla o circular sobre ella.

Línea Blanca Longitudinal Discontinua



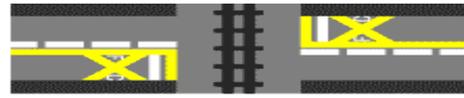
Indica la división de carriles de un mismo sentido de circulación, habilitando el cambio de carril.

Líneas Oblicuas (isletas)



Anticipan la presencia de obstáculos, o espacios físicos, canalizando las corrientes circulatorias. Está prohibido circular sobre ellas.

Cruce Ferroviario



Demarcación complementaria de los indicadores verticales que destacan la presencia de una vía ferroviaria.



Sucesión de flechas separadas a 40mts. una de la otra.
-Viendo una flecha, circular a 40Km/h.
-Viendo dos flechas, circular a 60Km/h.

SEÑALES REGLAMENTARIAS

CEDA EL PASO



Indica a los conductores que la enfrentan que deben "ceder el paso" a los vehículos que circulan por la calle a la cual se aproximan. No es necesario detenerse, si es que existe el espacio y tiempo suficiente para cruzar. [17]

PARE



Su propósito es ordenar al conductor que detenga completamente su vehículo y sólo avanzar cuando elimine totalmente la posibilidad de accidente. El hecho de no respetarla puede provocar un gravísimo accidente.

VELOCIDAD MÁXIMA



Se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida a la que los vehículos pueden circular en un tramo de vía determinado



VELOCIDAD MÍNIMA

Se usa para reglamentar la velocidad mínima permitida a la que los vehículos pueden circular en un tramo de vía determinado.

CIRCULACIÓN EN AMBOS SENTIDOS



Es utilizada para indicar a los conductores de vehículos que están circulando por una vía de un sentido que a partir de esta señal, la vía se transforma en una arteria de dos sentidos de tránsito

SEÑALES PREVENTIVAS

Tiene por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de un peligro y/o situaciones imprevistas de carácter permanente o temporal, indicándole su naturaleza. [18]

¹⁷ Ingeniería de Tránsito de la Jefatura Provincial de la Policía Nacional del Ecuador.

¹⁸ Ingeniería de Tránsito de la Jefatura Provincial de la Policía Nacional del Ecuador.

CURVA A LA DERECHA



Se utiliza para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

CURVA CERRADA A LA DERECHA



Se utiliza para advertir la proximidad de una curva, cuya velocidad es menor a 50 Km/Hr, lo que obliga a los conductores a poner más atención y disminuir la velocidad

CURVA Y CONTRA CURVA A LA DERECHA



Estas señales se usan para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía

PENDIENTE FUERTE DE BAJADA



Es utilizada para prevenir de una pendiente de bajada. Esta señal puede estar complementada con una placa que contenga el porcentaje de dicha pendiente, expresado en números enteros

PENDIENTE FUERTE DE SUBIDA



Es usada para prevenir de una pendiente de subida. Esta señal puede estar unida con una placa que contenga el porcentaje de dicha pendiente, expresado en números enteros.

PUENTE ANGOSTO



Se utiliza para advertir la proximidad de un puente cuyo ancho total disponible es menor que el que tiene el resto de la vía.

ENSANCHAMIENTO A AMBOS LADOS



Se utiliza para advertir al conductor de un ensanche de la calzada a ambos lados.

ANGOSTAMIENTO A AMBOS LADOS



Se usa para prevenir la proximidad de un estrechamiento de la vía a ambos lados



DOS SENTIDOS DE TRÁNSITO

Es usada para indicar a los conductores que se encuentran circulando por una vía de un sentido, que más adelante el tránsito será de dos sentidos.

SEÑALES INFORMATIVAS

Señales De Servicio

Existe una familia de señales cuya función es informar a los usuarios respecto de servicios, tales como teléfono, correos, hotel, restaurante, primeros auxilios, entre otros, que se encuentran próximos a la vía. Estas señales son cuadradas, de fondo azul en autopistas y autovías y verde en vías convencionales; su símbolo es blanco. Cuando se requiere inscribir una leyenda, ésta es blanca y la señal, rectangular. Pueden colocarse al inicio de la salida que conduce a la instalación, en cuyo caso pueden llevar una flecha de color blanco apuntando en la dirección de la salida. Estas señales pueden mostrarse agrupadas en placas paneles de señalización, en la proximidad de una localidad o ciudad, manteniendo siempre cada señal individual sus dimensiones mínimas.

	PRIMEROS AUXILIOS		OFICINA DE INFORMACIONES
	TELÉFONO		MECÁNICA
	ALIMENTACIÓN		

Señales De Atractivo Turístico

Estas señales se usan para informar a los usuarios la existencia de lugares de recreación o de atractivo turístico que se encuentren próximos a la vía. Tales como parque nacional, playas, artesanía y buceo, entre otras. Son cuadradas, de fondo café; su símbolo es blanco. Cuando se requiere inscribir una leyenda, ésta es blanca y la señal, rectangular. Estas señales pueden mostrarse agrupadas en placas paneles de señalización, en la proximidad de una localidad o ciudad, manteniendo siempre cada señal individual sus dimensiones mínimas. Cuando en un mismo panel se inscriban señales de servicio y de información turística, estas últimas pueden tener el color de fondo de las señales de servicio.

SEÑALES TRANSITORIAS



SEÑALES VIALES PREVENTIVAS O DE ADVERTENCIA

Tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de un peligro y/o situaciones imprevistas de carácter permanente o temporal, indicándole su naturaleza. [19]



¹⁹ Ingeniería de Tránsito de la Jefatura Provincial de la Policía Nacional del Ecuador

G. Análisis De Precios Unitarios

Es el valor que se requiere para la producción de un bien o para la realización de de un rubro determinado, valor que se obtiene por unidad de medida (m², m³, m, kg, etc.), con un rendimiento determinado y está compuesto básicamente por los costos directos e indirectos.

En el análisis de precios unitarios se estudió 12 rubros los cuales comprenden al proceso constructivo de la vía.

Para el análisis se tomo en cuenta el equipo, mano de obra, materiales empleados, con porcentaje de costos indirectos del 25%. Los rubros que se utilizarán en el proyecto, están basados en las Especificaciones para Construcción de Caminos y Puentes 001-F del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. La especificación señala las características necesarias para cada rubro, su numeración y su forma de pago.

1) COSTOS DIRECTOS

Son los gastos directamente imputables a la ejecución de una obra y con destino específico en cada una de sus etapas, y el mismo que se compone de: Equipo, mano de obra y materiales.

Materiales:

LISTA DE EQUIPO

DESCRIPCIÓN	C.HORA	HORAS-EQUIPO	TOTAL
BARREDORA AUTOPROPULSADA	10.50	202.42	2,125.41
BOMBA DE AGUA DE 3"	3.00	96.00	288.00
CAMIÓN CISTERNA	25.00	595.31	14,882.75
COMPACTADOR MANUAL	2.00	1.04	2.08
CONCRETERA 1 SACO	5.00	1,922.90	9,614.50
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS	30.00	95.26	2,857.80
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	50.00	202.42	10,121.00
EXCAVADORA	35.00	30.00	1,050.00
FRANJADORA AUTOPROPULSADA	30.00	92.88	2,786.40

HERRAMIENTA MENOR	0.50	5,271.02	2,635.51
MOTONIVELADORA	45.00	499.31	22,468.95
RETROEXCAVADORA NEUMÁTICOS	25.00	12.14	303.50
RODILLO LISO	33.00	594.56	19,620.48
RODILLO NEUMATICO	35.00	95.26	3,334.10
TRACTOR CARRILES 220 HP	50.00	656.03	32,801.50
VIBRADOR	3.00	1,922.90	5,768.70
VOLQUETA 8 M3	25.00	378.09	9,452.25
		TOTAL =	140,112.93

TRANSPORTE DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TRANS.	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
AGREGADO TRITURADO 3/4"	m3	5.50	476.29	2,619.60
AGREGADO TRITURADO 3/8"	m3	5.50	238.14	1,309.77
AGUA	m3	1.00	911.39	911.39
ARENA	m3	5.50	1,249.88	6,874.34
ASFALTO RC-250	lt	0.05	130,829.91	6,541.50
BASE CLASE 4	m3	5.50	10,573.57	58,154.63
CEMENTO PORTLAND	kg	0.01	647,421.90	6,474.22
DIESEL 1	lt	0.01	17,860.75	178.61
ESFERAS REFLECTIVAS	KG	0.02	2.38	0.05
GLOBAL	glb	0.00	1.00	0.00
PINTURA TRÁFICO	GLN	0.01	190.51	1.91
RIPIO	m3	5.50	1,826.75	10,047.13
SEÑAL INFORMATIVA	U	2.00	8.00	16.00
SEÑAL PREVENTIVA	U	2.00	8.00	16.00
SEÑAL REGLAMENTARIA	U	2.00	8.00	16.00
SUB BASE CLASE 3	m3	5.50	17,622.61	96,924.36
TUBERIA ARMICO D=1.20 m	ml	5.00	136.00	680.00
				=====
TOTAL =				190,765.48

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CAT.	S.H	H.HOMBRE	TOTAL
CHOFER TIPO E	CHP E	2.62	1,161.53	3,043.21
PEON	I	1.93	28,136.70	54,303.83
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	1.93	14,177.88	27,363.31
MAESTRO DE OBRA	IV	1.93	2,003.04	3,865.87
OPERADOR GRUPO I	OEPI	2.04	1,167.48	2,381.66
OPERADOR GRUPO II	OEPII	1.97	1,219.92	2,403.24
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	1.93	2,153.34	4,155.95
INSPECTOR DE OBRA	V	1.93	92.88	179.26
			TOTAL =	97,696.32

CUADRILLA TIPO

DESCRIPCIÓN	CAT.	C. DIRECTO	COE.
CHOFER TIPO E	CHP E	3043,21	0,023
PEON	I	54303,83	0,405
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	27363,31	0,204
MAESTRO DE OBRA	IV	3865,87	0,029
OPERADOR GRUPO I	OEPI	2381,66	0,018
OPERADOR GRUPO II	OEPII	2403,24	0,018
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	4155,95	0,031
INSPECTOR DE OBRA	V	179,26	0,001
Mec. mantenimiento	MEP I	36396,62	0,271
		=====	=====
	TOTAL=	134092,94	1.000

2) COSTOS INDIRECTOS

Son gastos tales como: dirección de obra, gastos administrativos, locales provisionales, vehículos, servicios públicos, promoción, garantías, seguros, gastos financieros, accidentes, utilidades y otros, que una empresa u organización, realiza independientemente de una obra en particular, pero que debe cargarse a los costos

de la misma en la producción adecuada, por tanto son aquellos que no pueden tener una aplicación a un producto determinado y generalmente se expresa como porcentaje de los costos directos.

Para la vía de nuestro estudio y en base a proyectos del Gobierno Provincial de Sucumbíos, hemos determinado un costo indirecto del 25%:

COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Costo Mensual	Costo Total	Porcentaje
Cargos Administrativos			
Secretaria	650	3900	1,2
Chofer	350	2100	0,6
Guardián	300	1800	0,5
Gastos Administrativos			
Oficinas	250	1500	0,5
Teléfono	70	350	0,1
Bodega	200	500	0,4
Cargos Técnicos			
Residente de Obra	600	3600	1,1
Descripción y Mantenimiento			
Materiales y Equipo de Oficina	200	1200	0,4
Vehículos	250	1500	0,5
Impuestos			
Impuestos Renta	2755	16530	5
Gastos de Campo			
Movilización y Acarreo	100		0,01
Financiamiento	82743,9		1
Seguro			
Pagos IESS	2000	12000	3,6
Utilidades			10,1
		TOTAL	25,0

3) PRESUPUESTO O COSTO TOTAL

Después de haber determinado los volúmenes de obra, se establecen los diferentes rubros se realiza el análisis de precios unitarios de cada uno de ellos, para finalmente multiplicar el precio unitario de cada rubro, por la cantidad de obra a ejecutar. Conocido el precio total de cada rubro se suman los valores y se obtiene el costo total de una obra.

INSTITUCION:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
PROYECTO:	RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA ORELLANA-SALINAS DE 7,5KM DE LONGITUD
UBICACION:	PROVINCIA DE SUCUMBIOS ,CANTON LAGO AGRIO, PARROQUIA NUEVA LOJA
OFERENTE:	DARIO CHAFLA-MARIO PACHECO
ELABORADO:	DARIO CHAFLA- MARIO PACHECO
FECHA:	03 DE MARZO 2011

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
01	MOVILIZACION E INSTALACION	GLB	1,00	1.250,00	1.250,00
02	EXCAVACION EN SUELO Y RELLENO COMPACTADA	M3	12.456,32	0,67	8.345,73
03	DESALOJO DE MATERIAL (EXCAVACION)	M3/KM	4.482,79	0,35	1.568,98
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
04	ACABADO OBRA BASICA EXISTENTE	M2	21.564,34	0,43	9.272,67
05	SUBBASE CLASE 3 INCLUIDO TRANSPORTE 30KM	M3	10.324,56	14,26	147.228,23
OBRAS DE DRENAJE					
06	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	285,67	2,00	571,34
07	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTO	M3	876,34	6,07	5.319,38
08	H, SIMPLE CLASE B F' C=210KG/CM2 INCL. ENCOFRADO	M3	81,26	150,44	12.224,75
09	H, SIMPLE CLASE C F' C=180KG/CM2 INCL. ENCOFRADO	M3	876,23	141,07	123.609,77
10	ALCANTARILLA TUBO HOIERRO CORRUGADO D=1.50 E=25MM	ML	136,00	298,45	40.589,20
11	HoSo EN CABEZALES Fc '=210 KG/CM2 EN ALCANT. DE 1.20 m	M3	4,50	115,17	518,27
12	ACERO DE REFUERZO	KG	331,00	2,23	738,13
SEÑALIZACION					
13	SEÑALIZACION VERTICAL PREVENTIVA 0.75x0.75M	U	8,00	117,12	936,96
14	SEÑALIZACION VERTICAL INFORMATIVA 0.75x0.75M	U	8,00	117,12	936,96
14	SEÑALIZACION VERTICAL REGLAMENTARIA 0.75x0.75M	U	8,00	117,12	936,96
				TOTAL:	354.047,32

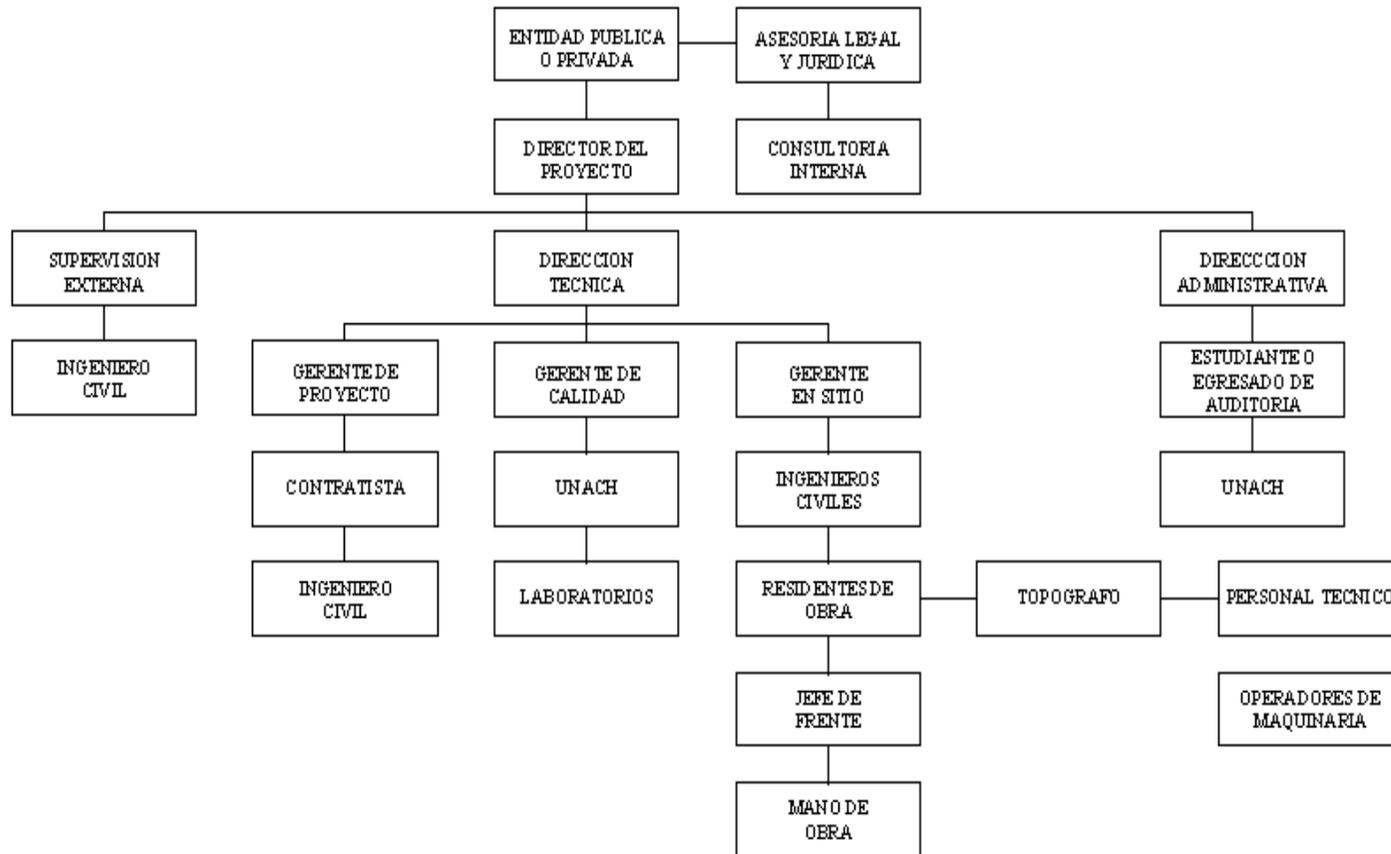
4) CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

Nos permite controlar el avance de la obra; también se puede controlar la inversión en función del tiempo.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						PERIODOS (MESES)			
GRUPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1	2	3	4
1	MOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN	GLB	1,00						
2	EXCAVACIÓN EN SUELO Y RELLENO COMPACTADA	M3	12456,52						
3	DESALOJO DE MATERIAL (EXCAVACIÓN)	M3	4482,79						
4	ACABADO OBRA BASICA EXISTENTE	M2	21564,34						
5	SUBBASE CLASE 3 INCLUIDO TRANSPORTE 30KM	M3	10324,56				4,101.90		
6	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	285,67				851,37		
7	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTO	M3	876,324				518,27		
8	HORMIGÓN SIMPLE CLASE B F'C=210KG/CM2 INCL. ENCOFRADO	M3	81,26					738.13	
9	HORMIGÓN SIMPLE CLASE C F'C=180KG/CM2 INCL. ENCOFRADO	M3	876,23				6,369.60	1,592.40	
10	ALCANTARILLA TUBO HIERRO CORRUGADO D=1.50 E=25MM	ML	136				20,070.00	30,105.00	
11	HoSo EN CABEZALES Fc'=210 KG/CM2 EN ALCANT. DE 1.20 m	M3	4,5				64,800.00	97,200.00	
12	ACERO DE REFUERZO	KG	331,27				13,467.38	40,402.14	13,467.38
INVERSIÓN MENSUAL							122,472.45	204,282.67	24,882.38
AVANCE MENSUAL (%)							32.16	53.65	6.53
INVERSIÓN ACUMULADA AL 100%							151,632.69	355,915.36	380,797.74
AVANCE ACUMULADO (%)							39.82	93.47	100.00
INVERSIÓN ACUMULADA AL 80%							121,306.15	284,732.29	304,638.19
AVANCE ACUMULADO (%)							31.86	74.77	100.00

PLAZO TOTAL: 80 DIAS LABORABLES

5. DISEÑO ORGANIZACIONAL



H. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

1.- MONITOREO.

Para la medición del progreso de los logros de los objetivos de la propuesta se cuentan con varias estancias de tipo legal:

La entidad pública o privada a al cual será la gestora del proyecto tendrá los siguientes procesos:

- Intervención por parte de la dirección técnica a la revisión previa de los documentos sean estos planos, especificaciones o cualquier tipo de documento el mismo que deberá ser presentado un informe sobre la intervención de la misma.

Dicho informe servirá para determinar todas las características que se han adoptado para el diseño geométrico de la carretera los mismos pueden ser modificados o a su vez adoptados.

- Intervención por parte de la dirección económica a la adjudicación de una partida la misma que pueda permitir a adjudicación de la obra; esta entidad se encargara de determinar los gastos de tipo administrativo que se pueden realizar para la adjudicación o construcción.
- Una vez determinando el proceso de construcción la supervisión externa realizará su informe conjuntamente con la entidad contratante sobre el proceso de construcción, cabe recalcar que se deberá determinar la calidad de los materiales y el uso de maquinaria correspondiente.

El monitoreo se realizará mediante el registro de acta establecida por le entidad pública o privada.

2. EVALUACIÓN

La evaluación será realizada por un equipo técnico adecuado, determinado por la entidad pública o privada, para ello se utilizarán los informes.

Los principales indicadores de evaluación serán los siguientes:

1. Caracterización del tráfico. (Cualidades y tipos)
2. Normas de diseño utilizadas
3. Determinación de tipo y orden de la carretera.
4. Alineamientos Horizontales y verticales.
5. Características Hidrológicas. (Característica y diseño de Cunetas)
6. Estudio de los aspectos socio económicos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUDELO OSPINA**, John Jairo. Diseño Geométrico de Vías 4ª edición. Edi. Centro de Publicaciones Universidad Eafit. Medellín-Colombia 2005
2. **CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN RIOBAMBA**, Manual De La Construcción.
3. **CARDENAS GRISALES**, James Ing. Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá: Ecoe ediciones, 2005.
4. **COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE PICHINCHA**. Hidrología y Drenaje De Caminos en el Ecuador Quito 1985.
5. **ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN**, de caminos y puentes, MTOP-001-F, capítulos 100 y 800.
6. **INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLÓGÍA E HIDROLOGÍA (INHAMI)**. Anuario meteorológico 1998 Instituto Meteorológico Quito 2000
7. **JUAREZ BADILLO**, Ing. En Fundamentos de la Mecánica de Suelos Tomo I, II. México. 1980.
8. **LINSLEY**, Kohler y Paulus. Hidráulica para ingenieros. Editorial Mac Graw Hill. 1979
9. **PIO CUEVA MORENO**, Proyecto, construcción, mantenimiento y fiscalización de caminos.
10. **VEN TE**, Chow. Hidráulica de los canales abiertos. Editorial Diana. México 1982.

ANEXOS

ANEXO 1

MODELO DE ENCUESTA

**ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VIA ORELLANA - SALINAS
CONTEOS DE TRÁFICO**

Contador: _____
 Hora Inicio: _____ Hora Fin: _____ Hoja #: _____
 Estación: _____ Sentido: _____ Fecha: _____

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL
			LIVIANOS (2ejes)	PESADOS 3 y + ejes	
6:00 A 6:30 6:30 A 7:00 7:00 A 7:30 7:30 A 8:00					
8:00 A 8:30 8:30 A 9:00 9:00 A 9:30 9:30 A 10:00					
10:00 A 10:30 10:30 A 11:00 11:00 A 11:30 11:30 A 12:00					
12:00 A 12:30 12:30 A 13:00 13:00 A 13:30 13:30 A 14:00					
14:00 A 14:30 14:30 A 15:00 15:00 A 15:30 15:30 A 16:00					
16:00 A 16:30 16:30 A 17:00 17:00 A 17:30 17:30 A 18:00					
TOTAL:					

ANEXO 2

REGISTRO FOTOGRÁFICO



ESTADO ACTUAL DE LA VÍA (1)



ESTADO ACTUAL DE LA VÍA (2)



TRÁFICO EXISTENTE DE LA VÍA



ALCANTARILLAS

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 201
 RUBRO : MOVILIZACIÓN E INSTALACIÓN
 UNIDAD : GLB
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 228 (II-60)

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
GLOBAL	glb	1.00	1000.00	1000.00

				1000.00
 B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL

				0.00
 C.- MANO DE OBRA		CATEG HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL

				0.00
 D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0.00
 COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				1000.00
COSTOS INDIRECTOS 25 %				250.00
PRECIO UNITARIO				1250.00
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 202
 RUBRO : EXCAVACIÓN EN SUELO Y RELLENO COMPACTADO
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP-001-F 1993.-SECCIÓN 303

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				----- 0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
TRACTOR CARRILES 220 HP	0.010	50.00	0.50	
			----- 0.50	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OPERADOR GRUPO I	OEPI	0.010	2.04	0.02
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	0.010	1.93	0.02
				----- 0.04
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC. TRASP	SUBTOTAL
				----- 0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.54
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.13
PRECIO UNITARIO				0.67
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 203
 RUBRO : DESALOJO DE MATERIAL (EXCAVACIÓN)
 UNIDAD: M3KM
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 309

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				----- 0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
VOLQUETA 8 M3		0.010	25.00	0.25
				----- 0.25
C.- MANO DE OBRA		CATEG HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
CHOFER TIPO E	CHP E	0.010	2.62	0.03
				----- 0.03
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
				----- 0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.28
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.07
PRECIO UNITARIO				0.35
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 204
 RUBRO : ACABADO OBRA BASICA EXISTENTE
 UNIDAD: M2
 ESPEC: MTOP-001-F 1993.-SECCIÓN 308 (III-43)

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				----- 0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
MOTONIVELADORA	0.003	45.00	0.14	
RODILLO LISO	0.003	33.00	0.10	
CAMIÓN CISTERNA	0.003	25.00	0.08	
				----- 0.31
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OPERADOR GRUPO I	OEPI	0.003	2.04	0.01
OPERADOR GRUPO II	OEP II	0.003	1.97	0.01
CHOFER TIPO E	CHP E	0.003	2.62	0.01
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	0.006	1.93	0.01
				----- 0.03
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
				----- 0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.34
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.09
PRECIO UNITARIO				0.43
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 205
 RUBRO : SUBBASE CLASE 3 INCLUIDA TRANSPORTE 30 KM
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 403 (IV-36)

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
SUB BASE CLASE 3	m3	1.20	3.00	3.60
AGUA	m3	0.02	2.50	0.05

				3.65
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
MOTONIVELADORA	0.010	45.00	0.45	
CAMIÓN CISTERNA	0.010	25.00	0.25	
RODILLO LISO	0.010	33.00	0.33	

				1.03
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OPERADOR GRUPO I	OEPI	0.010	2.04	0.02
CHOFER TIPO E	CHP E	0.010	2.62	0.03
OPERADOR GRUPO II	OEPII	0.010	1.97	0.02
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	0.020	1.93	0.04

				0.10
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
SUB BASE CLASE 3	m3	1.20	5.50	6.60
AGUA	m3	0.02	1.00	0.02

				6.62
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				11.40
COSTOS INDIRECTOS 25 %				2.85
PRECIO UNITARIO				14.26
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 206
 RUBRO : EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP 001-F 1993 SECCIÓN 307

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				----- 0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
RETROEXCAVADORA NEUMÁTICOS	0.035	25.00	0.88	
COMPACTADOR MANUAL	0.003	2.00	0.01	
			----- 0.88	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OPERADOR GRUPO I	OEPI	0.035	2.04	0.07
MAESTRO DE OBRA	IV	0.035	1.93	0.07
PEÓN	I	0.267	1.93	0.52
AYUDANTE MAQUINARIA	SINT	0.035	1.93	0.07
				----- 0.72
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
				----- 0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				1.60
COSTOS INDIRECTOS 25 %				0.40
PRECIO UNITARIO				2.00
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 207
 RUBRO : EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP 001-F 2000-SECCIÓN 308

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
				----- 0.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		2.00	0.50	1.00
				----- 1.00
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	0.20	1.93	0.39
PEÓN	I	1.80	1.93	3.47
				----- 3.86
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
				----- 0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				4.86
COSTOS INDIRECTOS 25 %				1.22
PRECIO UNITARIO				6.07
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 208
 RUBRO : HORMIGÓN SIMPLE CLASE B F'C=210KG/CM2INC. ENCOFRAD
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP-001-F 1993.-SECCIÓN 503

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL	
CEMENTO PORTLAND	kg	375.00	0.13	48.75	
ARENA	m3	0.65	4.00	2.60	
RIPIO	m3	0.95	7.00	6.65	
AGUA	m3	0.22	2.50	0.55	

				58.55	
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x	HORA	SUBTOTAL	
CONCRETERA 1 SACO		1.00	5.00	5.00	
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.50	0.50	
VIBRADOR		1.00	3.00	3.00	

				8.50	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x	HORA	SUBTOTAL
MAESTRO DE OBRA	IV	1.00	1.93		1.93
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	8.00	1.93		15.44
PEÓN	I	12.00	1.93		23.16

				40.53	
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL	
CEMENTO PORTLAND	kg	375.00	0.01	3.75	
ARENA	m3	0.65	5.50	3.58	
RIPIO	m3	0.95	5.50	5.23	
AGUA	m3	0.22	1.00	0.22	

				12.77	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				120.35	
COSTOS INDIRECTOS 25 %				30.09	
PRECIO UNITARIO				150.44	
OBSERVAC:					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 209
 RUBRO : HORMIGÓN SIMPLE CLASE C F'C=180KG/CM2INC. ENCOFRAD
 UNIDAD: M3
 ESPEC: MTOP-001-F 1993.-SECCIÓN 503

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL	
CEMENTO PORTLAND	kg	335.00	0.13	43.55	
ARENA	m3	0.65	4.00	2.60	
RIPIO	m3	0.95	7.00	6.65	
AGUA	m3	0.23	2.50	0.58	

				53.38	
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x	HORA	SUBTOTAL	
CONCRETERA 1 SACO		1.00	5.00	5.00	
HERRAMIENTA MENOR		1.00	0.50	0.50	
VIBRADOR		1.00	3.00	3.00	

				8.50	
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x	HORA	SUBTOTAL
MAESTRO DE OBRA	IV	1.00	1.93		1.93
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	7.00	1.93		13.51
PEÓN	I	12.00	1.93		23.16

					38.60
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL	
CEMENTO PORTLAND	kg	335.00	0.01	3.35	
ARENA	m3	0.65	5.50	3.58	
RIPIO	m3	0.95	5.50	5.23	
AGUA	m3	0.23	1.00	0.23	

				12.38	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				112.86	
COSTOS INDIRECTOS 25 %				28.21	
PRECIO UNITARIO				141.07	
OBSERVAC:					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 210
 RUBRO : ALCANTARILLA TUBO HIERRO CORRUGADO D=1.50 E=25MM
 UNIDAD: ML
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 821

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
TUBERIA ARMICO D=1.20 m	ml	1.00	214.00	214.00
ASFALTO RC-250	lt	7.66	0.28	2.14

				216.14
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
HERRAMIENTA MENOR	0.50	0.50	0.25	

				0.25
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	I	6.00	1.93	11.58
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	2.30	1.93	4.44
MAESTRO DE OBRA	IV	0.50	1.93	0.97

				16.98
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
TUBERIA ARMICO D=1.20 m	ml	1.00	5.00	5.00
ASFALTO RC-250	lt	7.66	0.05	0.38

				5.38
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				238.76
COSTOS INDIRECTOS 25 %				59.69
PRECIO UNITARIO				298.45
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 213
 RUBRO : SEÑALIZACIÓN VERTICAL PREVENTIVA 0.75X0.75 M
 UNIDAD: U
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 708-5

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
SEÑAL PREVENTIVA	U	1.000	90.00	90.00
				90.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL	
HERRAMIENTA MENOR	0.5000	0.50	0.25	
				0.25
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	I	0.5000	1.93	0.97
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	0.2500	1.93	0.48
				1.45
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
SEÑAL PREVENTIVA	U	1.000	2.00	2.00
				2.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				93.70
COSTOS INDIRECTOS 25 %				23.42
PRECIO UNITARIO				117.12
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 214
 RUBRO : SEÑALIZACIÓN VERTICAL INFORMATIVA 0.75X0.75 M
 UNIDAD: U
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 708-6

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
SEÑAL INFORMATIVA	U	1.000	90.00	90.00

				90.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		0.5000	0.50	0.25

				0.25
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	I	0.5000	1.93	0.97
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	0.2500	1.93	0.48

				1.45
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
SEÑAL INFORMATIVA	U	1.000	2.00	2.00

				2.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				93.70
COSTOS INDIRECTOS 25 %				23.42
PRECIO UNITARIO				117.12
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM : 215
 RUBRO : SEÑALIZACIÓN VERTICAL REGLAMENTARIA D=0.75M
 UNIDAD: U
 ESPEC: MTOP-001-F 2000.-SECCIÓN 708-7

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
SEÑAL REGLAMENTARIA	U	1.000	90.00	80.00

				90.00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		0.5000	0.50	0.25

				0.25
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	I	0.5000	1.93	0.97
ALBAÑIL/FIERRERO/CADENERO/ETC.	III	0.2500	1.93	0.48

				1.45
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
SEÑAL REGLAMENTARIA	U	1.000	2.00	2.00

				2.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				93.70
COSTOS INDIRECTOS 25 %				23.42
PRECIO UNITARIO				
117.12				
OBSERVAC:				

ANEXO 4

DOCUMENTOS Y OFICIOS