

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



**“ANÁLISIS TÉCNICO METODOLÓGICO DE PERITAJE SOBRE
ACCIDENTES DE TRÁFICO EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

PRESENTADO POR:

GONZALO VICENTE RODRÍGUEZ ARANCIBIA

DICIEMBRE DE 2011

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOP. Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS TÉCNICO METODOLÓGICO DE PERITAJE SOBRE
ACCIDENTES DE TRÁFICO EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

GONZALO VICENTE RODRÍGUEZ ARANCIBIA

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

Diciembre de 2011

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

Ing. Luis A. Yurquina
DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Lic. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Mario L. Ticona C.

Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández

Ing. Marcelo Segovia Cortez

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

Dedico el presente trabajo a mis padres, René Fernando y Modesta Lisseth por la confianza y el respaldo que me brindaron en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por darme las fuerzas
y la fe para realizar el presente trabajo.

PENSAMIENTO:

“La inteligencia consiste no solo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”

ARISTÓTELES

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance.....	3

CAPÍTULO II ESTUDIO DE ACCIDENTES DE TRÁFICO

2.1. El accidente de tráfico. Consideraciones previas.....	5
2.1.1. Definición.....	5
2.1.2. Causas de los accidentes.....	5
2.2. Elementos que intervienen en un accidente de tráfico.....	6
2.2.1. El hombre.....	6
2.2.1.1. El conductor.....	6
2.2.1.1.1. Características del conductor.....	6
2.2.1.1.1.1. Factores internos.....	7
2.2.1.1.1.2. Factores externos.....	14

	Página
2.2.1.2. El peatón.....	15
2.2.2. El vehículo.....	19
2.2.2.1. Características del vehículo.....	19
2.2.2.2. Composición vehicular.....	20
2.2.2.3. Clasificación según la (A.B.C.).....	20
2.2.3. La vía.....	24
2.2.3.1. Elementos externos que modifican la vía.....	24
2.2.3.1.1. Condiciones atmosféricas.....	24
2.2.3.1.2. Los obstáculos.....	25
2.2.3.1.3. Deslumbramiento.....	25
2.3. Clasificación de los accidentes.....	26
2.3.1. Por su situación.....	26
2.3.2. Por sus resultados.....	27
2.3.3. Por el número de vehículos implicados.....	27
2.3.4. Por el modo en que se producen.....	31
2.4. Educación vial para el peatón y el conductor.....	33
2.4.1. Concepto.....	33
2.4.1.1. Reglas fundamentales de la educación vial.....	34
2.4.1.1.1. Conducción segura.....	34
2.4.1.1.2. Determinación de la velocidad.....	34
2.4.1.1.3. Factores que afectan a la velocidad.....	34
2.4.1.1.4. Adelantamiento de los vehículos.....	34

	Página
2.4.1.1.5. Distancia de seguridad.....	35
2.4.1.1.6. Preferencias.....	35
2.4.1.2. Factores condicionantes.....	35
2.4.1.2.1. Medicamentos.....	35
2.4.1.2.2. Alcohol.....	35
2.4.1.2.3. Drogas.....	36
2.4.1.2.4. La distracción.....	36
2.4.1.2.4.1. Tipos de distracción.....	36
2.4.1.2.5. El Estrés.....	37
2.4.1.2.5.1. Las Causas.....	37
2.4.1.2.5.2. Las Consecuencias.....	37
2.4.1.2.6. El Sueño.....	37
2.4.1.2.6.1. Provocación del sueño.....	37
2.4.1.2.6.2. Evitar el sueño.....	38
2.4.1.3. Frenar a tiempo.....	38
2.4.1.3.1. En vehículos sin ABS.....	38
2.4.1.3.2. En vehículos con ABS.....	38
2.4.1.4. Tomar una curva.....	39
2.4.1.4.1. Aproximarse a una curva.....	39
2.4.1.4.2. Dentro de la curva.....	39
2.4.1.4.3. Acelerar en la curva.....	39
2.4.1.5. Circulación y señales de tránsito.....	39

	Página
2.4.2. Ley de tránsito.....	43
2.4.2.1. El tráfico, prevención, accidente de tránsito.....	43
2.4.2.1.1. Prevención y responsabilidades.....	43
2.4.2.1.1.1. Plan para evitar accidentes.....	45
2.4.2.1.1.2. Aspectos preventivos.....	45

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE PERITAJE DE ACCIDENTES DE TRÁFICO

3.1. Introducción.....	49
3.2. El perito.....	49
3.3. Conocimiento sobre los accidentes de tránsito.....	49
3.3.1. Evolución del accidente.....	50
3.3.2. Fases de percepción, decisión y conflicto.....	50
3.3.2.1. Fase de percepción.....	50
3.3.2.2. Fase de decisión.....	50
3.3.2.2.1. Punto de reacción.....	51
3.3.2.3. Fase de conflicto.....	51
3.3.2.3.1. Punto de conflicto o de impacto.....	52
3.3.2.3.2. Zona de impacto.....	52
3.4. Fuerzas y factores que intervienen en el accidente.....	52
3.4.1. Fuerzas que intervienen en el accidente.....	52
3.4.1.1. Gravedad.....	52
3.4.1.2. Centrífuga.....	52

	Página
3.4.1.3. Centrípeta.....	60
3.4.1.4. Fricción.....	60
3.4.2. La vía.....	60
3.4.2.1. Estado de las vías.....	61
3.4.3. Factores que modifican la vía.....	62
3.4.3.1. Condiciones atmosféricas.....	62
3.4.3.1.1. La lluvia.....	62
3.4.3.1.1.1. Diferentes situaciones frente a la lluvia.....	62
3.4.3.1.1.2. Contrarrestar el peligro de la lluvia.....	63
3.4.3.1.2. La neblina.....	63
3.4.3.1.2.1. Neblina espesa.....	63
3.4.3.1.3. La conducción nocturna.....	63
3.4.3.1.3.1. Dependencia de la conducción nocturna...64	64
3.4.3.2. Obstáculos.....	65
3.4.3.3. Obstrucciones visuales.....	65
3.4.3.3.1. Trabajadores en las vías.....	65
3.4.3.3.2. Animales en las vías.....	65
3.4.3.3.3. Vehículos pesados.....	65
3.5. Elementos de especial interés para la reconstrucción de accidentes de tráfico...66	66
3.5.1. Elementos del vehículo.....	66
3.5.1.1. Ruedas.....	66
3.5.1.2. Frenos.....	74

	Página
3.6.4. Pasos secuenciales para la reconstrucción de accidentes.....	133
3.6.4.1. Atropello.....	133
3.6.4.2. Colisiones.....	136
3.6.4.3. Choque a objeto fijo y a vehículo detenido.....	139
3.6.4.4. Vuelcos.....	141
3.7. Informe técnico.....	143
3.7.1. Toma de datos.....	143
3.7.2. Daños materiales de los vehículos.....	144
3.7.2.1. Inspección externa.....	145
3.7.2.2. Inspección interna.....	148

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. Registro de accidentes.....	149
4.2. Reconstrucción de accidentes.....	149
4.2.1. Atropello.....	149
4.2.2. Colisión.....	159
4.2.3. Choque a vehículo detenido.....	172
4.3. Tabla con la generación de información necesaria de los hechos de tránsito.....	176
4.4. Obtención de registros de accidentes de la Unidad Operativa de Tránsito.....	177

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones.....	197
5.2. Recomendaciones.....	200

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Distracciones al conducir.....	13
Figura 2.2 Tipo de Accidente Peatonal: Lanzarse fuera de la calle.....	16
Figura 2.3 Tipo de Accidente Peatonal: Carrera corta en la intersección.....	17
Figura 2.4 Tipo de Accidente Peatonal: Amenaza múltiple.....	17
Figura 2.5 Tipo de Accidente Peatonal: El vehículo gira y se combina con atención del conflicto.....	18
Figura 2.6 Tipo de Accidente Peatonal: Relacionado con la parada de autobuses.....	18
Figura 2.7 Tipo de Accidente Peatonal: Caminar a lo largo del camino.....	19
Figura 2.8 Ejemplo de vehículo Tipo VP.....	21
Figura 2.9 Ejemplo de vehículo Tipo CO.....	21
Figura 2.10 Ejemplo de vehículo Tipo O.....	22
Figura 2.11 Ejemplo de vehículo Tipo SR.....	22
Figura 2.12 Vuelco de tonel.....	26
Figura 2.13 Vuelco de campana.....	26
Figura 2.14 Colisión por raspado positivo.....	27
Figura 2.15 Colisión por raspado negativo.....	27
Figura 2.16 Choque frontal longitudinal.....	28
Figura 2.17 Choque frontal excéntrico.....	28
Figura 2.18 Choque por alcance.....	29
Figura 2.19 Choque lateral perpendicular anterior.....	29
Figura 2.20 Choque lateral perpendicular central.....	29

	Página
Figura 2.21 Choque lateral perpendicular posterior.....	30
Figura 2.22 Choque lateral oblicua anterior.....	30
Figura 2.23 Choque lateral oblicua central.....	30
Figura 2.24 Choque lateral oblicua posterior.....	31
Figura 2.25 Choque lateral angular.....	31
Figura 2.26 Choque a objeto fijo.....	32
Figura 2.27 Etapas del atropello.....	33
Figura 2.28 Señales restrictivas.....	40
Figura 2.29 Señales preventivas.....	41
Figura 2.30 Señales informativas.....	42
Figura 3.1 Fuerzas que actúan en un vehículo.....	53
Figura 3.2. Fuerzas que actúan en un vehículo en una curva con peralte.....	55
Figura 3.3 Aceleración normal en una sección cónica.....	55
Figura 3.4 Fuerzas que intervienen en el vehículo sin la aceleración normal.....	56
Figura 3.5 Ubicación del centro de masa de un vehículo.....	58
Figura 3.6 Fuerzas que actúan en un vehículo para un observador no inercial.....	58
Figura 3.7 Causas de desgaste anormal de un neumático.....	67
Figura 3.8 Neumático radial.....	68
Figura 3.9 Neumático diagonal.....	69
Figura 3.10 Nomenclatura del neumático.....	70
Figura 3.11 Relación de neumáticos dañados por cada 160000 km/vehículo vs. Profundidad de dibujo en banda de rodamiento.....	73

	Página
Figura 3.12 Sistema de frenos con mando mecánico.....	75
Figura 3.13 Sistema de frenos con mando hidráulico.....	76
Figura 3.14 Sistema de frenos con mando por aire comprimido.....	77
Figura 3.15 Freno a disco.....	78
Figura 3.16 Esquema de etapas del tiempo de percepción y reacción.....	82
Figura 3.17 Tiempos de reacción Vs. contenido de alcohol en la sangre.....	83
Figura 3.18 Fuerzas actuantes sobre un objeto que se desliza sobre plano inclinado.....	84
Figura 3.19 Fuerzas actuantes sobre un objeto que se desliza sobre plano horizontal.....	85
Figura 3.20 Coeficiente de fricción para carpetas asfálticas nuevas, tipo mortero y tipo concreto, en estado húmedo, en función de la velocidad.....	89
Figura 3.21 Coeficiente de fricción para carpetas nuevas de hormigón y tratamiento bituminoso, en estado húmedo, en función de la velocidad.....	89
Figura 3.22 Clasificación en función de la textura.....	90
Figura 3.23 Resistencia al deslizamiento vs. velocidad para diferentes texturas.....	90
Figura 3.24 Condiciones de contacto entre una rueda en movimiento y una superficie mojada.....	91
Figura 3.25 Coeficiente de fricción vs. velocidad para distintos espesores de la lámina de agua.....	92
Figura 3.26 Distribución de pesos en una maniobra de frenado.....	98
Figura 3.27 Huella de frenado.....	101

	Página
Figura 3.28 Huella de derrape.....	101
Figura 3.29 Choque entre vehículos y contra obstáculo fijo.....	112
Figura 3.30 Bastidor de vehículo mediano dividido en áreas para la simulación.....	113
Figura 3.31 $V_a = 50$ Km/h (de Norte a Sur); $V_b = 0$	115
Figura 3.32 $V_b = 50$ Km/h (de Sur a Norte); $V_a = 0$	116
Figura 3.33. $V_b = 15$ Km/h (de Norte a Sur); $V_b = 35$ Km/h (de Sur a Norte).....	116
Figura 3.34 Fuerzas excéntricas que provocan rotación.....	117
Figura 3.35. Fuerza centrada sobre vehículo detenido. No hay rotación.....	118
Figura 3.36. Fuerza excéntrica sobre vehículo Detenido. Produce rotación.....	118
Figura 3.37 Impacto contra obstáculo fijo.....	119
Figura 3.38 Impacto entre vehículos en movimiento. $V_a > V_b$	119
Figura 3.39. Impacto entre vehículos en movimiento. $V_a \sim V_b$	120
Figura 3.40 Secuencia de impactos.....	120
Figura 3.41 Impacto central directo. Antes del choque.....	121
Figura 3.42 Impacto central directo. Momento de máxima compresión.....	121
Figura 3.43 Impacto central directo. Después del choque.....	122
Figura 3.44 Determinación de la dirección de la fuerza (F).....	125
Figura 3.45 Determinación de la dirección de las fuerzas (F). En ambos vehículos.....	126
Figura 3.46 Posición de los vehículos en el momento de máxima compresión.....	126
Figura 3.47 Posición de los vehículos al primer contacto.....	127

Figura 3.48 Secuencia de posición desde el primer contacto hasta último contacto.....	127
Figura 3.49 Vectores cantidad de movimiento post impacto y resultante.....	128
Figura 3.50 Determinación gráfica de vectores cantidad de movimiento antes del impacto.....	129
Figura 3.51 Daños materiales frontales.....	145
Figura 3.52 Daños materiales laterales.....	146
Figura 3.53 Daños materiales parte posterior.....	147
Figura 3.54 Daños materiales del techo.....	147
Figura 3.55 Parte interna del vehículo.....	148
Figura 4.1 Atropello: Croquis del lugar del hecho.....	150
Figura 4.2 Atropello: Fotografía del hecho tomada de sur a norte.....	151
Figura 4.3 Atropello: Fotografía del hecho tomada de norte a sur.....	151
Figura 4.4 Atropello: Daños materiales.....	152
Figura 4.5 Atropello: Víctima del accidente.....	152
Figura 4.6 Atropello: Croquis de las huellas de frenada.....	153
Figura 4.7 Colisión: Croquis del lugar del hecho.....	160
Figura 4.8 Colisión: Ambos vehículos colisionados.....	160
Figura 4.9 Colisión: Fotografía del hecho tomada de Norte a Sur.....	161
Figura 4.10 Colisión: Fotografía del hecho tomada de Sur a Norte.....	161
Figura 4.11 Colisión: Fotografía del hecho tomada de Oeste a Este.....	162

	Página
Figura 4.12 Colisión: Fotografía del hecho tomada de Este a Oeste.....	162
Figura 4.13 Colisión: Daño material lateral del Toyota Sedan.....	163
Figura 4.14 Colisión: Daño material frontal del Toyota Corolla Verso.....	163
Figura 4.15 Determinación gráfica de vectores cantidad de movimiento antes del impacto.....	165
Figura 4.16 Choque a vehículo detenido: Croquis del lugar del hecho.....	172
Figura 4.17 Choque a vehículo detenido: Foto del hecho tomada de norte a sur.....	173
Figura 4.18 Choque a vehículo detenido: Foto de los daños materiales.....	173
Figura 4.19 Clases de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	177
Figura 4.20 Causas de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	178
Figura 4.21 Lugar y vías de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	179
Figura 4.22 Zonas de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	180

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Conductas de distracción.....	13
Tabla 2.2 Tipos y frecuencia de los accidentes peatonales.....	15
Tabla 2.3 Especificaciones técnicas de vehículos.....	23
Tabla 2.4 Especificaciones técnicas de tanques de GNV.....	24
Tabla 3.1 Códigos de velocidad.....	72
Tabla 3.2 Categorías de superficies de calzadas.....	88
Tabla 3.3 Valores de coeficiente de fricción medio para diferentes superficies de rodamiento en estado seco y húmedo.....	93
Tabla 3.4 Coeficiente de fricción según naturaleza y estado de la calzada, para neumáticos nuevos y viejos.....	94
Tabla 3.5 Coeficiente de fricción según el estado y tipo de superficie de rodamiento, para distintos rangos de velocidades.....	96
Tabla 3.6. Valores de deceleración para automóviles en superficies horizontales...107	
Tabla 3.7 Coeficientes A, B, G, según la zona deformada (Frontal, Trasera o Lateral) y la distancia de sus ejes.....	114
Tabla 4.1 Hechos de tránsito mes de septiembre de 2011.....	176
Tabla 4.2 Clases de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	177
Tabla 4.3 Causas de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	178
Tabla 4.4 Lugar y vías de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	179
Tabla 4.5 Zonas de accidentes en la ciudad de Tarija Año 2008.....	180

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. Reconstrucción de accidentes - mes de septiembre de 2011

ANEXO N° 2. El alcohol como principal responsable de accidentes de tránsito