

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA” JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“CONSISTENCIA DEL DISEÑO VEHICULAR EN VÍAS DE DOBLE
CALZADA SEGÚN LA VELOCIDAD”**

Por:

EDITH MARISOL SANCHEZ JEREZ

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito indispensable para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre I - 2022

TARIJA - BOLIVIA

"UNIVERSIDAD AUTÓNOMA" JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**"CONSISTENCIA DEL DISEÑO VEHICULAR EN VÍAS DE DOBLE
CALZADA SEGÚN LA VELOCIDAD"**

Por:

EDITH MARISOL SANCHEZ JEREZ

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II (M. VIAS)

Semestre I - 2022

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a la estrella más brillante del cielo a mi papá, aunque no estés a mi lado siempre fuiste mi motivación en el transcurso de mis estudios.

A mi mamá por ser mi pilar pues sin ella no lo habría conseguido gracias por tu paciencia, confianza, consejos, recursos para lograrlo y tu apoyo incondicional, te amo mamá.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
CONSIDERACIONES GENERALES

	Página
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 Situación problemática.....	3
1.3.2 Problema.....	4
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.1 Objetivos específicos.....	4
1.5 HIPOTESIS.....	5
1.6 VARIABLES.....	5
1.6.1 Definición de variables.....	5
1.6.2 Operacionalización de variables.....	5
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO.....	6
1.7.1 Unidades de estudio.....	6
1.7.1.1 Unidad.....	6
1.7.1.2 Población.....	7
1.7.1.3 Muestra.....	7
1.7.1.4 Muestreo.....	7
1.8 MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	7
1.8.1 Selección de métodos y técnicas.....	7
1.8.2 Descripción de equipos e instrumentos.....	7
1.8.3 Procedimiento de aplicación.....	10
1.9 ALCANCE.....	11

CAPÍTULO II
ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIAS Y SU CONSISTENCIA
CON LA VELOCIDAD

	Página
2 SISTEMA DE CLASIFICACION FUNCIONAL PARADISEÑO.....	13
2.1 ASPECTOS GENERALES.....	13
2.2 SISTEMA DE CLASIFICACION.....	13
2.2.1 Categoría de las vías.....	13
2.3 CONCEPTOS RELATIVOS A VELOCIDAD EN EL DISEÑO VIAL.....	19
2.3.1 Las velocidades.....	19
2.3.2 Velocidad de Proyecto (Vp).....	21
2.3.3 Velocidad Especifica (Ve).....	22
2.3.3.1 Velocidad especifica en las curvas horizontales.....	23
2.3.3.2 Velocidad especifica de la curva vertical.....	23
2.3.4 Velocidad de Operación (Vop).....	24
2.3.5 Velocidad Percentil 85 (V85%).....	26
2.3.6 Velocidades de proyecto según categoría de la obra vial.....	26
2.3.7 Velocidad de diseño del tramo homogéneo.....	27
2.3.8 Velocidad de marcha.....	28
2.3.9 Velocidad deseada (o velocidad libre).....	29
2.3.10 Métodos de medición de velocidades.....	30
2.3.10.1 Método del cronómetro.....	30
2.3.10.2 Método del enoscopio.....	30
2.3.10.3 Método del radar.....	31
2.4 DEMANDA Y CARACTERÍSTICA DEL TRÁNSITO.....	31
2.4.1 Aspectos generales.....	31
2.4.1.1 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).....	31
2.4.1.2 Clasificación por tipo de vehículo.....	31
2.4.1.3 Demanda horaria.....	32
2.4.2 Crecimiento del tránsito.....	33

2.4.2.1 Aforos de tráfico.....	33
2.4.2.2 El tránsito actual.....	33
2.4.2.3 Incremento del tránsito.....	34
2.4.3 Vehículos de diseño.....	36
2.4.3.1 Características generales.....	36
2.4.4 Características de los vehículos.....	36
2.4.4.1 Aspectos generales.....	36
2.4.4.2 Dimensiones de vehículos.....	37
2.4.5 El comportamiento de los conductores.....	40
2.5 EL CONDUCTOR Y EL PEATÓN.....	41
2.5.1 El Proceso de conducción.....	41
2.5.2 Procesamiento de información.....	43
2.5.3 Tiempo total de percepción y reacción.....	44
2.5.4 Visión del conductor.....	45
2.5.5 Acción.....	46
2.5.6 Los peatones.....	46
2.6 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	48
2.6.1 Las calzadas.....	49
2.6.1.1 Anchos de calzada y plataforma.....	49
2.6.2 Ancho de bermas.....	49
2.6.3 La sección transversal pendientes.....	50
2.6.4 Curvas circulares.....	50
2.6.4.1 Elementos de la curva circular.....	51
2.6.4.1.1 Radios mínimos.....	52
2.6.5 Curvas verticales.....	53
2.6.5.1 Tipos de curvas verticales.....	54
2.6.5.1.1 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.....	55
2.6.5.2 Longitud mínima de curvas verticales.....	57
2.6.6 Distancia de visibilidad y maniobras asociadas.....	57
2.6.6.1 Aspectos generales.....	57

2.7 VISIBILIDAD.....	58
2.7.1 Aspectos generales.....	58
2.8 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO.....	60
2.9 CONSISTENCIA EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO.....	61
2.9.1 Combinaciones recomendables.....	63
2.9.2 Evaluación de diseño.....	63
2.9.2.1 Criterios de evaluación basados en la estabilidad del vehículo.....	64
2.9.2.2 Criterios de evaluación basados en los índices de trazado.....	65
2.9.2.3 Criterios de evaluación basados en la carga de trabajo del conductor.....	67
2.9.2.4 Criterios de evaluación basados en la velocidad de operación (Vop).....	70
2.10 SEGURIDAD VIAL.....	71
2.10.1 Factores concurrentes.....	71
2.11 Metodologías de evaluación local de la consistencia.....	74

CAPÍTULO III

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

	Página
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	77
3.3.1 Ubicación geográfica.....	77
3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE PROYECTO.....	79
3.3 DETERMINACIÓN DE VELOCIDAD EN VÍAS DE DOBLE CALZADA.....	79
3.3.1 Ubicación de los puntos de medición.....	79
3.3.2 Procedimiento de medición.....	81
3.4 INFORMACION GEOMETRICA.....	82
3.4.1 Información geométrica de la vía de doble calzada.....	82
3.4.2 Alineamiento horizontal.....	83
3.4.3 Alineamiento vertical.....	84
3.5 ANÁLISIS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	85
3.6 PREDICCIÓN DE LA VELOCIDAD PARA CADA CURVA.....	87
3.7 Gráfica de datos de dispersión de velocidades promedios.....	88

3.8 Evaluación de la consistencia del diseño.....	92
3.8.1 Criterio de Lamm I.....	92
3.8.2 Criterio de Lamm II.....	103
3.9 PERFIL DE VELOCIDADES.....	113
3.10 ANALISIS DE RESULTADOS.....	119

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4 CONCLUSIONES.....	120
4.1 Recomendaciones.....	121

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXOS DE TABLAS

ANEXOS DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS

ANEXOS DE PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Cinta métrica.....	8
Figura 2 Cronómetro.....	8
Figura 3 GPS SOUTH Galaxy G1.....	9
Figura 4 AutoCAD Civil 3D.....	9
Figura 5 Vehículos tipo: Automóvil y camión de dos ejes.....	38
Figura 6 Vehículo tipo: Bus y camión semirremolque.....	39
Figura 7 Simbología de la curva.....	51
Figura 8 Tipos de curvas verticales y cóncavas.....	54
Figura 9 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.....	55
Figura 10 Elementos de la curva vertical simétrica.....	56
Figura 11 Transición de geométrica en zonas adyacentes a curvas horizontales y verticales 63	
Figura 12 Ubicación provincial.....	77
Figura 13 Ubicación departamental.....	78
Figura 14 Ubicación del proyecto.....	78
Figura 15 Dispersión de velocidades de operación promedios Av. Froilán Tejerina - Av. La Paz.....	88
Figura 16 Dispersión de velocidades de operación promedios Av. La Paz - Av. Froilán Tejerina.....	89
Figura 17 Velocidades de operación (V85) Av. Froilán Tejerina – Av. La Paz.....	90
Figura 18 Velocidades de operación (V85) Av. La Paz - Av. Froilán Tejerina.....	91
Figura 19 Perfil de velocidades criterio de Lamm I Av. La Paz - Av. Froilán Tejerina	113
Figura 20 Perfil de velocidades criterio de Lamm I Av. Froilán Tejerina - Av. La Paz	115
Figura 21 Perfil de velocidades criterio de Lamm II Av. La Paz - Av. Froilán Tejerina	117
Figura 22 Perfil de velocidades criterio de Lamm II Av. Froilán Tejerina - Av. La Paz	118

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Variables dependientes e independientes	5
Tabla 2 Procedimiento de aplicación.....	10
Tabla 3 Clasificación funcional para diseño carreteras y caminos rurales.....	14
Tabla 4 Velocidades de diseño para carreteras primarias.....	17
Tabla 5 Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación.....	25
Tabla 6 Rangos de la velocidad de diseño en un tramo homogéneo.....	28
Tabla 7 Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km)29	
Tabla 8 Bombeos de la calzada.....	50
Tabla 9 Valores máximos para el peralte y la fricción transversal.....	52
Tabla 10 Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.....	53
Tabla 11 Distancia mínima de adelantamiento.....	60
Tabla 12 Umbrales para la determinación de los niveles de consistencia del diseño geométrico criterio III de Lamm.....	65
Tabla 13 Umbrales para la determinación de los niveles de consistencia del diseño geométrico criterios I y II de Lamm.....	75
Tabla 14 Información común de la vía de doble calzada.....	83
Tabla 15 Elementos de las curvas horizontales.....	83
Tabla 16 Elementos de las curvas verticales.....	84
Tabla 17 Diseño en sección transversal Av. Mejillones.....	85
Tabla 18 Diseño en sección transversal Av. Colón.....	86
Tabla 19 Velocidad 85 del alineamiento horizontal.....	87
Tabla 20 Velocidad 85 del alineamiento vertical.....	87
Tabla 21 Resultado de consistencia final Av. La Paz – Av. Froilán Tejerina.....	92
Tabla 22 Resultado de consistencia final Av. Froilán Tejerina – Av. La Paz.....	98
Tabla 23 Resultado de consistencia por el criterio II de Lamm primera semana.....	103
Tabla 24 Resultado de consistencia por el criterio II de Lamm segunda semana.....	108