

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE TRAMOS DE CONCENTRACIÓN  
DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y PROPUESTA DE  
MITIGACIÓN EN LA VÍA LIBERTADORES - AYACUCHO**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE**

ELABORADO POR

**CARLOS HUAMANCAYO QUIQUIN**

ASESOR

**Dr. JOSE CARLOS MATIAS LEON**

LIMA-PERÚ

2012

ANALISIS Y EVALUACION DE TRAMOS DE CONCENTRACION DE  
ACCIDENTES DE TRANSITO Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN EN  
LA VIA LOS LIBERTADORES

Ing. Carlos Huamancayo Quiquín

Presentado a la Sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil en  
cumplimiento parcial de los requerimientos para el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE  
DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

2012

Autor :Ing. Carlos Huamancayo Quiquín

Recomendado :Dr. José Carlos Matías León  
Asesor de la Tesis

Aceptado por :CE.Ing. Francisco Coronado del Aguila  
Jefe de la Sección de Posgrado

@2012; Universidad Nacional de Ingeniería, todos los derechos reservados ó el autor autoriza a la UNI-FIC a reproducir la tesis en su totalidad o en partes.

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi querida  
madre Polinaria y hermano  
Juan.

A mi padre por sus  
desvelados sacrificios en  
mi formación profesional y  
a mis hermanos por su  
apoyo incondicional

A mis 03 amores: Paulina  
Victoria, Carlos Jordy  
Joseph y Giancarlo  
Jefferson, por su paciencia  
en haberme cedido el  
tiempo que se le ha debido  
dedicar.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Ingeniería, por haberme brindado la oportunidad de acogerme en su seno.

A los señores docentes de la Sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Civil, por sus enseñanzas y contribución en mi Especialización.

Al Dr. José Carlos Matías León, por el asesoramiento en la elaboración del presente estudio.

A los ingenieros: M. Sc. Rómulo Chinchay Romero, M. Sc. Santiago Contreras Aranda y CE. Ing. Francisco Coronado del Aguila; miembros del Comité, cuyos argumentos, críticas y profesionalismo fueron aporte en esta tarea.

De igual manera, expreso mi reconocimiento y gratitud a todas aquellas personas, que me brindaron su apoyo y colaboración desinteresada.

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene por finalidad, identificar tramos de concentración de accidentes en la Vía Libertadores que engloba a los departamentos de Ica, Huancavelica y Ayacucho.

Un tramo de concentración de accidentes es un tramo de la red que presenta un riesgo de accidente significativamente superior a la media de tramos de características semejantes.

Para su identificación se han utilizado diferentes técnicas de análisis, entre las que se destacan: Método del Número de Accidentes, Método de la Tasa de Accidentes, Método del Número - Tasa, Método del Control de Calidad de la Tasa e Índice de Peligrosidad. En los diversos métodos se realizaron las evaluaciones y análisis correspondientes, derivándose en la metodología más viable.

Este trabajo abarcó parte de la Ruta Nacional 028A, en el que se realizó la recolección de datos de flujo vehicular, datos de accidentes de tránsito y datos de elementos geométricos de la vía, que nos permitieron definir los 18 Tramos de Concentración de Accidentes y las causas que lo generaron, y que la metodología de Control de Calidad de la Tasa es la más viable. Así mismo que propuso el planteamiento de mitigación de los Tramos de Concentración de Accidentes a largo y corto plazo.

## **SUMMARY**

This assignment has the main purpose of identifying accident concentration sections on Via Libertadores which includes the departments of Ica, Huancavelica and Ayacucho.

A section of accident concentration means a section of the interconnected ways which has a higher accident risks than the average ones of similar characteristics.

For its identification different analysis techniques have been used, among them are: The Number of Accidents Method, Accident Rate Method, Number – Rate Method, Quality Control Method for Rate and Hazard Index. In the different methods that have been provided, some evaluations and tests were performed, deriving the most viable approach.

This assignment covered some part of the National Route 028A, in which the traffic flow data was collected, traffic accident data and geometrical data of the track elements, which allowed us to define the 18 accident concentration sections and the causes that generated it, and it demonstrated that the Quality Control Methodology is the most viable rate. It also proposed approach to mitigate the accident concentration sections in a long and short terms.

## INDICE GENERAL

Título	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen	
Summary	
Índice general	

### CAPITULO I

INTRODUCCION	Página I -
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Problema	3
➤ Problema General.	3
➤ Problemas Específicos.	4
1.4 Objetivos	4
➤ Objetivo General.	4
➤ Objetivos Específicos.	4
1.5 Hipótesis, variables e indicadores	4
➤ Hipótesis general.	4
➤ Hipótesis específico.	4
➤ Variables e indicadores.	5
1.6 Organización del estudio	5

### CAPITULO II

MARCO TEORICO	Página II -
2.1 Conceptos generales.	1
2.2 Accidentes de tránsito	1
2.3 Tipos de accidentes de tránsito	1
2.4 Causas de los accidentes de tránsito	2

2.5	Clases de los accidentes de tránsito	3
2.5.1	Accidentes de tránsito simple	3
2.5.2	Accidentes de tránsito múltiple	4
2.5.3	Accidentes de tránsito mixtos	5
2.5.4	Accidentes de tránsito en cadena	6
2.6	Investigación de los accidentes de tránsito	6
2.6.1	Delito de peligro común.	6
2.6.2	Delito contra la fe pública.	7
2.6.3	Delito de exposición y abandono de personas en peligro.	8
2.6.4	Delito de violencia y resistencia a la autoridad .	8
2.6.5	Delito de corrupción de funcionarios.	9
2.6.6	Delito contra la función jurisdiccional.	10
2.6.7	Falta contra la seguridad pública.	11
2.7	Fases de los accidentes de tránsito	11
2.7.1	Fase de la percepción.	11
2.7.2	Fase de decisión.	12
2.7.3	Fase de conflicto.	12
2.8	Seguridad vial	13
2.8.1	Estado actual de la seguridad vial en el Perú.	13
2.9	Definición de lo puntos negros	14
2.10	Definición de los tramos de concentración de accidentes	14
2.11	Identificación de los TCA según Ley provincial N° 8560	14
2.11.1	Método del Índice de peligrosidad	14
2.12	Identificación de TCA según método del (TRB) (EE.UU)	16
2.12.1	Criterios de identificación de TCA	17
2.12.2	Método de número de accidentes.	17
2.12.3	Método de la tasa de accidentes.	18
2.12.4	Método del número - tasa.	19
2.12.5	Método del control de calidad de la tasa.	21
2.13	Estudio de tráfico	23
2.13.1	Volumen de tránsito	23
2.13.2	Volumen de tránsito absoluto.	24
2.13.3	Volumen de tránsito promedio.	24
2.13.4	Uso de los volúmenes de tránsito.	25

2.13.5	Características de los volúmenes de tránsito.	27
2.13.6	Distribución y composición del volumen de tránsito	28
2.14	Diseño geométrico de vía.	28
2.14.1	Generalidades.	28
2.14.2	Clasificación de la vía.	29
2.14.3	Relaciones entre clasificaciones.	33
2.14.4	Criterio y controles básicos para el diseño.	34
2.14.5	Relación entre la velocidad directriz y las carac. geométricas.	34
2.14.6	Velocidad de marcha.	35
2.14.7	Velocidad de operación.	35
2.14.8	Relación en la velocidad de operación y de marcha.	35
2.14.9	Elección de la velocidad directriz.	35
2.14.10	Variaciones de la velocidad directriz	36
2.14.11	Peralte.	37
2.15	Diseño geométrico en planta y perfil.	38
2.15.1	Alineamiento horizontal.	39
2.16	Señales de tránsito.	43
2.16.1	Señales verticales.	43

### CAPITULO III

Página III -

### CALCULO, ANALISIS Y EVALUACION DE TRAMOS DE CONCETRACION DE ACCIDENTES

3.1	Descripción de la vía de estudio.	1
3.1.1	Datos Generales.	1
3.1.2	Localización de la Vía.	2
3.2	Estudio Volumétrico.	3
3.2.1	Tramos Homogéneos.	3
3.2.2	Ubicación de Peajes de Control.	3
3.2.3	Base de datos de flujo vehicular.	5
3.2.4	Índice Medio Diario Anual (IMDA).	9
3.3	Información de datos de accidentes de tránsito en la vía.	9
3.3.1	Análisis de datos existente.	9
3.3.2	Información total de accidentes en la vía.	10
3.3.3	Análisis de correlación de flujo vehicular y accidentes de tránsito.	12



3.4	Identificación de TCA.	12
3.4.1	Método del índice de peligrosidad.	13
3.4.2	Método del número de accidentes.	14
3.4.3	Método de la tasa de accidentes.	15
3.4.4	Método del Número - Tasa.	16
3.4.5	Método del Control de Calidad de la Tasa.	18
3.4.6	Evaluación de los Métodos.	19
3.5	Análisis y evaluación de los TCA.	21
3.5.1	Evaluación de causas de accidentes en T.C.A.	22
3.5.2	Evaluación de los elementos geométricos de los T.C.A.	22

CAPITULO IV Página IV -

PROPUESTA DE MITIGACION DE LOS TCA.

4.1	Generalidades	1
4.2	Propuesta de las mitigaciones	1
4.2.1	Medida de mitigación a corto plazo	3
4.2.2	Medida de mitigación a largo plazo	5

CAPITULO V Página V -

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.	1
5.2	Recomendaciones.	3

CAPITULO VI Página VI -

BIBLIOGRAFIA	1
--------------	---

ANEXOS

## **ÍNDICE DE CUADROS**

	<b>Página</b>
Cuadro N° 01. Generación de accidentes.	I-
3Cuadro N° 02. Unidad de peaje Pacra.	III-6
Cuadro N° 03. Unidad de peaje Rumichaca.	III-7
Cuadro N° 04. Unidad de peaje Socos.	III-8
Cuadro N° 05. Índice medio diario.	III-9
Cuadro N° 06. Distribución de accidentes registrados mensualmente.	III-11
Cuadro N° 07. Análisis de correlación de flujo vehicular y número de acc.	III-12
Cuadro N° 08. Resumen de TCA Método del Número de Accidentes	III-14
Cuadro N° 09. Resumen de TCA Método de la Tasa de Accidentes.	III-15
Cuadro N° 10. Resumen de TCA Método del Número – Tasa.	III-16
Cuadro N° 11. Resumen de TCA Método del Control de Calidad de Tasa.	III-18
Cuadro N° 12. Resumen de causas de accidentes en los TCA.	III-22

## **ÍNDICE DE CUADROS**

	<b>Página</b>
Gráfico N° 01. Flujo vehicular en el peaje Pacra	III-
6Gráfico N° 02. Flujo vehicular en el peaje Rumichaca	III-
7Gráfico N° 03. Flujo vehicular en el peaje Socos	III-8
Gráfico N° 04. Distribución de accidentes	III-11
Gráfico N° 05. Número de accidentes anuales	IV-1

## **ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Página</b>
Tabla N° 01. Parámetros para identificar TCA.	II-15
Tabla N° 02. Unidades de medida para cada método de análisis de acc.	II-17
Tabla N° 03. Clasificación de Carretera Según su Función.	II-30
Tabla N° 04. Clasificación de la Red Vial y su Relación con la Velocidad.	II-33
Tabla N° 05. Valores de Peralte Máximo.	II-38

## **ÍNDICE DE FOTOS**

	<b>Página</b>
Foto N° 01. Unidad de peaje Pacra.	III-4
Foto N° 02. Unidad de peaje Rumichaca.	III-4
Foto N° 03. Unidad de peaje Socos.	III-5

**PLANOS**

Plano N° 01. Localización.

**Página**

III-2

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. ANTECEDENTES.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2004 utiliza como lema “La Seguridad Vial no es Accidental” conmemorando el Día Mundial de la Salud, dejando claramente visible la preocupación por la situación actual.

Los accidentes de tránsito son considerados como una epidemia de magnitud mundial por la OMS, ya que generan alrededor de 1.2 millones de víctimas mortales cada año en todo el mundo, y en promedio 35 millones de víctimas no mortales. Es importante notar que el total de víctimas afectadas no es la suma de las dos cifras antes mencionadas, sino que tiene un efecto multiplicador proporcional a la cantidad de personas afectadas con familias a su cargo.

Las pérdidas económicas derivadas de accidentes de tránsito se estiman en US\$ 518 000 millones, o equivalentemente a entre 1% y 3% del producto bruto interno de los países. Los países de ingresos medios y bajos cuentan sólo con el 48% del total de vehículos, pero son los más afectados por esta epidemia pues el 90% de los accidentes de tránsito con consecuencias fatales ocurren en ellos. OMS (2009)

Algunos de los principales factores que influyen en la ocurrencia de estos accidentes son la abundancia de vehículos antiguos, que incumplen las normas técnicas para un adecuado funcionamiento; permisivas normas de transporte y tránsito, que no velan por el resguardo a la vida y la seguridad ciudadana; sistemas de transportes público desordenados, saturados e inseguros; y en muchos casos autoridades que no cumplen a cabalidad con el rol encomendado en materia de transporte y tránsito.

Estudios demuestran que los accidentes de tránsito son uno de las tres causas principales de mortalidad en personas cuya edad se encuentra en el rango de 5 a 44 años, compitiendo en este ranking nada menos que con enfermedades como el VIH/SIDA, o con la tuberculosis.

Un dato alarmante es que los países con bajos y medianos ingresos son los que presentan las tasas de mortalidad más alta y en donde las tasas de mortalidad han ido descendiendo en los países con ingresos altos en las últimas cuatro o cinco décadas, los accidentes de tránsito siguen constituyendo una causa importante de defunción, traumatismos y discapacidad. Donde casi la mitad de las personas que fallecen a consecuencia de accidentes de tránsito son peatones, ciclistas o usuarios vulnerables de la vía pública.

Esa proporción es incluso mayor en las economías de mayor pobreza. Se genera entonces un círculo vicioso en la relación “tamaño de la economía - sistemas de transporte – sistemas de tránsito – accidentes de tránsito” afectando gravemente la salud pública y en consecuencia el desarrollo de los países en el mundo.

La expresión “punto negro”, a veces “punto rojo”, no es jergal, sino, un término técnico aceptado por la Ingeniería de Tránsito y por la Accidentología Vial para denominar los sitios o zonas de una vía caracterizados por la ocurrencia, en un período de tiempo dado, de un número de siniestros anormalmente alto con relación a otros lugares de la misma o a la totalidad de la red vial.

Las Vías del Perú no tienen identificados los Tramos de Concentración de Accidentes de Tránsito (TCA) y las medidas de mitigación, ello hace que los costos económicos y sociales por accidentes de tránsito sean altos generando pérdidas económicas al país.



Fuente: DITERPOL IX, Carretera Libertadores km 305+000.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El viajar por las carreteras a velocidad razonable y segura promueve la productividad de la nación. La mayoría de las carreteras y los vehículos están diseñados y construidos para la operación segura a velocidades utilizadas por la mayoría de los motoristas. El exceso de velocidad, exceder los límites fijados o conducir muy rápido para las condiciones de la vía involucra muchos factores, incluyendo actitudes públicas, comportamiento personal, desempeño del vehículo, características de la carretera y estrategias de cumplimiento y zonas de velocidad (un límite seguro y razonable de velocidad para una determinada sección de la carretera o zona). Sin embargo, el usar exceso de velocidad en las carreteras se configuran en un factor contribuyente en al menos una tercera parte de los accidentes fatales. Los accidentes fatales son solo una pequeña parte del total del panorama de la seguridad. Además, se hiere mucha gente en accidentes relacionados al exceso de velocidad.

Los tipos de generación de accidentes en el Perú son variables, siendo el exceso de velocidad el de mayor porcentaje, a continuación se muestra el cuadro de generación de accidentes.

**CUADRO N° 01**  
Causas de Accidentes de Tránsito: 2008

Tipo	%
Exceso de Velocidad	29.90%
Imprudencia del conductor	26.00%
Ebriedad conductor	10.00%
Imprudencia del peatón	8.60%
Imprudencia del pasajero	3.00%
Falla mecánica	3.00%
Desacato de señales de tránsito	1.90%
Pista en mal estado	1.80%
Señalización defectuosa	1.10%
Exceso de carga	0.90%
Falta de luces	0.80%
Otros	13.00%
Total	100.00%

Fuente: Chia, 2010

En la actualidad El gobierno peruano decidió la creación del Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), mediante Decreto Supremo 010-96-MTC, modificado posteriormente por los Decretos Supremos 024-2001-MTC y 027-2002-MTC y últimamente por el Decreto Supremo 023-2008-MTC.

El objetivo principal del CNSV como ente rector es promover y coordinar las acciones vinculadas a la seguridad vial en el Perú, así como de implementar de forma multisectorial el Plan Nacional de Seguridad Vial 2007 - 2011, convocando para ello no sólo a instituciones del sector público, sino también a organismos privados y no gubernamentales.

El CNSV inició su trabajo a mediados de 1997. Para hacer operativas sus funciones, el CNSV constituyó una Secretaría Técnica, instancia de coordinación que viene desarrollando el Plan Nacional de Seguridad Vial, aprobado mediante el Decreto Supremo 013-2007-MTC, cuya finalidad es establecer una política nacional de seguridad vial a mediano y largo plazo además de prevenir la ocurrencia de accidentes de tránsito.

La presente investigación se justifica como un aporte a la política de seguridad vial implantada por el Gobierno.

### 1.3. PROBLEMA

#### PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera influye el diseño geométrico en el número de Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito en la vía libertadores?

## **PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- ¿Cómo se puede mitigar los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito?.
- ¿De qué manera se determina la accidentabilidad en una vía?
- ¿De qué manera influye el tráfico en la accidentabilidad?.
- ¿Cuál es la Relación de los elementos geométricos de la vía con los Tramos de Concentración de Accidentes?.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito de la vía libertadores y su propuesta de mitigación.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar y mitigar los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito.
- Analizar la accidentabilidad de los sub tramos en la vía.
- Realizar el estudio del tráfico de la vía.
- Calcular y comparar los elementos de diseño geométricos de los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito con las Normas existentes.

## **1.5. HIPOTESIS, VARIABLES E INDICADORES.**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

Si se analiza y evalúa los tramos de concentración de accidentes de tránsito de la vía libertadores, realizando un diseño geométrico adecuado y describiendo sus causas, entonces se mitigara el número de accidentes en la Vía los Libertadores.

### **HIPOTESIS ESPECIFICOS**

- Los accidentes se reducirán si se evalúa y analiza los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito.
- Los Tramos de Concentración de Accidentes se podrá identificar si se analiza la accidentabilidad de los sub tramos.
- El Tráfico de la vía tiene relación directa con el número de accidentes.
- Los geométricos de la vía tiene relación con los Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito.

## **VARIABLES E INDICADORES.**

### **VARIABLES dependientes:**

- Número de Tramos de Concentración de Accidente de tránsito.

### **Indicadores**

- Accidentes/Km.

### **VARIABLES independientes:**

- Velocidad del vehículo.
- Radio de giro.
- Pendiente de peralte.
- Pendiente longitudinal.
- Gradiente longitudinal
- Distancia de visibilidad.
- Distancia de parada.

### **Indicadores**

- Km/hora.
- Metros.
- Porcentaje.
- Porcentaje.
- Porcentaje.
- Metros.
- Metros.

## **1.6. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO**

La presente tesis desarrolla aspectos importantes en el cálculo, análisis y propuesta de mitigación de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) en la Vía Nacional PE 028A (Vía los Libertadores), así mismo muestra cuadros y gráficos del flujo vehicular y accidentes que se producen anualmente.

Así presentamos en el Capítulo II las nociones básicas y necesarias sobre accidentes de tránsito, tipos y causas que lo generan, la definición y los métodos para la identificación de los Tramos de Concentración de Accidentes, en detalle método por



método, observándose los datos a usar en cada una de ellas y las condiciones que considera cada método para definir si es o no un Tramos de Concentración de Accidentes.

Se suma a ello la investigación de accidentes de tránsito y los delitos relacionados al tránsito y las fases de los accidentes de tránsito.

Además se considera conceptos de análisis de tráfico y diseño geométrico de vía, la clasificación de vías, criterios y conceptos básicos de diseño y el diseño geométrico en planta y perfil, finalmente conceptos sobre señales de tránsito.

En el Capítulo III, se describe la vía en estudio, se realiza un estudio volumétrico del flujo vehicular, se realiza la identificación y evaluación de los Tramos de Concentración de Accidentes por los diversos métodos existentes y se evalúa los elementos geométricos de los Tramos de Concentración de Accidentes.

El Capítulo IV, es importante por qué en esta parte se realiza la propuesta de mitigación a corto y largo plazo de los Tramos de Concentración de Accidentes. Se realiza el aporte respecto al formato de informe policial de accidente, detallando cada punto considerado.

El Capítulo V, muestra las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 CONCEPTOS GENERALES.**

✓ **Tránsito.**

Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía.

✓ **Vía.**

Camino, arteria o calle.

✓ **Barrera de seguridad vial.**

Sistema de contención de vehículos instalados en los márgenes o en el separador central de la carretera y en los bordes de los puentes.

✓ **Clasificador de rutas.**

Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Incluye las carreteras existentes y en proyecto, el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta.

✓ **Código de ruta.**

Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

✓ **Vehículo.**

Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

#### **2.2 ACCIDENTE DE TRÁNSITO**

Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada. Glosario de términos – MTC (2008)

#### **2.3 TIPOS DE ACCIDENTE DE TRANSITO**

**1. Atropello:**

Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona.

**2. Colisión entre vehículos:**

Ocurre entre dos o más vehículos.

### **3. Colisión con punto fijo:**

Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera inclusive con otro vehículo estacionado.

### **4. Vuelcos:**

Es un tipo de accidente en el cual el conductor de un vehículo pierde el control del mismo.

### **5. Accidente con semoviente:**

Es un accidente donde participa un vehículo y un semoviente.

### **6. Caída de pasajeros:**

Ocurre cuando una persona cae de un vehículo que es transportada sufriendo lesiones o muertes.

### **7. Caída de objetos:**

Este accidente ocurre, cuando, los vehículos del transporte de carga no aseguran correctamente la misma o violan la ley de tránsito al sobrecargarlos. Zambrana (2010)

## **2.4 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

Las causas que producen un accidente de tránsito pueden ser:

- ✓ Debido al terreno o la carretera.
- ✓ Debido a factores ambientales
- ✓ Por defecto o falla mecánica.
- ✓ Por factores humanos.

### **Debido a la carretera.**

Entre estas se pueden contar aquellas que se deben a defectos de diseño o ingeniería, como son: asfalto o material inadecuado, curvas sin peralte (inclinación en la carretera para contrarrestar la fuerza centrífuga) o mal diseñadas, pendientes o curvas muy pronunciadas, derrumbe, falta de señalización o demarcación, mal estado de la carretera, como son los baches y hundimientos, obstáculos en la vía tales como deslizamientos, piedras caídas, vehículos mal estacionados, animales.

### **Debidas a factores ambientales**

Estos pueden ser aquellos como la lluvia, la luz solar(amanecer, crepúsculo u oscuridad), viento, neblina, tormenta, inundación, temblor, terremoto.

### **Debido a fallas mecánicas.**

Entre estas se pueden contar aquellas como: llantas o frenos defectuosos, fallas en la dirección, suspensión o transmisión, entre otros.

### **Causas debidas a factores humanos.**

Enfermedades o defectos físicos, impericia, imprudencia, negligencia, cansancio, conducción temeraria, irrespeto a las señales de tránsito, estado de Ebriedad, bajo efectos de droga o sustancias Psicotrópicas, exceso de velocidad. Zambrana (2010).

## **2.5 CLASES DE ACCIDENTES DE TRANSITO.**

Chihuán (2011), indica que de acuerdo a la doctrina existente, los accidentes de tránsito se clasifican en:

### **2.5.1 ACCIDENTES DE TRÁNSITO SIMPLE.**

Son todos aquellos en los que participa un solo vehículo en movimiento sobre la vía de circulación y con una relación directa o indirecta del elemento hombre. Entre ellos tenemos:

#### **a. Choque.**

Viene a ser la colisión de un vehículo en movimiento con un objeto fijo o contra otro vehículo estacionado. Entre ellos tenemos:

- ✓ Choque Frontal, cuándo un vehículo colisiona y lo hace con su parte anterior
- ✓ Choque Angular, cuando el vehículo que impacta lo hace con cualquiera de sus ángulos.
- ✓ Choque Lateral, cuando el impacto lo hace por cualquiera de sus lados.
- ✓ Choque Posterior, cuando el vehículo que colisiona lo hace con su parte posterior.

#### **b. Volcadura.**

Es el vuelco que sufre un vehículo cuando se encuentra en traslación (movimiento), pudiendo hacerlo por cualquiera de sus lados por delante o hacia atrás.

- ✓ Volcadura Tipo Tonel, cuando la volcadura del vehículo es sobre cualquiera de sus lados laterales (giro sobre su eje longitudinal tanto derecho como izquierdo).
- ✓ Volcadura Tipo Campana, es un vuelco que sufre un vehículo en movimiento, girando sobre su eje generalmente de atrás hacia adelante y muy excepcionalmente de adelante hacia atrás.

**c. Incendio.**

Se produce cuando el vehículo se encuentra en movimiento y el incendio se da por falta de orden eléctrico y/o mecánico. Es el accidente que consiste en la inflamación total o parcial de un vehículo, suele tener como causa un fallo de orden mecánico, la rotura de la alimentación de combustible, un fallo de explosión que devuelve combustible por cualquier circunstancia generalmente en forma casual.

**d. Despiste.**

Es la pérdida de contacto de las llantas de un vehículo con la superficie normalmente circulable de la vía: es decir salirse de la porción circulable. Cuando el vehículo simplemente sale de la vía donde estaba circulando puede ser total o parcial. Es la acción o efecto de perder la pista. Consideramos:

- ✓ Despistaje Parcial, cuando no todas las llantas del vehículo pierden contacto con la porción circulable de la vía.
- ✓ Despistaje Total, cuando todas las llantas del vehículo pierden contacto con la porción circulable de la vía.

**2.5.2 ACCIDENTES DE TRÁNSITO MÚLTIPLE.**

Son aquellos que intervienen por lo menos dos vehículos en movimiento o un vehículo en traslación y un peatón. Se clasifican en:

**a. Choque.**

Es la colisión de un vehículo a otro estando ambos en movimiento o detenido.

- ✓ Choque Frontal, es cuando las partes medias anteriores de ambos vehículos entran en contacto entre sí. Pueden ser:
  - Choque Frontal Céntrico, cuando las partes medias frontales de ambos vehículos concuerdan en el impacto, es decir el eje longitudinal de los vehículos se alinean.
  - Choque Frontal o Excéntrico, cuando las partes medias anteriores no coinciden al colisionar ambas unidades. Estos pueden ser: choque frontal excéntrico izquierdo o Derecho.
- ✓ Choque por Embiste, es aquella que se produce cuando un vehículo colisiona con su parte frontal contra la pared lateral del otro vehículo que está en marcha. Por la forma en que se impacta se le denomina Choque en "T". son los siguientes:
  - Choque por Embiste Lateral Izquierdo, cuando el vehículo sufre la colisión en su parte lateral izquierda.

- Choque por Embiste Lateral Derecho.- Cuando el vehículo sufre la colisión en su parte lateral derecha.

Estos choques son por embiste, sean lateral derecho o izquierdo según la zona de cada lado cambia la denominación. Pudiendo ser:

- Céntrico, cuando el eje de equilibrio longitudinal del vehículo que impacta coincide con el eje de equilibrio transversal del vehículo impactado. Pudiendo ser lateral derecho o izquierdo.
  - Excéntrico, cuando los ejes de equilibrio longitudinal del impactante con el transversal del impactado no coinciden. Pudiendo ser: lateral anterior derecho o izquierdo y lateral posterior derecho o izquierdo.
- ✓ Choque por Alcance, es la colisión que se produce entre los vehículos en traslación, que circulan en el mismo sentido, impactando por su parte anterior al vehículo que lo precede. Estos a su vez pueden ser:
- Choque por Alcance Céntrico, cuando los ejes de equilibrio longitudinal de ambos vehículos coinciden con el impacto.
  - Choque por Alcance Excéntrico, cuando los ejes de equilibrio longitudinal de ambos vehículos no coinciden. Pueden ser: choque por alcance excéntrico derecho e izquierdo
- ✓ Choque Lateral, es la colisión que se produce entre los vehículos de traslación, donde sus partes laterales toman contacto entre sí. Pueden ser:
- Choque Lateral Positivo, cuando los vehículos circulan en sentidos opuestos y sus partes laterales entran en contacto en forma longitudinal.
  - Choque Lateral Negativo, cuando los vehículos circulan en el mismo sentido y sus partes laterales toman contacto entre sí en forma longitudinal.
  - Choque Lateral por Topetazo, cuando los vehículos circulan en mismo sentido y sus partes laterales toman contacto entre sí en forma transversal.

#### **b. Caída de Pasajero.**

Es el accidente que consiste en la caída del pasajero de una persona de un vehículo en movimiento, generalmente se produce en los vehículos de transporte público de pasajeros. Este accidente se puede ocasionar al subir o bajar o dentro del mismo vehículo.

### **2.5.3 ACCIDENTES DE TRÁNSITO MIXTOS.**

Son aquellos donde se combina un accidente simple y un múltiple y viceversa u otros pueden ser por ejemplo:

- ✓ Despiste (simple) y atropello (múltiple).
- ✓ Choque por embiste (múltiple) y una volcadura (simple).

#### **2.5.4 ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN CADENA**

Son aquellos accidentes donde participan por lo menos tres vehículos, los que entran en contacto uno de tras de otro. Para considerarse esto en la clasificación, el evento debe producirse en la vía de circulación, los vehículos deben de desplazarse en el mismo sentido y por lo menos el último que impacta por detrás debe encontrarse en movimiento.

### **2.6 INVESTIGACION DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

Chihuán (2011), menciona los Delitos y faltas contempladas en al Código Penal relacionados al tránsito, los que se indican a continuación:

#### **2.6.1 DELITO DE PERLIGRO COMUN.**

##### **a. Configuración del Delito**

En la que encontrándose en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción mayor a 0.5 gr/L, o bajo el efecto de estupefacientes, conduce, opera o maniobra vehículo motorizado comprobado con el resultado del Certificado de dosaje étílico y/o Toxicológico positivo respectivamente (Art. 274 CP).

##### **b. Sujeto Activo.**

Conductor de vehículo motorizado.

##### **c. Sujeto Pasivo.**

La sociedad.

##### **d. Procedimiento.**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente
- ✓ Identificar al presunto autor
- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ La Licencia de Conducir, será remitida a la DIVTRAN, adjuntando la copia del Certificado de dosaje étílico.
- ✓ Cuando el sujeto activo es detenido, se le entregará su papeleta de detención.
- ✓ Se impondrá la papeleta de infracción.

- ✓ Formular el Atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si un sujeto activo a causado algún accidente de tránsito, se procederá de acuerdo normatividad vigente.

## **2.6.2 DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA.**

### **a. Configuración del Delito.**

El que hace parte o todo el documento falso que adultere uno verdadero que pueda dar origen a un derecho u obligación.

### **b. Sujeto Activo.**

Conducir un vehículo motorizado por cualquier persona.

### **c. Sujeto Pasivo.**

El estado.

### **d. Procedimiento.**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente.
- ✓ Identificar al presunto autor.
- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ Retener la Licencia de Conducir o Tarjeta de Identificación del vehículo, bajo sospecha de ser un documento falso.
- ✓ Remitir la Licencia de Conducir al Ministerio de Transportes y Comunicaciones y Tarjeta de Identificación Vehicular a la SUNARP.
- ✓ Cuando el sujeto es detenido se le entregará la respectiva papeleta de detención.
- ✓ Se impondrá la Papeleta de Infracción, según sea el caso.
- ✓ Formular el Atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si un sujeto activo ha causado algún accidente de tránsito, se procederá de acuerdo normatividad vigente.



### **2.6.3 DELITO DE EXPOSICIÓN Y ABANDONO DE PERSONAS EN PELIGRO:**

#### **a. Configuración del Delito.**

El que omitiera prestar socorro a una persona que ha herido o incapacitado como producto de un accidente de tránsito, poniendo en peligro su vida o su salud (Art. 126 y 127 CP).

#### **b. Sujeto Activo.**

Conductor del vehículo motorizado.

#### **c. Sujeto Pasivo.**

La persona herida o incapacitada.

#### **d. Procedimiento.**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente
- ✓ Identificar al presunto autor
- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ Disponer el reconocimiento médico de la víctima.
- ✓ Cuando el sujeto activo es detenido se le entregará la respectiva papeleta de detención.
- ✓ Formular el Atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si el autor ha sido identificado y ubicado, se procederá de acuerdo a la normatividad vigente para accidentes de tránsito por lesiones.

### **2.6.4 DELITO DE VIOLENCIA Y RESISTENCIA A LA AUTORIDAD.**

#### **a. Configuración del Delito.**

El que en alzamiento público, mediante violencia o amenaza impide a una autoridad, funcionario o servidor público ejercer funciones o le obliga a practicar un determinado acto de sus funciones o le estorba en el ejercicio de estas.

El que emplea intimidación o violencia contra un funcionario público para impedir o trabar la ejecución de un acto propio del legítimo ejercicio de sus funciones.

El que desobedece o resiste la orden impartida por un funcionario público en el ejercicio de sus atribuciones, salvo que se trate de su propia detención.

**b. Sujeto Activo.**

Cualquier persona (conductor, cobrador, pasajero o peatón).

**c. Sujeto Pasivo.**

Funcionario Policial.

**d. Procedimiento.**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente.
- ✓ Identificación del presunto autor.
- ✓ Se impondrá la PIT por el motivo que fue intervenido.
- ✓ Formular el Atestado Policial en presencia del representante del Ministerio Público.
- ✓ Cuando el sujeto activo es detenido se le entregará la respectiva papeleta de infracción.
- ✓ Formular el Atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.

**2.6.5 DELITO DE CORRUPCIÓN DE FUNCIONARIOS.**

**a. Configuración del Delito.**

El funcionario o servidor público que solicita o acepta un donativo, promesa o cualquier otra ventaja para realizar u omitir un acto en violación de sus obligaciones, o el que acepta a consecuencia de haber faltado a sus deberes para practicar un acto propio de su cargo sin faltar a su obligación.

**b. Sujeto Activo.**

Conductor de un vehículo motorizado o cobrador de unidades de servicio público de pasajeros.

**c. Sujeto Pasivo.**

El estado representado por el Funcionario Policial.

**d. Procedimiento.**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente.
- ✓ Formular el Acta de Incautación o Comiso.
- ✓ Solicitar Examen de Dosaje Etílico.

- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ Cuando el sujeto activo es detenido se le entregará la respectiva papeleta de detención.
- ✓ Formular atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si el autor ha sido identificado y ubicado, se procederá de acuerdo a la normatividad vigente.

### **2.6.6 DELITO CONTRA LA FUNCIÓN JURISDICCIONAL:**

#### **a. Configuración del delito.**

El que denuncia a la autoridad, un hecho punible a sabiendas que no se ha cometido, o el que simula pruebas o indicios de su comisión que puedan servir de motivo para que un proceso penal o el que falsamente se atribuye delito no cometido o que haya sido cometido por otro.

El que después de un accidente automovilístico u otro similar, en el que ha tenido parte y del que han resultado lesiones o muerte, se aleja del lugar para sustraer a su identificación o para eludir las comprobaciones necesarias o se aleja por razones atendibles, pero omite dar cuenta a la autoridad.

#### **b. Sujeto Activo.**

Cualquier persona.

#### **c. Sujeto Pasivo.**

El estado.

#### **d. Procedimiento:**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente.
- ✓ Identificación del presunto autor.
- ✓ Solicitar Examen de Dosaje Etílico y Toxicológico.
- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ Remitir la Licencia de Conducir al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, si el resultado del Dosaje Etílico o Toxicológico, excede el grado de intoxicación alcohólica o arroja positivo respectivamente.
- ✓ Cuando el sujeto activo es detenido se le entregará la respectiva papeleta de detención.

- ✓ Formular el Atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si un sujeto activo a causado algún accidente de tránsito, se procederá de acuerdo a la normatividad vigente.

### **2.6.7 FALTA CONTRA LA SEGURIDAD PÚBLICA:**

#### **a. Configuración del Delito**

El que conduce un vehículo a excesiva velocidad, de modo que importe peligro para la seguridad pública o confían en su conducción a un menor de edad o persona inexperta.

#### **b. Sujeto Activo.**

Conductor de vehículo motorizado.

#### **c. Sujeto Pasivo.**

El Estado

#### **d. Procedimiento:**

- ✓ Formular el Parte de Ocurrencia registrándolo en el libro correspondiente.
- ✓ Identificación del presunto autor.
- ✓ Solicitar Examen de Dosaje Etílico.
- ✓ Tomar la manifestación en presencia del Representante del Ministerio Público.
- ✓ Imponer PIT con la respectiva infracción.
- ✓ Formular atestado Policial y remitirlo al Ministerio Público, poniendo a disposición al presunto autor.
- ✓ Si el autor ha sido identificado y ubicado, se procederá de acuerdo a la normatividad vigente.

## **2.7 FASES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO.**

Chihuán (2011), indica las siguientes fases:

### **2.7.1 FASE DE PERCEPCION**

Significa notar la condición de riesgo y valorarlo apropiadamente como tal para considerarlo un peligro posible o real: sin embargo, esta no ocurre necesariamente en el lugar y tiempo donde el riesgo pudo haberse notado, sino donde y cuando es reconocido. En tal sentido puede darse:

- ✓ Punto de prevención posible, es el momento en que el participante debió darse cuenta de la circunstancia anormal que pudiera desembocar un accidente.
- ✓ Punto de Prevención Real, es aquel en el que el conductor tiene conciencia de la inminencia del evento.

### **2.7.2 FASE DE DECISIÓN.**

Es el momento en el que el conductor reacciona en todos los casos, tratando de evadir la situación de conflicto. La reacción a la que se hace alusión está representada por una serie de maniobras de ahí que se le denomina como “maniobras evasivas”; en esta fase pueden, en un momento dado, darse los siguientes tiempos:

- ✓ Tiempo de Reacción, es el tiempo que una persona toma para decidir que hacer ante una situación de inminente conflicto. Se cuenta hasta el inicio de la acción decidida. Dependiendo de la condición de la persona, su aptitud para el manejo, su asimilación de las situaciones adversas y otras circunstancias modificatorias de su pericia en el manejo, varía el tiempo de reacción. Sin embargo se ha tomado un promedio para una persona normal que es de  $\frac{3}{4}$  de segundo.
- ✓ Punto de Decisión, se da en el lugar del hecho y desde donde el conductor inicia la realización de la maniobra que ha decidido realizar en virtud del proceso intelectual de valoración de riesgos correspondientes.
- ✓ Maniobra de Evasión, maniobra o conjunto de ellas que ejecuta el conductor para evitar la producción de accidente. Pueden ser:
  - Disminuir la velocidad o frenar.
  - Acelerar.
  - Viraje a la derecha o a la izquierda.
  - Combinación de las anteriores.

### **2.7.3 FASE DE CONFLICTO.**

Es la única etapa de la evolución del siniestro vehicular y se llega a él cuando, el accidente no ha podido ser evitado. Pueden ser los siguientes:

- ✓ Punto de Impacto, es el primer toque entre las unidades participantes en el accidente de tránsito.
- ✓ Máximo Enganche, es el mayor efecto de presión recíproca entre las unidades participantes en un siniestro. La energía cinética, la fuerza de la masa y todas las otras fuerzas de conflicto liberan una gran fuerza de empuje (o fuerza destructiva), que es absorbida en proporción directa a la fuerza que aporta cada unidad más la que le corresponde de la otra unidad en conflicto.

- ✓ Desenganche, es la separación de las unidades participantes en un evento después del máximo enganche. La fuerza de empuje o destructiva liberada en la colisión llega a extinguirse por completo.
- ✓ Posición Final, cuando las unidades de tránsito y/o sus componentes (objetos o personas) participantes en el siniestro quedan inmóviles deteniéndose sin aplicación de fuerza alguna ajena al conflicto, ocupando finalmente, el espacio donde llegaron luego del accidente.

## **2.8 SEGURIDAD VIAL.**

La seguridad vial viene siendo una seria preocupación desde la aparición del automóvil, aproximadamente 12 décadas atrás. No obstante esta preocupación, los problemas en seguridad vial no sólo se ha mantenido con el paso de los años, sino que han aumentado y causando enormes costos económicos y sociales. Es comúnmente aceptado que son muchos los costos asociados con el movimiento de vehículos, tales como la contaminación del aire, el ruido, la contaminación visual y las colisiones. Sin embargo, los costos económicos y sociales relacionados con accidentes de tránsito, como son pérdidas de propiedad (autos y otros), heridos y muertos atribuidos a los accidentes de tránsito, con la consiguiente pena y aflicción que golpea a miles de personas, exceden largamente los otros costos asociados al flujo vehicular. Consecuentemente, la importancia de reducir los costos sociales y económicos debido a los accidentes de tránsito no se debe subestimar.

### **2.8.1 ESTADO ACTUAL DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL PERÚ**

Nuestra carta magna, la constitución, es sin duda el documento sobre el cual se sentaron las bases para la creación de la República, en ella se establece como principios los derechos fundamentales de defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad como el fin supremo de la sociedad y del estado peruano, es por ello que las cifras que a continuación detallaremos son la mejor justificación para adoptar medidas que conlleven a la protección de la vida de los ciudadanos quienes diariamente hacen uso de las diversas redes viales dentro del territorio nacional.

Como parte de estas medidas implementadas para direccionar esfuerzos encaminados hacia la protección de los usuarios de la vía, se encuentra la formulación del presente Plan Nacional de Seguridad Vial el cual busca sentar las bases para el establecimiento de una política nacional en materia de prevención de colisiones de tránsito, así como de las graves consecuencias que estos generan.

Para graficar la situación actual de la seguridad vial nacional, es necesario primero el aceptar que estamos ciertamente ante una grave situación y reconocer que esta ha llegado a niveles inmanejables que demandan el inicio de acciones encaminadas a revertir esta situación y para ello se debe partir por involucrar a todos los niveles de la sociedad peruana en su conjunto y con ella y para ella iniciar el largo proceso de cambio que tanto necesita nuestro país.

Anualmente en el Perú se registran un promedio de 74 mil colisiones viales, solo durante el año 2006 se registraron 3,481 muertes y 46,882 personas

heridas, dichas cifras debieran sonar escalofriantes así como dejar perplejos a cualquier lector, sin embargo de no ser así el solo hecho de entender que esta cifra viene siendo una constante durante los pasados años nos debería llevar a la reflexión puesto que las probabilidades de participar en un incidente con consecuencias fatales son altas, es por ello la necesidad de respetar las normas de tránsito para evitarlos.

## **2.9 DEFINICION DE LOS PUNTOS NEGROS.**

No existe una definición aceptada universalmente de lo que es un Punto Negro, pero de manera general es descrita como la ubicación de alto riesgo de accidente de tránsito, o también como, un tramo de vía donde ocurren accidentes de tránsito de manera frecuente.

Algunas investigaciones definen los puntos negros de acuerdo a una ratio de los accidentes ocurridos en relación a los vehículo-kilómetro o por vehículo; en otros casos se toma la frecuencia de los accidentes ya sea como el ratio por kilómetro o simplemente como el acumulado de ocurrencias.

Otra forma en que ha sido definido es a través de un ranking de la magnitud de accidentes registrados en cada punto negro (o del ratio de cada uno) o más comúnmente por la definición de una cantidad mínima de accidentes a partir del cual, cualquier valor que lo supere será denominado como punto negro. MTC – 2007 Estudio de Lima y Callao.

## **2.10 DEFINICION DE LOS TRAMOS DE CONCENTRACION DE ACCIDENTES DE TRANSITO.**

El concepto de tramo de concentración de accidentes es un concepto nuevo que viene a sustituir al tradicional punto negro.

Tramo de Concentración de Accidentes (TCA), es aquel tramo de carretera en el que estadísticamente el número de accidentes que se producen, es significativamente más alto que el valor medio de los que tienen lugar en tramos análogos de la red. Así en la definición de los TCA interviene el tipo de vía, la intensidad de tráfico, y el número de accidentes. Berardo (2005).

## **2.11 IDENTIFICACION DE TCA SEGÚN LEY PROVINCIAL N° 8560.**

### **2.11.1 Método del Índice de Peligrosidad.**

La Ley de Tránsito N° 8560 de la Provincia de Córdoba y sus decretos reglamentarios establecen, en el Anexo C del artículo N° 72, la metodología para el análisis de los accidentes de tránsito. Se utiliza los siguientes índices:

- ✓ ACV : Número de accidentes con víctimas registrados a lo largo de un año.
- ✓ IP : Índice de Peligrosidad en un tramo, itinerario o red: número de accidentes con víctimas por cada cien

millones de vehículos-kilómetros recorridos por año en ese tramo, itinerario o red. (Ecuación 1).

- ✓ IM : Índice de Mortalidad, número de muertos por cada cien millones de vehículos-kilómetros recorridos por año en un tramo determinado. Es indicativo de la gravedad de los accidentes. Se incluyen todas las rutas pertenecientes a la red en estudio, divididas en tramos de 1km de longitud. (Ecuación 2).
- ✓ Tipología : Autopista, autovía, vía rápida, ruta convencional.
- ✓ Zona : Urbana, interurbana

Donde:

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes c / víctimas por año} \cdot 10^8 (\text{veh.km})}{\text{Volumen anual (veh)} \cdot \text{Longitud del tramo (km)}} \quad (1.0)$$

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ de muertos por año} \cdot 10^8 (\text{veh.km})}{\text{Volumen anual (veh)} \cdot \text{Longitud del tramo (km)}} \quad (2.0)$$

Se identificarán como tramos de concentración de accidentes (TCA), aquellos en que se verifiquen las condiciones señaladas en la Tabla N° 01:

**Tabla N° 01 Parámetros para identificar tramos con concentración de accidentes.**

TIPOLOGIA	ZONA	RAGO DE TMDA	CONDICIONES Por tramo de 1 km.
Autopista Autovías Vía Rápida	Llana	> 80.000	IP> 30 ó ACV/año > 9
	Ondulada	> 40.000 y < 80.000	IP> 35 ó ACV/año >5
	Montañosa	< 40.000	IP> 40 ó ACV/año > 3
Ruta Convencional	Urbano o rural llana, ondulada o montañosa.	> 7.000	IP> 70 ó ACV/año > 3
		< 7.000	IP> 100 ó ACV/año > 3

Fuente: Ley Provincial de Tránsito N°8560. Anexo C.

Se han determinado los indicadores de accidentalidad para sub-tramos de 1 km de longitud, en función de los datos disponibles de los registros de accidentes.

El Índice de Peligrosidad (IP) depende del comportamiento de los usuarios, prestaciones de los vehículos, características de la carretera y su entorno,



características del tránsito y factores aleatorios. Para disminuir la componente aleatoria se tiende a alargar el período de análisis considerado.

Las características de la carretera y su entorno determinan lo que se podría denominar "riesgo intrínseco" asociado al tramo en las condiciones existentes. A igualdad de las otras componentes, el riesgo intrínseco varía en función de tipología de la carretera (Autopista, Autovía, Vía Rápida, Ruta Convencional), zona (Urbana, Interurbana, Intersección, Tramo). Rangos de volúmenes de tránsito (que dependen del tipo de vía). A medida que el volumen de tránsito aumenta, el índice de Peligrosidad disminuye; no obstante, dentro de determinados rangos, que dependen del tipo de vía, se puede considerar prácticamente constante.

En base a las características enunciadas anteriormente, es posible definir grupos de tramos homogéneos en cuanto a su nivel de seguridad.

En países desarrollados se han elaborado distintos procedimientos estadísticos para la determinación del "valor normal" del riesgo intrínseco en cada grupo de tramos homogéneos. En función del mismo, para cada conjunto se establece un valor crítico a partir del cual se estima que el índice de Peligrosidad es significativamente elevado y responde a una desviación del riesgo intrínseco del tramo respecto del normal.

Por otra parte, deduciendo de (1), puede expresarse que la cantidad de accidentes con víctimas (ACV) es:

$$ACV = \frac{IP \cdot Volumen \ Anual}{10^8} \quad (3.0)$$

De donde, la alta accidentalidad puede obedecer a cualquiera de los dos factores, y por lo tanto, las medidas que tienden a reducir la siniestralidad pueden actuar sobre uno u otro o sobre ambos.

## 2.12 IDENTIFICACION DE TCA SEGÚN METODO DEL TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (EEUU).

Cuatro son las técnicas de análisis utilizadas:

1. Método del Número de accidentes
2. Método de la Tasa de accidentes
3. Método del Número - Tasa
4. Método del Control de Calidad de la Tasa.

Los métodos 1 y 2 son bastante simples y rápidamente adaptables a los sistemas de rutas pequeños. Los requerimientos de datos son mínimos, la recopilación de datos es simple y los análisis pueden realizarse en forma manual.

Los métodos 3 y 4 se recomiendan para los sistemas más grandes, con mayores volúmenes de tránsito y variaciones de flujos de tránsito de mayor amplitud. Berardo (2005).

### 2.12.1 Criterios para Identificación de TCA

Los análisis que se describen en este apartado están orientados a la identificación de TCA. En estos se utilizarán unidades de medida específicas, según se describe en la tabla N° 02.

**Tabla N° 02. Unidades de medida para cada método de análisis de accidentes.**

<b>Criterio</b>	<b>Método del número de accidentes</b>	<b>Método de la tasa de accidentes</b>	<b>Método del número - tasa</b>	<b>Método del control de calidad de la tasa</b>
<b>Tramos:</b> Accidentes. Por km.			X	
Accidentes por MVK (10 <sup>6</sup> Veh – km)		X	X	X
<b>Intersecciones y sitios:</b> Numero de accidentes	X		X	
Accidentes por MV (10 <sup>6</sup> Veh)		X	X	X

Fuente: Sección 1 Manual de Seguridad Vial. Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V).

Donde:

- ✓ Número de accidentes por kilómetro:

El número de accidentes ocurridos dentro del tramo, dividido por la longitud del mismo.

- ✓ Número de accidentes por Millón de Vehículos - Kilómetro:

El número de accidentes ocurridos en un tramo por cada millón de vehículos – kilómetro que circulan por él.

### 2.12.2 Método del Número de Accidentes

Este es el enfoque más simple y directo. Todos los accidentes se registran, consignándose su ubicación y el período de tiempo durante el cual han ocurrido.

La simplicidad de este enfoque se justifica si los volúmenes de tránsito son pequeños. No habrá muchos accidentes y se encontrarán pocos agrupamientos de estos. Pero cuando aparecen los agrupamientos, habrá una base objetiva para la investigación destinada a determinar si algún elemento del camino puede ser la causa de los mismos.

Para aplicar el método a un camino rural, debe subdividirse el mismo en tramos homogéneos de igual longitud (1 Km, por ejemplo) asignando a cada tramo la cantidad de eventos registrados, de esta manera se obtiene la cantidad de accidentes por kilómetro del tramo. Seguidamente, se define para tramos homogéneos (mismo tipo de vía y tránsito) el valor promedio de los siniestros. Por último puede considerarse TCA a aquel tramo cuya cantidad de accidentes por kilómetro sea superior a la media de la vía más un desvío representado a través un coeficiente de mayoración.

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en el tramo } i}{\text{Longitud del tramo } i} \quad (4.0)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos h.omogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos h.omogéneos}} \quad (5.0)$$

Un tramo será considerado TCA cuando se cumpla que:

$$N_i \geq k.Nm.$$

$$\text{con } k \geq 1$$

K: factor de mayoración; para aproximaciones iniciales se recomienda ajustarlo en 2.

### 2.12.3 Método de la Tasa de Accidentes

A dos ubicaciones que registren el mismo número de accidentes no debiera atribuírsele idéntica peligrosidad si una de ellas duplica a la otra en cuanto a volumen de tránsito se refiere. El método de la Tasa de Accidentes considera esta variable. Además de la información básica sobre los accidentes y sus ubicaciones, se debe conocer los volúmenes de tránsito en todas éstas; y se debe, asimismo, estar en condiciones de calcular, a los efectos de realizar comparaciones con las ubicaciones específicas, las tasas de accidentes correspondientes al sistema vial en conjunto.

El método de la Tasa de Accidentes comprende los siguientes pasos:

1. Ubicación de los accidentes en mapas de accidente.
2. Identificación del número de accidentes ocurridos, en el período de análisis y en cada tramo pre-establecido.

3. Cálculo de la tasa de accidentes real de cada tramo, en correspondencia con el período de análisis.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo}}{\text{TMDA} \times \text{Numero de días} \times \text{Longitud del tramo}} \cdot 10^6 \quad (6.0)$$

4. Se define la tasa media del sistema ( $T_m$ ) de igual manera que la tasa del tramo pero considerando la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total del camino en estudio.

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes}}{\text{TMDA}_{\text{medio}} \times \text{Numero de días} \times \text{Longitud de carretera}} \cdot 10^6 \quad (7.0)$$

5. Selección de los valores de las tasas de accidentes indicativos de peligrosidad. Se considera práctico y realista adoptar un valor de aproximadamente el doble de la tasa media correspondiente al sistema en conjunto.
6. Si la tasa real en un lugar excede el valor mínimo establecido, se lo considera como peligroso y se lo incluye en la lista para la posterior investigación y análisis.

El propósito del valor mencionado en el paso 5 es controlar el tamaño de la lista de lugares por investigar; si el valor es grande, la lista será breve; y si es pequeño la lista será más extensa. La experiencia indicará a cada organismo el nivel apropiado.

#### 2.12.4 Método del Número - Tasa

El método del Número-Tasa es aplicable a todos los sistemas de caminos, cualquiera sea su magnitud o la variación de los volúmenes de tránsito.

En la identificación de lugares peligrosos, es importante asegurarse de que la ocurrencia de accidentes en los lugares definidos como tales sea en realidad anormalmente alta. Uno de los riesgos que se corre al confiar sólo en números y tasas de accidentes es que las cifras pueden conducir a error cuando los volúmenes de tránsito varían a lo largo de una gama de valores amplia.

Un lugar con un número elevado de accidentes, o de accidentes por kilómetro, puede parecer peligroso. Pero si el volumen de tránsito es en él excepcionalmente grande, la tasa de accidentes puede no ser anormal.

El método se basa en el concepto de que, si tanto el número y la tasa de accidentes de un lugar superan en mucho al promedio, se puede tener una

razonable certeza de estar ante un registro anormal de accidentes. Además el método separa por tipo de caminos, (número de carriles, etc.), tipo de zona (rural o urbana) y control de accesos.

Los requerimientos de datos básicos comprenden: Período de tiempo, ubicación de los accidentes, longitud de tramos, volúmenes de tránsito y categorías de caminos.

Además, requiere establecer la ocurrencia media de accidentes correspondientes a cada categoría de calle o camino, por lo que debe calcularse el Número medio de accidentes por kilómetro (Nm.) así como el número medio de accidentes por millón de vehículos-kilómetro (es decir la tasa media Tm.).

El método define como TCA, a aquellos tramos cuya ocurrencia de eventos sea considerablemente mayor que la media, es decir cuyos números y tasas de accidentes superen - ambos - los valores límite, serán considerados peligrosos. Luego se tiene que para calcular la frecuencia de accidentes por kilómetro se procede de la siguiente manera:

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en el tramo } i}{\text{Longitud del tramo } i} \quad (8.0)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos h.omogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos h.omogéneos}} \quad (9.0)$$

La tasa de accidentes de un tramo i cualquiera se calcula de la siguiente manera

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo}}{\text{TMDA} \times \text{Número de días} \times \text{Longitud del tramo}} \cdot 10^6 \quad (10)$$

Se define la tasa media del sistema de igual manera que la tasa del tramo pero considerando la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total del camino en estudio.

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes}}{\text{TMDA}_{\text{medio}} \times \text{Número de días} \times \text{Longitud de la carretera}} \cdot 10^6 \quad (11)$$

El método del número-tasa considera que un tramo es peligroso (TCA) cuando:

$$N_i \geq k \cdot Nm \quad \wedge \quad T_i \geq k_T \cdot T_m$$

### 2.12.5 Método del Control de Calidad de la Tasa

El Método de Control de Calidad de la Tasa, que es aplicable a toda la gama de volúmenes de tránsito y a los distintos tipos de vía, debe su nombre a que controla la calidad de los análisis aplicando "tests" estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual, con relación a una tasa media predeterminada correspondiente a lugares de características similares. Los "tests" que se aplican se basan en la hipótesis comúnmente aceptada que supone el ajuste de los accidentes a la distribución de Poisson, entonces se tiene que:

$$P(n) = \frac{e^{-\lambda m} \cdot (\lambda m)^n}{n!} \quad (12)$$

Donde:

- ✓  $P(n)$  : Probabilidad de que ocurran  $n$  accidentes en un sitio dado durante un período de tiempo determinado
- ✓  $\lambda$  : Tasa de accidentes esperada (en accidentes por MVK)
- ✓  $m$  : Cantidad de tránsito en el lugar durante el período de análisis, (en MVK).

El objetivo del método es encontrar dentro de esta distribución aquel valor de " $n$ " para el cual la probabilidad de ocurrencia es particularmente baja (menor al 5%), buscando con ello que los tramos detectados como peligrosos no sean producto del azar, sino de un defecto importante en la vía que contribuya a la inusual concentración de accidentes.

Para su aplicación práctica debe establecerse un límite superior de control de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, es decir la probabilidad de que un tramo registre mayor o igual cantidad de siniestros que el valor de control, esto puede calcularse como sigue:

Donde:

$$P(X \geq U) = P \quad (13)$$

- ✓  $X$  : Número observado de accidentes.

- ✓ U : Límite superior de control.
- ✓ P : Probabilidad límite predefinida.

El límite crítico, o límite superior de control puede ser calculado a partir de las tablas para la distribución de Poisson, sin embargo, esto resulta trabajoso y poco práctico.

En la práctica, el límite crítico del sistema se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$P = \lambda + k \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{m} + \frac{0,5}{m}} \quad (14)$$

El criterio adoptado para establecer la peligrosidad de un lugar, se basa en calcular para cada tramo en estudio, una tasa de accidentes crítica. Aquellos tramos cuyas tasas superen a la crítica, serán considerados TCA.

La tasa crítica se determina estadísticamente, en función de la tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de vía que se trate, y el tránsito del lugar en estudio y se calcula de la siguiente manera:

$$T_{ci} = T_m + k \cdot \sqrt{\frac{T_m}{t_i} + \frac{0,5}{t_i}} \quad (15)$$

Los primeros dos elementos de la ecuación resultan de la aproximación Normal a la ecuación de Poisson, mientras que el tercer elemento sirve como factor de corrección ya que la distribución de Poisson es discreta mientras que la Normal es continua.

Donde:

- ✓  $T_{ci}$  : Tasa crítica de accidentes para el tramo i, en millón de veh - km (MVK).
- ✓  $T_m$  : Tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de la vía en estudio, expresada en MVK.

$$T_m = \frac{\sum \text{accidentes}}{TMDA_{medio} \times \text{número de días} \times \text{longitud de carretera}} \cdot 10^6 \quad (16)$$

- ✓  $T_i$  : Cantidad de tránsito en el lugar durante el período de análisis, expresado en MVK

$$T_i = \frac{TMDA_i \times \text{número de días} \times \text{longitud del tramo}_i}{10^6} \quad (17)$$

- ✓  $K$  : Constante que determina el nivel de confianza en que las tasas de accidentes superiores a la tasa crítica no son producto del azar. Se considera deseable un nivel de confianza del 95%, que se consigue con un valor de  $k$  igual a 1,645. En la práctica, sin embargo, se sugiere utilizar un valor inicial de  $k$  igual a 1,5.

El método considera peligroso a aquel tramo cuya tasa de accidentes sea mayor o igual que la tasa crítica del sistema.

Entonces, existe un TCA solo si:

$$T_i \geq T_c$$

Donde:

$$T_i = \frac{\text{Número de accidentes}}{TMDA \times \text{numero de días} \times \text{longitud del tramo}} \cdot 10^6 \quad (18)$$

## 2.13 ESTUDIO DE TRÁFICO.

### 2.13.1 Volumen de Tránsito.

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (19)$$

Donde:

- ✓  $Q$  : Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)
- ✓  $N$  : Número total de vehículos que pasan (vehículos)



- ✓  $T$  : Período determinado (unidades de tiempo).

### 2.13.2 Volumen de Tránsito Absoluto o Totales.

Es el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

✓ **Tránsito anual (TA)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso,  $T = 1$  año.

✓ **Tránsito mensual (TM)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso,  $T = 1$  mes.

✓ **Tránsito semanal (TS)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso,  $T = 1$  semana.

✓ **Tránsito diario (TD)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso,  $T = 1$  día

✓ **Tránsito horario (TH)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso  $T = 1$  hora

✓ **Tasa de flujo o flujo (q)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora. En este caso,  $T < 1$  hora.

En todos los casos anteriores, los períodos especificados, un año un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico. Por lo tanto, pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos seguidos y período en minutos seguidos inferiores a una hora.

### 2.13.3 Volumen de Tránsito Promedio Diarios.

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período. De acuerdo al número de días de este período, se presentan los

siguientes volúmenes de tránsito promedios diarios, dados en vehículos por día:

✓ **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

Este parámetro es también conocido como Índice Medio Diario Anual o IMDA.

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (20)$$

✓ **Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TM}{30} \quad (21)$$

✓ **Tránsito Promedio Diario Semana (TPDS)**

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (22)$$

#### 2.13.4 Uso de los Volúmenes de Transito

De una manera general, los datos sobre volúmenes de tránsito se utilizan ampliamente en los siguientes campos:

**a. Planeación**

- Clasificación sistemática de redes de vías.
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito.
- Modelos de asignación y distribución de tránsito.
- Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades.
- Análisis económicos.
- Estimaciones de la calidad del aire.
- Estimaciones del consumo de combustibles.

**b. Proyecto**

- Aplicación a normas de proyecto geométrico.
- Requerimientos de nuevas vías.
- Análisis estructural de superficies de rodamiento.

### **c. Ingeniería de Tránsito**

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Zonificación de velocidades
- Necesidades de dispositivos para el control de tránsito.
- Estudio de estacionamientos.

### **d. Seguridad**

- Cálculo de índices de accidentes y mortalidad
- Evaluación de mejoras por seguridad.

### **e. Investigación**

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudio sobre ayudas, programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito.
- Estudios de antes y después.
- Estudios sobre el medio ambiente y la energía

### **f. Usos Comerciales**

- Hoteles y restaurantes.
- Urbanismo.
- Autoservicios.
- Actividades recreacionales y deportivas.

Específicamente, dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, éstos se utilizan para:

#### **1. Los Volúmenes de Tránsito Anual (TA)**

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Calcular Índices de accidentes.
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras de peaje,

## **2. Los Volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD)**

- Medir la demanda actual en vías.
- Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
- Definir el sistema arterial de calles.
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vías o mejorar las existentes.
- Programar mejoras.

## **3. Los Volúmenes de Tránsito Horario (TH)**

- Determinar la longitud y magnitud de los períodos de máxima demanda.
- Evaluar deficiencias de capacidad.
- Establecer controles en el tránsito, como colocación de señales, semáforos y marcas viales, jerarquización de vías, sentidos de circulación y rutas de tránsito: y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
- Proyectar y rediseñar geométricamente calles e intersecciones.

## **4. Las Tasas de Flujo (q)**

- Analizar flujos máximos.
- Analizar variaciones del flujo dentro de las horas de máxima demanda.
- Analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito.
- Analizar las características de los volúmenes máximos.

### **2.13.5 Características de los Volúmenes de Tránsito.**

Los volúmenes siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control de tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.

Por ejemplo, si se sabe que en Semana Santa se va a tener el mayor número de accidentes de tránsito, se debe planear una campaña preventiva para actuar antes y durante esa semana. Por otro lado, en esta semana no se deben realizar trabajos de reparación normal en la calle o carretera, pues pueden estorbar o resultar peligrosos.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición

### **2.13.6 Distribución y Composición del Volumen de Tránsito**

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y vías. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio: las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera. En carretera, a volúmenes bajos y medios suele ocurrir lo contrario, por lo que se reserva el carril cerca de la faja separadora central para los vehículos más rápidos y para rebases, y se presentan mayores volúmenes en el carril inmediato al acotamiento. En autopistas de tres carriles con altos volúmenes de tránsito, rurales o urbanas, por lo general hay mayores volúmenes en el carril inmediato a la faja separadora central.

En cuanto a la distribución direccional, en las calles que comunican el centro de la ciudad con la periferia de la misma, el fenómeno común que se presenta en el flujo de tránsito es de volúmenes máximos hacia el centro en la mañana y hacia la periferia en las tardes y noches. Es una situación semejante al flujo y reflujo que se presenta los fines de semana cuando los veraneantes salen de la ciudad el viernes y sábado y regresan el domingo en la tarde. Este fenómeno se presenta especialmente en arterias del tipo radial. En cambio, ciertas arterias urbanas que comunican "centros de gravedad" importantes, no registran variaciones direccionales muy marcadas en los volúmenes de tránsito.

Igualmente, en los estudios de volúmenes de tránsito muchas veces es útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos.

La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo porcentaje de automóviles, de autobuses y de camiones. En los países más adelantados, con un mayor grado de motorización, los porcentajes de autobuses y camiones en los volúmenes de tránsito son bajos. En cambio, en países con menor grado de desarrollo, el porcentaje de estos vehículos grandes y lentos es mayor. Chávez (2005).

## **2.14 DISEÑO GEOMETRICO DE VIA.**

### **2.14.1 Generalidades.**

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, 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, la armonía o estética, la economía y la elasticidad.

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.

La comodidad de los usuarios de los vehículos debe incrementarse en consonancia con la mejora general de la calidad de vida, disminuyendo las aceleraciones y, especialmente, sus variaciones que reducen la comodidad de los ocupantes de los vehículos. 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.

La armonía o estética de la obra resultante tiene dos posibles puntos de vista: el exterior o estático, relacionado con la adaptación paisajística, y el interior o dinámico vinculado con la comodidad visual del conductor ante las perspectivas cambiantes que se agolpan a sus pupilas y pueden llegar a provocar fatiga o distracción, motivo de peligrosidad. Hay que obtener un diseño geométrico conjunto que ofrezca al conductor un recorrido fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones.

La economía o el menor costo posible, tanto de la ejecución de la obra, como del mantenimiento y la explotación futura de la misma, alcanzando siempre una solución de compromiso con el resto de objetivos o criterios.

La elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro.

## **2.14.2 Clasificación de la Red Vial.**

La clasificación de la Red Vial se realiza desde 03 puntos de vista: según su función, según su demanda y según las condiciones orográficas.

### **1. Clasificación de Carretera Según su Función.**

La clasificación por función corresponde al proceso de agrupar las carreteras en sistemas de acuerdo a las funciones que ejercen; este servicio está determinado en la relación entre las funciones de movilidad del tráfico y acceso, así como otras, de carácter político administrativo.

**Tabla N° 03 Clasificación de Carretera Según su Función.**

GENÉRICA	DENOMINACIÓN EN EL PERU
<b>RED VIAL PRIMARIA</b>	<p><b>SISTEMA NACIONAL</b></p> <p>Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.</p>
<b>RED VIAL SECUNDARIA</b>	<p><b>SISTEMA DEPARTAMENTAL</b></p> <p>Constituyen la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.</p>
<b>RED VIAL Terciaria o LOCAL</b>	<p><b>SISTEMA VECINAL</b></p> <p>Compuesta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones.</li> <li>✓ Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblaciones.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

## 2. Clasificación de Carretera de Acuerdo a la Demanda.

Uno de los principales aspectos que ha de tenerse en la clasificación técnica y operativa es el tráfico; es por ello que se adoptó como criterio de clasificación el volumen de tráfico futuro que soportará la carretera en el año horizonte.

### ✓ **Autopistas**

Carretera de IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas) que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla A.P.

### ✓ **Carreteras Duales o Multicarril.**

De IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos. Se le denominará con la sigla MC (Multicarril).

✓ **Carreteras de Primera Clase.**

Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día de una calzada de dos carriles (DC).

✓ **Carreteras de Segunda Clase.**

Son aquellas de una calzada de dos carriles (DC) que soportan entre 2000-400 veh/día.

✓ **Carreteras de Tercera Clase.**

Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh/día.

El diseño de caminos del sistema vecinal < 200 veh/día se rigen por las Normas emitidas por el MTC para dicho fin y que no forman parte del presente Manual.

✓ **Trochas Carrozables.**

Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido con un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

### 3. Clasificación de Carretera Según Condiciones Orográficas.

Para la clasificación vial, otro factor importante es el económico, influye en éste principalmente el relieve de la región, aunado a ello se contemplan criterios de comodidad, seguridad y economía de los usuarios englobados estos últimos en las características de la velocidad de los vehículos pesados en estos territorios.

Estas condiciones son los relacionados con la naturaleza en la zona del proyecto que impone limitaciones al diseño.

✓ **Carreteras Tipo 1**

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%.

✓ **Carreteras Tipo 2**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.



✓ **Carreteras Tipo 3**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

✓ **Carreteras Tipo 4**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%.

**2.14.3 Relaciones Entre Clasificaciones.**

TABLA N° 04																					
CLASIFICACION DE LA RED VIAL PERUANA Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO																					
CLASIFICACION	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE				
TRAFICO VEH/DIA	> 4000								4000 - 2001				2000 - 400				< 400				
CARACTERISTICAS	AP				MC				DC				DC				DC				
OROGRAFIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
VELOCIDAD DE DISEÑO																					
30 KPH																					
40 KPH																					
50 KPH																					
60 KPH																					
70 KPH																					
80 KPH																					
90 KPH																					
100 KPH																					
110 KPH																					
120 KPH																					
130 KPH																					
140 KPH																					
150 KPH																					

Fuente: Manual DG – 2001 MTC.

#### **2.14.4 Criterios y Controles Básicos Para el Diseño.**

Existen factores de diversa naturaleza, que influyen en distinto grado en el diseño de una carretera. No siempre es posible considerarlos explícitamente en una norma en la justa proporción que les puede corresponder. Por ello, en cada proyecto será necesario examinar la especial relevancia que pueda adquirir, a fin de aplicar correctamente los criterios que aquí se presentan.

Entre éstos factores se destacan los siguientes:

- ✓ El tipo y la calidad de servicio que la carretera debe brindar al usuario y a la comunidad, debe definirse en forma clara y objetiva.
- ✓ La seguridad para el usuario y para aquellos que de alguna forma se relacionen con la carretera. Constituye un factor fundamental que no debe ser transado por consideraciones de otro orden.
- ✓ La inversión inicial en una carretera es sólo uno de los factores de costo y debe ser siempre ponderado conjuntamente con los costos de conservación y operación a lo largo de la vida de la obra.

#### **2.14.5 RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ Y LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.**

La velocidad de diseño es la velocidad seleccionada para fines del diseño vial y que condiciona las principales características de la carretera, tales como: curvatura, peralte y distancia de visibilidad, de las cuales depende la operación segura y cómoda de los vehículos. Es la mayor velocidad a la que puede recorrerse con seguridad un tramo vial, incluso con pavimento mojado, cuando el vehículo estuviere sometido apenas a las limitaciones impuestas por las características geométricas.

Uno de los principales factores que rigen la adopción de valores para la velocidad de diseño es el costo de construcción resultante. Una velocidad de diseño elevada exige características físicas y geométricas más amplias, principalmente en lo que respecta a curvas verticales y horizontales, declives y anchos, las cuales, salvo que midan condiciones muy favorables, elevarán el costo de construcción considerablemente. Esa elevación en los costos será tanto menos pronunciada cuanto más favorables sean las características físicas del terreno, principalmente la topografía, aunque también la geotecnia, el drenaje, etc. Además, en los tramos que, según los usuarios, sean los más favorables, habrá una tendencia inevitable espontánea de los conductores a aumentar la velocidad. Este hecho habrá de ser reconocido mediante la adopción de valores, principalmente de curvatura horizontal y vertical y de visibilidad, que corresponden a velocidades de diseño más elevadas. Lo mismo ocurre en relación con los tramos donde se desea proporcionar una distancia de visibilidad de paso adecuada.

### **2.14.6 VELOCIDAD DE MARCHA**

La velocidad de marcha es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores, y varía durante el día principalmente por la variación de los volúmenes de tránsito.

Nos permitirá en base a un estudio real de ella, contar con un factor para la obtención de la velocidad de diseño.

### **2.14.7 VELOCIDAD DE OPERACIÓN**

La velocidad de operación es la velocidad media de desplazamiento que pueden lograr los usuarios en una carretera con una velocidad de diseño dada, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. Si el tránsito y la interferencia son bajas, la velocidad de operación puede llegar a ser muy similar a la velocidad de diseño. A medida que el tránsito crece la interferencia entre vehículos aumenta tendiendo a bajar la velocidad de operación del conjunto. Este concepto es básico para evaluar la calidad del servicio que brinda una carretera, así como parámetro de comparación entre una vía existente con características similares a una vía en proyecto a fin de seleccionar una velocidad de diseño lo más acorde con el servicio que se desee brindar.

### **2.14.8 RELACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN Y DE MARCHA.**

Normalmente se asimila la velocidad de operación al percentil 85 de la distribución de velocidades observadas en una localización determinada, es decir, se asume que hay un 15% de los vehículos que circulan a una velocidad superior a la de operación en el elemento. Para tener en cuenta el concepto, generalmente reconocido, sólo se consideran en el análisis de las velocidades las correspondientes a los vehículos livianos que circulan con un intervalo amplio, para no estar así condicionados por una circulación en caravana.

La estimación de las velocidades reales de operación deberá apoyarse en el uso de un determinado modelo matemático, que tenga en cuenta todos o algunos de los parámetros involucrados, relacionados con las características físicas o geométricas de la carretera y su entorno, tales como: radio de las curvas, peraltes, longitud, tipo de vía, ancho de calzada, ancho de bermas, pendiente longitudinal, topografía, entorno urbanístico, etc. De todos ellos, el más importante es el radio de las curvas horizontales.

La inclusión de los conceptos de velocidad de operación y de marcha, nos permite tener otro criterio para la elección de la velocidad de diseño, en función de un estudio de velocidades de alguna vía con características similares a la que se proyecta.

### **2.14.9 ELECCIÓN DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ**

La velocidad de diseño de un tramo de características geométricas homogéneas y longitud razonable está relacionada con las velocidades

específicas de sus curvas, y con la longitud e inclinación de su rasante. Para que un tramo pueda ser considerado homogéneo, no debe haber una gran diferencia entre esta velocidad de diseño y la máxima velocidad de operación (percentil 85) que pueda alcanzarse en cualquier punto de él.

En la elección de la velocidad directriz, se debe tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- ✓ Desde el punto de vista de la seguridad, no siempre es beneficiosa la adopción de la mayor velocidad posible de diseño, pero tampoco debe olvidarse que, si bien los conductores aceptan fácilmente limitar su velocidad de operación en zonas evidentemente difíciles, en otras que no lo sean suelen rebasar con frecuencia la velocidad específica de sus elementos, especialmente de los del perfil.
- ✓ En autopistas y multicarriles fuera de poblado se pueden emplear velocidades de diseño superiores a 120 Km/h en entornos cuya lectura por el usuario favorecería altas velocidades de recorrido.
- ✓ Consideraciones de costo de construcción, especialmente en carreteras de calzada única, limitan la velocidad de diseño fuera de poblado a valores comprendidos entre 30 (en terreno tipo 4) y 100 Km/h (en terreno tipo 1).
- ✓ Velocidades de proyecto inferiores a 80 Km/h fuera de poblado guardan poca relación con las velocidades de operación, que son generalmente superiores apenas el entorno lo permite. Su empleo sólo está justificado para acoplar un trazado a un terreno muy accidentado, especialmente en curvas aisladas.
- ✓ Las velocidades de diseño empleadas en vías urbanas pueden ser menores que fuera de poblado, no sólo por consideraciones de costo, especialmente el relacionado con las expropiaciones, tanto más importante cuanto mayor sea aquélla, sino también funcionales: la frecuente gran intensidad de la circulación en ellas - que sólo necesita las velocidades de operación asociadas a la capacidad - y la menor distancia entre intersecciones. Su valor está relacionado con la función asignada a la vía urbana en la estructura vial jerarquizada.
- ✓ En intersecciones, únicamente en ramales de enlace que no crucen a nivel ninguna otra trayectoria, y que vayan a funcionar cerca de su capacidad, está justificado adoptar velocidades de proyecto del orden de 60 y aun 80 Km/h. En los demás casos, se emplean velocidades de proyecto más bajas, sobre todo donde haya limitaciones de espacio o los cruces a nivel de otras trayectorias pudieran obligar a la detención.

#### **2.14.10 VARIACIONES DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ**

Se admite una diferencia máxima de 20 Km/h entre las velocidades directrices de tramos contiguos. En caso de superar esa diferencia debería

intercalarse entre ambos uno o varios tramos que cumplan esa limitación, y proporcionen un adecuado escalonamiento de velocidades.

#### 2.14.11 PERALTE.

Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El valor del peralte, bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, está dado por la expresión.

$$P = \frac{V^2}{127R} - f \quad (23.0)$$

P : Peralte asociado a V.

V : Velocidad directriz o de diseño (Kph)

R : Radio mínimo absoluto (m)

F : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

Normalmente resultan justificados radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, que resultan más cómodos tanto para los vehículos lentos (disminuyendo la incidencia de  $f$  negativos) como para vehículos rápidos (que necesitan menores  $f$ ). Si se eligen radios mayores que el mínimo, habrá que elegir el peralte en forma tal que la circulación sea cómoda tanto para los vehículos lentos como para los rápidos.

Los valores máximos del peralte, son controlados por algunos factores como: Condiciones climáticas, orografía, zona (rural ó urbana) y frecuencia de vehículos pesados de bajo movimiento, en términos generales se utilizarán como valores máximos los siguientes:

**Tabla N° 05 Valores de Peralte Máximo.**

	Peralte Máximo	
	Absoluto	Normal
Cruce de Areas Urbanas	6.0 %	4.0 %
Zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)	8.0 %	6,0 %
Zona rural (Tipo 3 ó 4)	12.0 %	8.0 %
Zona rural con peligro de hielo	8.0 %	6.0 %

Fuente: DG – 2001

**2.15 DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA Y PERFIL.**

Los valores mínimos (ó máximos) normales o deseables a que se refiere la norma, son aquellos mínimos a utilizar regularmente y cuya utilización no generará pérdida considerable en la comodidad y seguridad del usuario. En cambio, los mínimos (ó máximos) absolutos o excepcionales, están referidos a valores límites que el diseñador podrá utilizar previo a una justificación técnico - económica de su uso, pese a las restricciones en la comodidad del usuario y manteniendo al límite los niveles de seguridad (en algunos casos se deberá incluir procedimientos adicionales para mantener o aumentar la seguridad).

Dentro de la denominación de trazado se incluyen métodos y técnicas relacionados con:

- ✓ La forma geométrica del camino en relación con el tráfico al que se prevé servir.
- ✓ Sus dimensiones físicas.
- ✓ Su relación con el terreno.

El trazado es el primer aspecto que debe considerarse al diseñar un camino, y en general ello puede hacerse con independencia de otros aspectos tales como el drenaje, las estructuras o el pavimento, aunque en algunos puntos pueda ser luego necesaria una reconsideración del trazado.

Al ser el camino una superficie transitable regular, inserta en un espacio tridimensional, la reducción de la forma geométrica a un modelo matemático igualmente tridimensional resulta complicada, y, por tanto, es poco empleada. Dado el predominio de la dimensión longitudinal que tienen los caminos frente a la dimensión transversal, es habitual la simplificación de estudiar por un lado la forma

de la curva que describe en el espacio un punto característico de la sección transversal, el eje o un borde y por otro lado, la sección transversal a él vinculada.

Sólo en los casos en que el camino acusa un marcado carácter tridimensional, como por ejemplo en los intercambios, se recurre para su estudio al empleo de maquetas o a la técnica de planos acotados, complementando a los métodos bidimensionales que se describen a continuación.

En la casi totalidad de los casos, se efectúa un análisis bidimensional prescindiendo de una de las tres dimensiones, tomadas ya en sentido euleriano (longitud, latitud y cota, inmóviles respecto al entorno), ya en sentido lagrangiano (recorrido, acimut y pendiente, vinculadas al conductor).

Esta simplificación (trazado en planta - perfil longitudinal - sección transversal) resulta bastante práctica, salvo en los elementos del trazado que presentan un carácter bidimensional (intersecciones) o tridimensional intercambios; aun en estos casos, su aplicación juiciosa permite también buenos resultados en el análisis.

Sin embargo, no conviene olvidar que se trata de una simplificación, y que si se quiere evitar la aparición de efectos no deseados, relacionados especialmente con la perspectiva apreciable por el conductor, hay que conseguir una cierta coordinación entre el trazado en planta y el perfil longitudinal, de forma que queden en todo caso satisfechas las necesidades exigencias de seguridad, comodidad e integración del camino en su entorno.

El procedimiento habitual de elección de un trazado, además del respeto de unos condicionantes exteriores - puntos obligados de paso, zonas favorables o desfavorables - tiene una cierta naturaleza interactiva: se elige un trazado en planta, y luego se estudia el perfil longitudinal al que da origen, y especialmente su relación con el terreno natural. Toda separación de éste repercute negativamente en el presupuesto de construcción; a veces sobre todo en terrenos accidentados, es preciso tener en cuenta también la sección transversal, A continuación, se afina el trazado en planta a la vista de los resultados, obteniéndose un nuevo perfil longitudinal, y así sucesivamente.

El perfeccionamiento de los medios técnicos disponibles, fundamentalmente de la fotogrametría aérea, las computadoras y las técnicas de simulación (perspectivas, maquetas y películas), han permitido una mejora muy importante de la técnica del trazado en los últimos años. Esta mejora se refleja, por ejemplo, en la sustitución de la sucesión de alineaciones rectas enlazadas por curvas circulares, que era habitual hasta la década de los 50, por trazados en planta en los que aparecen las curvas de transición de curvatura variable como enlace entre alineaciones rectas y curvas circulares, o de éstas entre sí; y más tarde, por trazados constituidos por una sucesión continua de curvas de transición, no ya como tales, sino como alineaciones fundamentales de curvatura constantemente variable.

### **2.15.1 Alineamiento Horizontal.**

Los criterios a aplicar en los distintos casos se establecen mediante normas y recomendaciones que el proyectista debe respetar y en lo posible, dentro de



límites económicos razonables, superar, para lograr un trazado que satisfaga las necesidades del tránsito y brinde la calidad del servicio que se pretende obtener de la carretera.

El buen diseño no resulta de una aplicación mecánica de la norma. Por el contrario, él requiere buen juicio y flexibilidad, por parte del proyectista, para abordar con éxito la combinación de los elementos en planta y elevación.

El trazado debe ser homogéneo: sectores de este que permitan velocidades superiores a las de diseño no deben ser seguidos de otros en los que las características geométricas se reducen bruscamente.

Las posibles transiciones entre una u otra situación, deberán darse en longitudes suficientes como para ir reduciendo las características del trazado a lo largo de varios elementos, hasta llegar a los mínimos absolutos permitidos, requeridos en un sector dado.

#### **a. Consideraciones de Diseño.**

Adicionalmente a los parámetros numéricos de diseño especificados en la normativa para el alineamiento horizontal, se debe estudiar un número de controles, los cuales no están sujetos a demostraciones empíricas o a fórmulas matemáticas, pero son muy importantes para lograr carreteras seguras y de flujo de tránsito suave y armonioso.

Para evitar el diseño geométrico que presenta vías inseguras e incómodas se deben usar los siguientes criterios generales:

- ✓ El alineamiento debe ser tan directo como sea posible, ser consistente a los contornos de topografía que siguen una línea de ceros, de acuerdo con la línea de pendiente seleccionada.
- ✓ En un proyecto geométrico con velocidad de diseño especificada, se debe procurar establecer curvas con velocidad específica no muy superior a la velocidad de diseño.
- ✓ En general el ángulo de deflexión para cada curva debe ser tan pequeño como sea posible, en la medida que las condiciones topográficas lo permitan, teniendo en cuenta que las carreteras deben ser tan directas como sea posible.
- ✓ El alineamiento con tangente larga entre dos curvas del mismo sentido tiene un aspecto agradable, especialmente cuando no se alcanza a percibir las dos curvas horizontales.
- ✓ Es necesario mediante sistemas de señalización horizontal y como medida de seguridad vial, separar la calzada de las bermas y los carriles entre sí de acuerdo con la dirección del tránsito.

**b. Curvas Circulares.**

Las curvas circulares se definen por el radio. Fijada una cierta velocidad de diseño, el radio mínimo a considerar en las curvas circulares, se determinará en función de:

- ✓ El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- ✓ La visibilidad de parada en toda su longitud.
- ✓ La coordinación del trazado en planta y elevación, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

En carreteras rurales, la mayoría de los conductores adopta una velocidad más o menos uniforme, cuando las condiciones del tránsito lo permiten. Cuando pasan de un tramo tangente a una curva, si estos no están diseñados apropiadamente, el vehículo deberá conducirse a una velocidad reducida, tanto por seguridad como por el confort de los ocupantes. Con el objeto de mantener la velocidad promedio y evitar la tendencia al deslizamiento se deben compatibilizar los elementos de la curva circular, con dimensiones que permitan esa maniobra.

**c. Radios Mínimos Absolutos.**

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y de comodidad en el viaje.

Los radios mínimos para cada velocidad de diseño, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, están dados por la expresión:

$$R_m = \frac{V^2}{127 \times (P_{\max} - f_{\max})} \quad (24.0)$$

Rm : Radio Mínimo Absoluto.

V : Velocidad directriz o de diseño (Kph)

Pmax. : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

fmax. : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

**d. Elementos de la Curva Circular.**

Los elementos de la curva circular son los siguientes:

P.C : Punto de inicio de la curva.

P.I : Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas.

P.T : Punto de tangencia.

E : Distancia a externa (m)

M : Distancia de la ordenada media (m).

R : Longitud del radio de la curva (m).

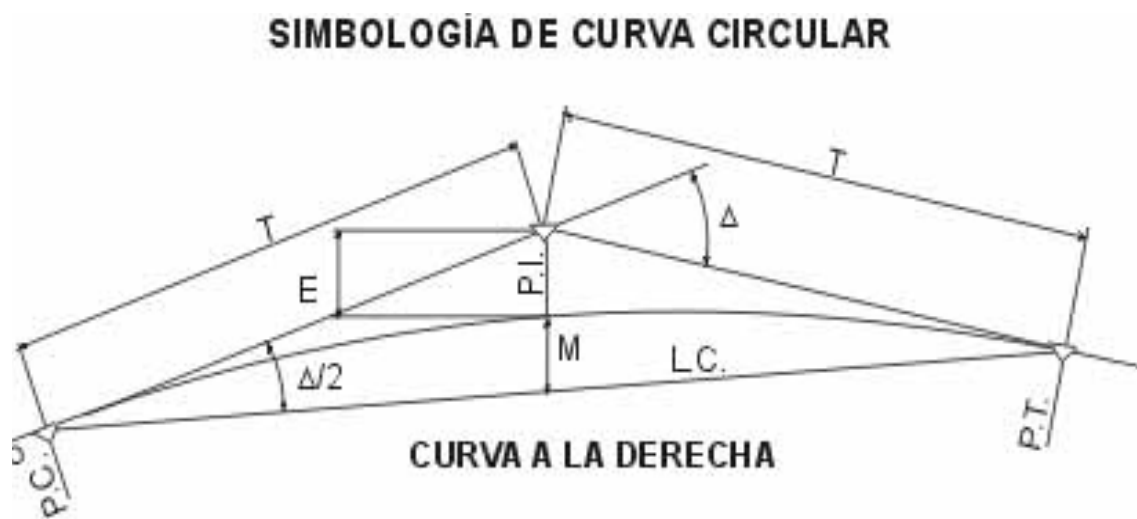
T : Longitud de la tangente (P.C a P.I y P.I a P.T en m.)

L : Longitud de la curva (m)

L.C : Longitud de la cuerda (m).

$\Delta$  : Angulo de deflexión ( $^{\circ}$ )

p : Peralte, valor máximo de la inclinación transversal de la calzada asociado al diseño de curva (%)



## **2.16 SEÑALES DE TRANSITO.**

La decisión de la utilización de los dispositivos de control en cualquier ubicación, sea calle o carretera, debe estar basada en un estudio de ingeniería; el que debe abarcar no sólo las características de la señal y la geometría vial sino también su funcionalidad y el entorno. El estudio conlleva la responsabilidad del profesional y de la autoridad respecto al riesgo que pueden causar por una señalización inadecuada. MDCTA Para Calles y Carreteras – MTC – 2000.

### **2.16.1 Señales Verticales.**

Las señales verticales, como dispositivos instalados a nivel del camino ó sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

Las señales verticales, como dispositivos de control del tránsito deberán ser usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en las carreteras.

Las señales verticales se clasifican en:

#### **a. Las señales de reglamentación.**

Tienen por objeto notificar a los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

#### **b. Las señales de prevención.**

Tienen por objeto advertir al usuario de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste.

#### **c. Las señales de información.**

Tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar.

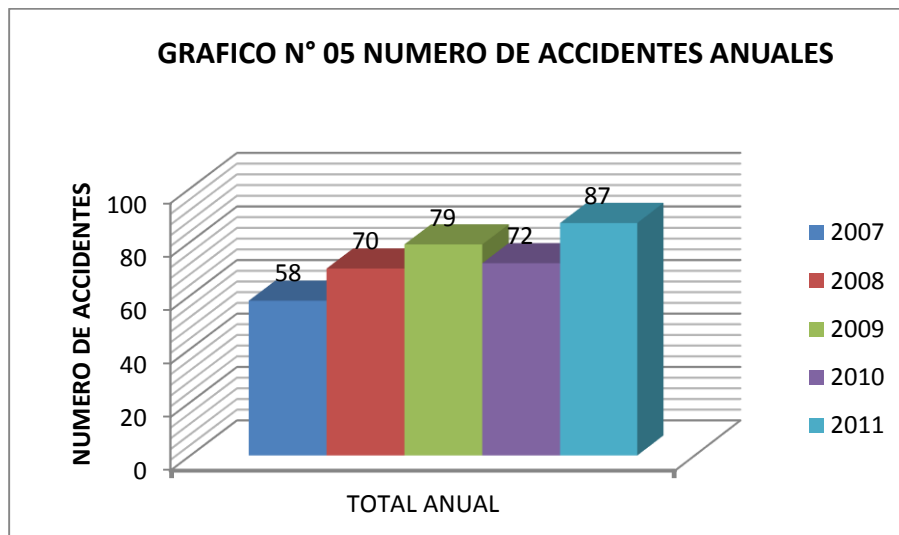
## CAPITULO IV

### **PROPUESTA DE MITIGACION DE LOS TRAMOS DE CONCENTRACION DE ACCIDENTES**

#### 4.1 GENERALIDADES.

Definido ya los tramos de concentración de accidentes en nuestra vía, la propuesta de mitigación obedece a que los accidentes están en incremento, como podemos observar el grafico N° 05, donde el número de accidentes en el año 2007 suma 58 y el año 2011 el número de accidentes se incrementa a 87.

Se suma a ello que en el análisis de correlación se pudo definir una correlación significativa entre el flujo vehicular y los accidentes de tránsito, por lo que urge la mitigación de accidentes con propuestas coherentes.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 PROPUESTA DE LA MITIGACION.

Si bien el factor humano se encuentra implicado en más del 90% de los accidentes de tráfico, las acciones tendentes a disminuir el número de accidentes y el número de víctimas no deben encontrarse únicamente en la educación vial o en el endurecimiento de nuestro sistema sancionador. Cuando lo que se persigue es identificar un remedio, y no la culpa o la responsabilidad del accidente, la medida más efectiva puede no estar relacionada con la causa principal del accidente, sino que puede encontrarse en un área o factor diferente (causa secundaria). El que se precise de un remedio para un factor concreto (el humano) no quiere decir necesariamente que dicho remedio exista, pero

cuando se analizan las relaciones con el resto de factores es posible identificar otros remedios alternativos que sí existen y son eficaces.

En gran número de accidentes estudiados, las soluciones se habrían encontrado en actuaciones sobre el vehículo o la propia vía. La mejora de la señalización vertical y horizontal, la fijación de límites específicos de velocidad adecuados a cada tramo, pueden compensar o, incluso, hacer desaparecer el error humano.

En definitiva incluso cuando el error humano ha sido identificado como el único factor, influenciar el comportamiento humano puede resultar más sencillo mediante medidas de ingeniería que mediante medidas de educación, formación, control policial o legislación.

Las auditorías de seguridad vial constituyen una útil herramienta de diagnóstico de los defectos o carencias que presentan las carreteras en relación a la seguridad, permitiendo incluso la predicción de los tramos de concentración de accidentes. Las auditorías, en un principio, se conciben para la evaluación y definición de riesgos potenciales de accidentes y el nivel de seguridad de las carreteras durante las etapas de planeamiento, diseño, construcción y puesta en servicio. Estas auditorías proponen soluciones encaminadas a eliminar o reducir el número de accidentes. También existen las auditorías post-apertura, es decir, una vez que la carretera ya se encuentra en servicio. Estas auditorías deberían generalizarse en Perú para todo tipo de carreteras, nuevas y antiguas, siguiendo el ejemplo del Reino Unido y de Australia con excelentes resultados. El gasto público debe desplazarse al campo de la prevención de accidentes y no estancarse en el campo de la reducción de las consecuencias de los accidentes.

La educación vial también debería comprender el conocimiento del mantenimiento del vehículo. Los conductores deben conocer con detalle qué órganos o elementos del vehículo inciden de forma importante en la seguridad en la conducción: neumáticos, frenos, suspensión, dirección, etc. Un vehículo bien mantenido puede compensar de forma suficiente un error humano y evitar una situación fatal. La educación vial debe entenderse en un sentido amplio y no debe contemplarse únicamente desde la perspectiva de la conducta humana. Todo conductor debería tener bien claro cuál es el plan adecuado de mantenimiento de su vehículo y cumplirlo a rajatabla. A todo ello debería sumarse una reglamentación más exigente en materia de inspección técnica de vehículos.

En definitiva el problema de la inseguridad vial no puede ser únicamente abordado desde la perspectiva de la educación vial de los usuarios de la vía o del endurecimiento de nuestro sistema legal. Ambos aspectos son necesarios y han dado buenos resultados en otros países, pero ello no significa que no se pueda compensar en parte o, en ocasiones, anular por completo el error humano.

Teniendo lo indicado anteriormente se propone un PLAN DE TRATAMIENTO DE TRAMOS DE CONCENTRACION DE ACCIDENTES, el mismo que este considerado dentro del Plan Nacional de Seguridad Vial del país, el mencionado plan considera la intervención en dos fases.

#### 4.2.1 Medida de mitigación a corto plazo (primera fase).

- ✓ La Construcción de señales verticales, de acuerdo a la normativa de señales de tránsito, que consideren la: identificación, ubicación, cercanía y causas de un Tramo de Concentración de Accidentes.

Estas señales verticales cumplen con los requisitos necesarios de: necesidad de uso, llamar la atención positivamente, encerrar un mensaje claro y conciso, que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.

A continuación mostramos la señal vertical propuesta:

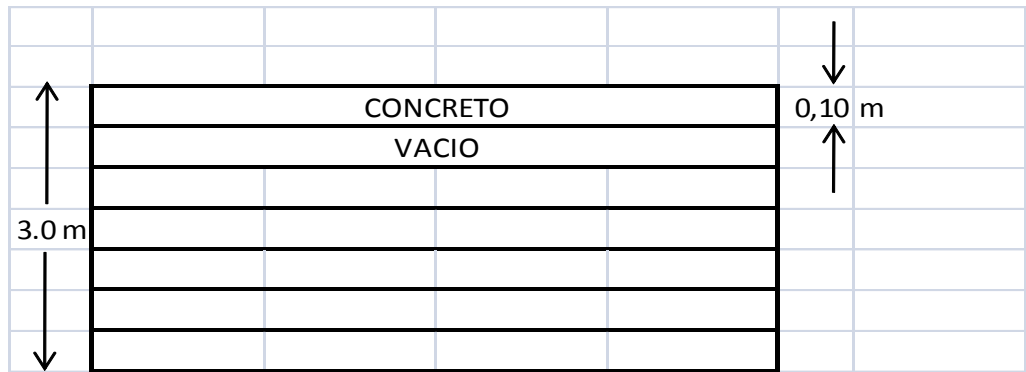


- ✓ Información mediante la implementación de volantes sobre: la identificación, ubicación y causas de los Tramos de Concentración de Accidentes.
- ✓ La construcción de despertadores de concreto armado, ubicados 100 ml. antes de las señales verticales antes indicadas, los mismo que deberán considerarse como aviso de la proximidad de un Tramo de Concentración de Accidentes en los volantes.

Los despertadores deberán construirse con concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Los despertadores deberán construirse en cada carril.

Las dimensiones de los despertadores son las siguientes:



A continuación se muestra las fotografías de despertadores propuestos a las cercanías de los reductores de velocidad, los mismos que dan buenos resultados.



Ubicación : Km. 0+350.  
 Vía Nacional : 28B



Ubicación : Km. 0+350.  
 Vía Nacional : 28B



#### **4.2.2 Medida de mitigación a largo plazo.**

Las acciones de medida de mitigación a largo plazo no deberán encontrarse únicamente en la educación vial o en el endurecimiento de nuestro sistema sancionador en algunos casos erróneamente aplicado. Cuando lo que se persigue es identificar un remedio y no la culpa del accidente, la medida más efectiva puede no estar relacionada con la causa principal del accidente, sino que puede encontrarse en un área o factor diferente (causa secundaria). El que precise de un remedio para un factor concreto no quiere decir necesariamente que dicho remedio exista, pero cuando se analizan las relaciones con el resto de factores es posible identificar otros remedios alternativos que sí existen y son eficaces.

Con el propósito antes indicado la propuesta se enmarca desde dos puntos de vista: el primero desde el punto de vista de prevención y otra desde el punto de vista de post accidente mediante la investigación a nivel policial que nos permita tener mayores elementos de juicio y definir las causas primarias y secundarias de los accidentes de tránsito.

##### **a. Desde el punto de vista de prevención.**

El Concejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), perteneciente al Ministerio de Transporte deberá realizar las siguientes acciones:

- ✓ Implementar una Dirección de Seguridad Vial del Perú, que se encargue de implementar un Plan de Seguridad Vial Participativo, con la intervención de la Entidades inmersas en seguridad vial como: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Policía Nacional del Perú, Ministerio de Salud y otras, a fin coordinar actividades con el fin de mitigar los accidentes de tránsito.

##### **b. Desde el punto de vista post accidente.**

Se ha podido constatar que no se tiene las herramientas adecuadas para poder analizar y definir las causas que generan los diversos accidentes de tránsito. Se suma a ello que el personal encargado de la investigación no tienen la capacitación necesaria que les permita definir las causas que generan los accidentes de tránsito.

Como propuesta de la presente investigación se propone la implementación del Formato de Diligenciamiento de Informe Policial de Accidente de Tránsito, el mismo que deberá ser sistematizada por la Dirección de Seguridad Vial del Perú.

El diseño del formato se muestra en **Anexo**.

El detalle de llenado del formato se describe a continuación:

##### **1. Generalidades.**

El formato está compuesto por dos secciones, la primera lleva pre impreso un rango alfanumérico cuya serie será asignada por la Dirección

de Seguridad Vial del Perú a las distintas autoridades de tránsito según su área de jurisdicción y a la Policía de Carreteras, en esta se consigna la información de la autoridad que conoció y la jurisdicción en donde ocurrió; lo referente a la descripción del lugar de los hechos, circunstancias de modo y tiempo que eventualmente incida en el accidente, características, diseño vial e identificación de los conductores, vehículos y propietarios.

En la segunda sección se encuentra la diagramación del croquis correspondiente y la información relacionada con víctimas, pasajeros y peatones, testigos, hipótesis del accidente, observaciones, anexos y autoridad que conoció el accidente.

## **2. INSTRUCCIONES PARA EL DILIGENCIAMIENTO.**

### **2.1 Oficina.**

Los Organismos de Tránsito en este espacio deben tener pre impreso el nombre de la ciudad con su respectivo código que por jurisdicción corresponde al sitio donde ocurrió el accidente. Este Código deberá ser elaborado por la Dirección de Seguridad Vial del Perú.

### **2.2 Gravedad.**

Se señala con equis (X) una sola casilla según corresponda la seriedad del accidente así:

- ✓ Si el accidente presenta muertos y heridos, o los anteriores combinados con daños materiales, la gravedad quedará definida con muertos.
- ✓ Si el accidente presenta herido, o heridos y daños materiales, la gravedad quedará definida con heridos.
- ✓ Si sólo se presentaron daños materiales, la gravedad quedará definida solo daños.

Deberá haber solo un cuadro marcado. El cual se determinara tomando el resultado más grave presentado en el accidente.

### **2.3 Clases de accidentes.**

Se debe marcar con equis (X) una sola casilla según corresponda así: choque, atropello, volcamiento, caída de ocupante, incendio u otro. Se debe registrar únicamente la clase de accidente primario o inicial; el efecto secundario debe indicarse en el croquis. Ejemplo: Si como consecuencia de un choque, alguno o todos los vehículos involucrados se vuelcan, no marque choque y volcamiento simultáneamente, únicamente indique choque.

- ✓ Choque. Es el encuentro violento entre dos (2) o más vehículos, o entre un vehículo y un objeto fijo.

- ✓ Atropello. Accidente en donde un peatón es objeto de un impacto por un vehículo.
- ✓ Volcamiento. Es el hecho primario en el cual el vehículo pierde su posición normal durante el accidente y puede quedar de manera lateral o longitudinal; siempre sus llantas deben perder el contacto con la superficie de la vía, en ambos casos se marca volcamiento.
- ✓ Caída de ocupante. Se refiere a la caída de un usuario, conductor o pasajero desde un vehículo hacia el exterior, interior o dentro del mismo; cerciórese que la caída no sea por el efecto de un choque o volcamiento.
- ✓ Incendio. Se refiere a aquellos casos en que el vehículo se incendia sin que exista accidente previo.
- ✓ OTRO. Se refiere a aquel accidente no asimilable dentro de las cinco situaciones anteriores, es poco frecuente y cuando su gravedad lo amerite requiere de un informe adicional.

### **2.3.1 Choque con.**

Cuando se marque en el numeral 3. Clase de accidente. Opción choque, establezca contra qué se produjo el mismo, marcando el cuadro correspondiente de las siguientes posibilidades: vehículo, tren, semoviente u objeto fijo.

### **2.3.2 Objeto fijo.**

Cuando el accidente inicial correspondió al numeral 3.1 choque con objeto fijo, de debe especificar en esta sección el tipo de objeto, marcando el cuadro correspondiente dentro de las posibilidades indicadas.

## **2.4 Lugar.**

Se debe marcar con equis (X) una sola casilla según corresponda así: teniendo en cuenta si corresponde a un área urbana o a una carretera, como se indica a continuación:

Área urbana. Se colocará la dirección completa donde se produce el accidente.

Carretera. Se colocará la codificación asignada por el MTC.

### **2.4.1 Localidad.**

Se anotará de acuerdo a la ubicación por departamentos provincia, distrito o poblado.

## **2.5 Fecha y hora.**

Se debe identificar la fecha, día de la semana, hora aproximada en que ocurrió el accidente y la hora en la que se hizo el levantamiento del informe. Para el efecto registre el día, mes, año; día de la semana y las horas respectivas.

Se deberá registrar la fecha, teniendo en cuenta que los días van del 01 al 31 y los meses del 01 al 12.

No se debe utilizar números romanos para indicar el mes. El día de la semana se debe marcar en el cuadro que corresponda, según la letra inicial del nombre del día, los cuales se ordenan a partir del lunes.

La hora se indicará en horas y minutos, según el periodo de 24 horas como sigue: en las dos primeras casillas, de la hora 00 a la hora 24 y en los dos espacios siguientes, del minuto 00 al minuto 59.

## **2.6 Características del lugar.**

Se deberá observar las características generales del lugar donde sucedió el accidente y registrar de acuerdo con la clasificación dada:

### **2.6.1 Características del lugar.**

Marcar con una equis (x) el cuadro correspondiente si el área es urbana o rural según el caso.

### **2.6.2 Sector.**

Se deberá tener en cuenta si el lugar del accidente está dentro de uno de los sectores indicados a continuación:

- ✓ Residencial: cuando está destinado exclusivamente para vivienda.
- ✓ Industrial: cuando está conformado por instalaciones dedicadas a la elaboración o fabricación de productos.
- ✓ Comercial: sector donde se ubican establecimientos destinados a la venta de productos.

Para áreas urbanas, deberá marcarse por lo menos uno de los cuadros del sector. Para áreas rurales su marcación es opcional según el caso de lo contrario quedara en blanco.

### **2.6.3 Zona.**

Se deberá determinar si en el área de influencia del accidente está ubicada dentro de alguna de las siguientes zonas:

- ✓ Escolar. Donde aledañamente haya establecimientos de enseñanza como colegios, escuelas, universidades, etc.
- ✓ Militar. Donde aledañamente queden instituciones o dependencias militares.
- ✓ Deportiva. Si existen cerca de ella concentraciones deportivas, parques recreativos o similares.

Su marcación es opcional según el caso.

#### **2.6.4 Diseño.**

Se deberá determine el sitio de la vía donde ocurrió el accidente e indíquelo teniendo en cuenta el diseño de la vía (forma como está construida), de acuerdo con las siguientes descripciones:

- ✓ Tramo de vía: En la zona rural, segmento la vía o carretera identificado entre dos puntos. En zona urbana, es el espacio comprendido entre dos intersecciones.
- ✓ Intersección: Cruce a nivel de dos vías formando ángulos.
- ✓ Vía peatonal: Zona destinada para el tránsito exclusivo de peatones.
- ✓ Paso elevado: Vía superior que pierde el nivel de la rasante elevándose sobre otra vía o ríos, quebradas, depreciaciones y otros accidentes geográficos. de un cruce a desnivel.
- ✓ Paso Inferior: Vía inferior que pierde el nivel de la rasante elevándose sobre otra vía o ríos, quebradas, depreciaciones y otros accidentes geográficos de un cruce a desnivel.
- ✓ Paso a nivel: Intercepción a un mismo nivel de una calle o carretera con una vía férrea.
- ✓ Glorieta: Intersección donde no hay cruces directos, sino maniobras de entrecruzamientos y movimientos alrededor de una isleta o plazoleta central.
- ✓ Puente: Estructura para cruce de ríos, quebradas, depresiones y otros accidentes geográficos o variaciones arquitectónicas que no pierden el nivel de la rasante.
- ✓ Vía troncal: Vía de dos (2) calzadas con ocho o más carriles y con destinación exclusiva de las calzadas interiores para el tránsito de servicio público masivo.

- ✓ Lote o predio: Interior de un terreno o edificio particular o público destinado o no al estacionamiento de vehículos (garaje, parqueadero, etc.).
- ✓ Ciclovía: Vía o sección de la calzada destinada al tránsito de bicicletas en forma exclusiva, para marcar esta casilla se debe tener en cuenta que el primer impacto se originó dentro de la ciclovía.

Tener en cuenta que debe marcar obligatoriamente una de las opciones indicadas.

### **2.6.5 Tiempo.**

Si alguna circunstancia climatológica afecta el sitio en el momento del accidente, se deberá seleccionar entre las posibilidades que se nombran, la que hayan ocurrido e indíquela marcando los cuadros correspondientes.

Se entiende por normal cuando no hay lluvia, niebla, viento fuerte o cualquier otro fenómeno climatológico.

Se deberá tener en cuenta marcar por lo menos una de las alternativas.

### **2.7 Características de la vía.**

Los datos que se registra en esta sección serán utilizados para determinar la incidencia que puede tener la vía en la ocurrencia del accidente. Por esto es importante señalar sus características físicas, operativas y complementarias en la forma indicada a continuación y con un área de influencia del accidente conforme a la ruta origen de los vehículos.

Si el accidente se produce dentro de un lote o predio, no se debe marcar ninguno de los cuadros del punto 7, ya que el hecho no se produce en una vía.

Las columnas aparecen numeradas en la parte superior así: vía 1-2.

Las casillas de la columna izquierda serán utilizadas para el análisis de la vía 1 y las de la columna derecha serán utilizadas para el análisis de la vía 2.

Si el accidente ocurre en tramo de vía, vía peatonal, paso elevado, paso inferior, paso a nivel, puente o ciclo ruta, las marcaciones deben efectuarse únicamente en las columnas correspondientes a vía 1.

Si el accidente ocurre en intersección o glorieta, las marcaciones se harán en las dos columnas, en la vía 1 se registrarán las

características de la primera vía, que anotó en el punto 4 y en la vía 2 se registraran las características de la segunda vía.

### **2.7.1 Geométricas.**

Se deberá establecer para cada una de las tres alternativas las características de la vía en el sitio del accidente y marcarlas con una equis (x), según el caso.

- ✓ A: recta o curva
- ✓ B: plano o pendiente.
- ✓ C: con bermas o con aceras.

Obligatoriamente se deberá marcar en A y B, y marcar C cuando existan bermas o aceras.

### **2.7.2 Utilización.**

Se definirá la utilización que se le está dando a cada una de las vías en el momento del accidente e indicar si es de uno o doble sentido o reversible, es decir si cambia el sentido de circulación en el momento del accidente, o Ciclo vía cuando el accidente se presenta estando en la vía o parte de ella funcionando como tal.

### **2.7.3 Calzada.**

Se deberá determine la cantidad de calzadas que tiene la vía o vías y señalar esta situación marcando el cuadro según tenga una, dos, tres, cuatro o más calzadas; cuando el número de calzadas cambia en el lugar del accidente indicar la variable.

### **2.7.4 Carriles.**

Se debe precisar el número de carriles que se operan en la calzada o calzadas donde ocurrió el accidente, marcando el cuadro correspondiente. Cuando el número de carriles cambie en el lugar del accidente, indicar la variable. Si los carriles no están demarcados, calcular cuántos carriles imaginarios ocuparían la calzada e indicar su cantidad.

Se debe tener en cuenta que el número de carriles se refiere a la calzada o calzadas involucradas en el accidente y no a todas las calzadas de la vía.

### **2.7.5 Material.**

Se deberá determine el material principal con que está construida la superficie de la vía sobre la cual se produjo el accidente y registrarlo marcando el cuadro respectivo. Se

entiende por asfalto una superficie hecha con material bituminoso o mezcla asfáltica. Concreto una superficie hecha con mezcla de cemento. Afirmado cuando se utiliza material de relleno o de río con grava. Tierra cuando la superficie es natural, sin agregado alguno.

### **2.7.6 Estado.**

Se debe establecer el estado en que se encuentra la superficie de la vía en el área cercana del sitio en donde ocurrió el accidente, que tenga influencia en el mismo, de acuerdo con las posibilidades indicadas.

- ✓ En reparación: Cuando sobre la vía del accidente se encuentran obreros trabajando sobre la misma o este señalizado que está se encuentra en proceso de mejora o arreglo.
- ✓ Hundimientos: son depresiones por fallas en la base de la vía.
- ✓ Derrumbes: cuando sobre la vía se observa caídas de rocas, tierras u otros elementos.
- ✓ Bacheo: relleno de huecos con material de afirmado.
- ✓ Rizado: pequeñas ondulaciones consecutivas por falta de adherencia en la superficie.
- ✓ Inundada: estancamientos de agua que cubren parcial o totalmente la vía. En este caso se debe anotar en observaciones la altura de dicha inundación.

### **2.7.7 Condiciones.**

Se debe hacer conocer las condiciones en que se encuentra la superficie de la vía, estableciendo si esta húmeda, seca, si sobre ella hay alguna clase de material suelto o si hay aceite o agentes físico que se le parezcan.

### **2.7.8 Iluminación.**

Se debe determine la existencia y condiciones de la iluminación artificial en el lugar del accidente y señalar con una equis (x) la que corresponda.

En caso de que exista iluminación artificial establecer su calidad señalando si es buena o si es mala, en caso de que sea deficiente.

Si el accidente ocurre en horas diurnas, determine si existe o no iluminación.



### **2.7.9 Controles.**

- ✓ Agente: Determinar la presencia del agente de Tránsito o de Policía de carreteras, regulando o controlando el tránsito, en el momento de ocurrir el accidente.
- ✓ Semáforo: Definir la existencia del semáforo en el sitio o zona de influencia del accidente y luego indique su estado y funcionamiento. Operando, aquel que está funcionando normalmente. Intermitente, cuando ofrece intervalos de oscuridad entre cada emisión de luz roja o amarilla. Con daños, cuando funcione deficientemente, tenga vidrios rotos o bombillos fundidos, apagado, cuando no se aprecien daños físicos, pero no emiten los cambios de luz conocidos.
- ✓ Señales. (referido a señales verticales). Las señales aquí determinadas son algunas de las reglamentarias más comunes. Cuando indique otra, debe registrar su código en observaciones y diagramarlas en el croquis.
- ✓ Demarcación. (referido a señales horizontales): En caso de encontrar otra marca vial de incidencia en el accidente y diferentes de las aquí señaladas, indíquela, en otra, descríbala en observaciones y diágramela en el croquis teniendo en cuenta el manual de dispositivos para control de tránsito.

### **2.7.10 Visual disminuida por.**

Se debe determinar entre los elementos que se indican, aquel o aquellos que limitaron o restringieron la visual de los conductores involucrados en el momento del accidente. Se entiende por construcción, la ubicación de materiales o andamios dentro de la zona de la vía. Cuando establezca la existencia de un objeto o elemento distinto a los relacionados marque la casilla otra y descríbala en observaciones diagramándola en el croquis.

## **2.8 Conductores, vehículos y propietarios.**

Para registrar los datos sobre vehículos, conductores y propietarios, se ha dejado la posibilidad en el formato general, de anotar lo correspondiente a dos (2) vehículos.

El formulario está distribuido de manera que sobre la parte izquierda y para cada uno de los vehículos involucrados se registre la información correspondiente al conductor, vehículo y propietario, mientras que sobre el costado derecho se indican datos adicionales sobre características de los vehículos.

### 2.8.1 Conductor.

- ✓ Primer apellido, segundo apellido y nombre: Registrar los apellidos y el nombre del conductor. Para nombres compuestos y extensos, utilice letras iniciales en lo posible. Cuando sea imposible identificar al conductor, deje en blanco la parte correspondiente al conductor.
- ✓ Documento de Identificación Nacional: DNI según sea el caso.
- ✓ Identificación N°: Indicar el número del documento con el que se identifica el conductor, escribiendo un dígito en cada una de las casillas asignadas y comenzando de derecha a izquierda. Deje en blanco las casillas sobrantes.
- ✓ Nacimiento: Escribir la fecha de nacimiento del conductor anotando en su orden día, mes y año, teniendo en cuenta que los días van del 01 al 31, los meses del 01 al 12 y el año se indica con los dos últimos dígitos del mismo.
- ✓ Sexo: Definir el sexo del conductor, colocando una equis (x) en la M si es masculino o en la F si es femenino.
- ✓ Dirección domicilio. Escriba la dirección del sitio donde reside permanente el conductor. En caso que no tenga nomenclatura o esté en zona rural, indique el nombre del sitio.
- ✓ Ciudad. Registre el nombre de la ciudad o poblado donde tiene su residencia permanentemente el conductor.
- ✓ Teléfono. Indique el número telefónico de la residencia del conductor o del lugar donde se le consigue frecuentemente; si no lo tiene, deje en blanco el espacio.
- ✓ Muerto o herido. Si el conductor resulta lesionado indique su estado colocando una (x) en herido no importa cuál sea su gravedad, si falleció en el accidente indíquelo con una X en muerto.
- ✓ Porta licencia. Indique con una (X) si el conductor porta o no la licencia de conducción en el momento del accidente.
- ✓ Licencia de Conducción N°. Escriba el total de números que van impresos en licencia de conducción.
- ✓ Categoría. Indique el número de la categoría impresa en la licencia de conducción.
- ✓ Restricciones. Coloque el número de la restricción que aparece en la licencia de conducción. Si no existe deje los

espacios en blanco. Si el conductor tiene varias restricciones, escriba la primera y en observaciones indique las demás.

- ✓ En el anexo se podrá verificar los códigos y su restricción.
- ✓ Expedición o Vencimiento. Indique con una X según el caso: Expedición o Vencimiento.
- ✓ Escribir el día, mes y año, en caso de existir ambas se deberá indicar la de vencimiento.
- ✓ NOTA: Los días se indican con los números del 01 al 31 en las dos primeras casillas, los meses se indican con los números del 01 al 12 en las casillas siguientes y el año con los dos últimos dígitos que correspondan, en las casillas restantes.
- ✓ Oficina de tránsito. Indique el código de la Oficina de Tránsito correspondiente.
- ✓ Cinturón de seguridad. Indique si el conductor usaba el cinturón de seguridad en el momento del accidente colocando una (x) en sí; de no ser así ponga la equis (x) en no. Tenga en cuenta que se refiere al uso del cinturón y no si el vehículo tiene este dispositivo de seguridad.
- ✓ Hospital, clínica o sitio de atención. Escriba el nombre del hospital, clínica o centro asistencial donde fue atendido el conductor herido.
- ✓ Se llevo a examen de: embriaguez o droga. Siempre que se produzcan lesiones personales u homicidio en accidente de tránsito o si la apariencia o el comportamiento del conductor hace presumir que este ha ingerido licor o droga, debe llevarlo para que se le realice el examen de comprobación exigido legalmente, en cuyo caso coloque una equis (x) en embriaguez o en droga si es para alucinógenos o similares. Deberá llevar a la realización del examen a todos los conductores involucrados en el accidente.
- ✓ Negativo – positivo. Si el resultado del examen es negativo o positivo, indíquelo marcando con una equis (x) en el cuadro correspondiente.
- ✓ Grado. Si el examen que se le ha practicado al conductor sobre embriaguez o droga resulta positivo, escribir la concentración. Si el resultado es negativo, deje en blanco el espacio correspondiente al grado.

- ✓ Casco. En caso de que el accidente involucre una motocicleta o bicicleta indique si el conductor usaba o no casco de seguridad, colocando una equis (x) en sí o no según el caso.

### **2.8.2 Vehículo.**

- ✓ Placa. Escriba las letras y números que conforman la placa o permiso especial con que se identifica el vehículo involucrado, comenzando de derecha a izquierda. Si sobran casillas, déjelas en blanco. Para el caso en que el vehículo no se identifique, deje en blanco la parte correspondiente a los datos del mismo.
- ✓ Marca. Escriba la marca del vehículo según lo descrito en la Tarjeta de Propiedad. Si ésta es muy extensa, escriba hasta donde sea posible. Para vehículos de marca muy conocida, indique el número de la referencia según la fábrica ejemplo: Renault, Nissan, Toyota.
- ✓ Modelo. Registre el modelo del vehículo.
- ✓ Carga Toneladas. Para los vehículos de carga escriba las toneladas que transportaba en el momento del accidente, para lo anterior tenga en cuenta documentos como: manifiesto de carga, guías, etc., en caso de no existir esta documentación escriba las toneladas aproximadas según lo manifestado por el conductor y su experiencia e indíquelo en observaciones.
- ✓ N° de pasajeros. Escriba el número de pasajeros que transportaba el vehículo en el momento del accidente sin contabilizar el conductor, en caso de presentarse sobre cupo o número de sillas instaladas superior al autorizado, describan esto en observaciones.
- ✓ Color. Escriba el color que se indica en la Licencia de Tránsito, de no ser posible escriba el color primario del vehículo.
- ✓ Empresa. Indique en forma resumida el nombre de la empresa a la cual pertenece o está afiliado el vehículo según se indique en la tarjeta de operación o registro de carga. Así por ejemplo: si el nombre de la empresa es Empresa de Transporte de Pasajeros Cruz del Sur, escriba simplemente Cruz del Sur.
- ✓ Inmovilizado. Escriba el nombre del depósito, paradero o lugar donde se inmovilice el vehículo o su dirección.
- ✓ A disposición de. Si el automotor se inmovilizo escriba a nombre de qué autoridad quedó a disposición.

- ✓ Seguro obligatorio. Si el conductor porta el SOAT, coloque una equis (x) frente a sí, en caso contrario marque no. Si el conductor manifiesta haber adquirido el seguro y no porta, descríballo en observaciones.
- ✓ Póliza Número. Escriba el número de la póliza de seguro obligatorio que aparece en la tarjeta.
- ✓ Compañía de seguros. Escriba el nombre de la aseguradora que expidió la póliza de seguro obligatorio y que aparece en la tarjeta respectiva.
- ✓ Vencimiento. Escriba el día, mes y el año en que vence el seguro obligatorio. El día se indica con los números del 01 al 31 en las dos primeras casillas, el mes se indica con los números del 01 al 12 en las casillas siguientes y el año con las dos últimas cifras en las casillas restantes.

### **2.8.3 Propietario.**

- ✓ El mismo Conductor: Si la persona que conduce el vehículo es la misma que figura en la licencia de tránsito marque con una X en la casilla señalada y deje en blanco el espacio correspondiente al 1er apellido, 2do apellido, nombre e identificación.
- ✓ 1er apellido, 2do apellido y nombre: Escriba los dos apellidos y el nombre del propietario si es una persona natural o el nombre resumido de la empresa o compañía a quién figura la licencia de tránsito.
- ✓ Documento de identificación nacional: DNI u otro documento.
- ✓ Identificación N°: Indique el número del documento que identifica a la persona.

### **2.8.4 Clase de vehículos.**

Describir la clase del vehículo que se registra en la tarjeta de propiedad, en caso que no la porte determine la forma exterior que posee cada vehículo y marque el cuadro correspondiente. Si las características del automotor son diferentes de cualquiera de las posibilidades indicadas, marque otro y relaciónelo en el punto de observaciones. Cuando sea imposible la identificación del vehículo, como los denominados vehículos que se dieron a la fuga, marcar no identificado o cuando no se le observe aunque tenga información de testigos marcar no identificado y describir en observaciones todos los datos suministrados.

### **2.8.5 Servicio del vehículo.**

Indicar el tipo de servicio que tiene cada uno de los vehículos involucrados marcando el cuadro respectivo según figure en la licencia de tránsito.

MODALIDAD ESCOLAR: se deberá marcar solo si en el momento del accidente se encontraban transportando estudiantes.

### **2.8.6 Seguro.**

Para los vehículos involucrados se deberá tomar nota si cuentan o no con seguros.

### **2.8.7 Nacionalidad.**

Indicar la nacionalidad de cada uno de los vehículos involucrados marcando el cuadro respectivo según figure en la tarjeta de propiedad.

### **2.8.8 Fallas.**

Si nota la existencia de fallas en algunos de los sistemas de seguridad que se indican, marque el cuadro que corresponda, efectúe revisión de cada uno de los sistemas.

## **2.9 Croquis.**

El croquis es tan importante como el diligenciamiento del formulario, por lo tanto debe tener especial cuidado al elaborarlo. En él deben dibujarse todos los detalles que encuentre en la escena del accidente y su zona de influencia en el momento en que sucedió. Entre los aspectos más sobresalientes se anotan: posición del norte; las mediciones del posible punto de impacto o área de impacto, ésta no debe ser superior a un metro cuadrado; posición final de los vehículos y las víctimas, así como las huellas de frenado cuando queden marcadas.

También es necesario graficar y medir las bermas o aceras, calzadas, carriles, separadores; dibujar las marcas viales, sentidos de circulación de las vías, trayectorias anterior y posterior a la colisión de los vehículos y/o de los peatones, ubicación de las distintas señales de tránsito existentes: semáforos, postes, árboles, tarimas, casetas y en fin todos aquellos elementos que tengan incidencia en el accidente y que puedan ayudar a la reconstrucción o análisis del caso por parte de las autoridades.

El croquis debe dibujarse siempre, así se hayan movido los vehículos y víctimas de su posición final, recuerde que estos son uno de los elementos que componen el croquis; en el sitio quedaran elementos,

huellas, evidencias físicas, y la estructura de la vía con los cuales deberé realizar el croquis.

Los vehículos movidos, trasladados o que hayan huido del lugar de los hechos no se diagramarán en el croquis, sin embargo, se hará la observación pertinente, de igual manera se procederá con las víctimas que hayan sido retiradas o movidas del lugar de los hechos, a menos que se aprecie claramente la silueta de su posición final.

La fijación planimetría o acote de los vehículos diferentes a motocicletas y bicicletas se debe realizar de sus vértices, tener en cuenta que debe medir el ancho y largo de cada vehículo.

Además se deberá tomar el datos de lugar de impacto, el sitio inicial de contacto entre los vehículos involucrados en el momento del accidente, resulten o no dañados o abollonados marque en la silueta de cada vehículo el posible lugar de impacto dibujando un óvalo alargado en el sitio.

No tenga en cuenta los daños si no el centro del impacto donde fue aplicada la fuerza externa.

## **2.10 Víctimas: Pasajero y peatones.**

Para registrar la información de las víctimas diferentes a los conductores, como son pasajeros y peatones, cada formulario tiene un espacio disponible, donde se escribirá la información básica de identificación y los datos adicionales se indicaran en la columna de la parte derecha. Para facilitar la identificación de las víctimas, asígneles una numeración en la casilla Víctima N<sup>o</sup>, estas víctimas se numeran a partir del número uno ya que no se cuentan en estas casillas los conductores. Cuando resulte más de una víctima, debe anotarlas en observaciones.

- ✓ Los datos: El nombre, edad, documento de identificación, dirección del domicilio, ciudad, teléfono, sitio de atención médica, examen de embriaguez o droga; su resultado positivo o negativo y el grado; deben diligenciarse cómo se indica en el numeral 8.1.
- ✓ Vehículo Número: Describa el número del vehículo en el cual viajaba la víctima si es un pasajero, en caso de ser un peatón dejar este espacio en blanco o si se le dificulta definir el vehículo en el cual viajaba, en todo caso hacer lo necesario para identificar en cual vehículo se movilizaba la víctima.
- ✓ Cinturón. Cuando la víctima sea pasajero de uno de los vehículos involucrados, indique si usaba el cinturón de seguridad colocando una equis (x) en sí, en caso contrario coloque la equis (x) en no. No hacer marcación alguna si la víctima es peatón.

- ✓ Casco. Únicamente se debe diligenciar cuando se refiere a un pasajero de motocicleta, en cuyo caso se debe registrar con una equis (x) si usaba o no el casco de seguridad exigido por las normas.

#### **2.10.1 Condición.**

- ✓ PEATON: persona que transita a pie o por una vía.
- ✓ PASAJERO: persona distinta del conductor que se transporta en un vehículo.

Para cada una de las víctimas registre si es peatón o si viajaba en alguno de los vehículos participantes como pasajero, marcando el cuadro respectivo.

#### **2.10.2 Sexo.**

Registrar el sexo de cada una de las víctimas marcando el cuadro de masculino cuando sea hombre y el femenino cuando sea mujer.

#### **2.10.3 Gravedad.**

Indicar si las lesiones recibidas por cada una de las víctimas le han ocasionado la muerte o si el accidente le ha producido heridas, colocando una equis (x) en muerte o herido según el caso. Observar que no existe distinción entre heridas graves o leves, en ambos casos debe marcar herido.

#### **2.10.4 Total víctimas incluyendo conductores.**

Escribir en forma separada el número total de muertos y el número total de heridos que han resultado como consecuencia del accidente, incluyendo a los conductores, utilizando el sistema 01, 02, etc.

#### **2.11 Testigos.**

Si el accidente fue presenciado por una o varias personas, registre para cada una de ellas el nombre y apellido, clase y número del documento de identificación, dirección del domicilio y ciudad donde reside o donde es posible localizarla.

#### **2.12 Causas probables.**

Se refiere a las hipótesis, circunstancias objetivas relevantes o actuaciones, que posiblemente dieron origen al accidente, se debe registrar obligatoriamente al menos una causa.



Una vez levantado el accidente y hechas las indagaciones preliminares, el encargado de la diligencia debe estar en condiciones de determinar por lo menos una HIPÓTESIS.

No diligencie la casilla asignada como numero vehículo, teniendo en cuenta que las causas no son exclusivamente atribuibles a los automotores, estas pueden ser atribuibles a la vía, a la víctima, al conductor o al vehículo.

### **2.13 Observaciones.**

Este espacio se utiliza para registrar cualquier circunstancia no incluida en el formulario o aclaración que crea importante indicar.

### **2.14 Nexos.**

Relacione los documentos que adjuntan al formulario, tales como solicitudes y/o resultados de embriaguez, inventarios de vehículos, fotos etc.

### **2.15 Correspondió.**

Escribir el nombre de la autoridad de tránsito o Autoridad Judicial que tenga que conocer el caso según la gravedad del accidente.

## CAPITULO III

### CALCULO, ANALISIS Y EVALUACION DE TRAMOS DE

### CONCENTRACION DE ACCIDENTES

#### 3.1 DESCRIPCION DE LA VIA DE ESTUDIO.

##### 3.1.1 Datos Generales.

La vía en estudio (Vía los Libertadores), comprende gran parte de la Vía Nacional PE 028A. La vía los Libertadores comprende “San Clemente - Independencia - Humay - Huáncano - Pámpano - Puente Huaytará - Puente Cuyahuasi - Puente Tullpa - Puente Dos de Mayo - Puente Muchic - Puente Ana Teresa - Puente Tsejsi - Huaytará - Puente Tranca - Puente Pichushuayco - Puente Jatun Huatas - Puente Ranramayo - Puente Chuihua - Puente Suyacuna - Puente Mollepayana - Puente Carnicería - Puente Satán - Abra Yuncaccara - Puente Rumichaca 1 - Rumichaca - Abra Apacheta Grande - Licapa - Niñacacha - Abra Yanabamba - Socos – Ayacucho.

La vía materia de la presente investigación se encuentra ubicada en la Región Centro del País:

**Departamentos** : Ica, Huancavelica y Ayacucho

**Rutas** : PE 028A (329.00 Km).

**Inicio** : Empalme PS – 1S

**Fin** : Empalme 3S Ayacucho.

**Superficie de Rodadura** : Asfaltado y Afirmado

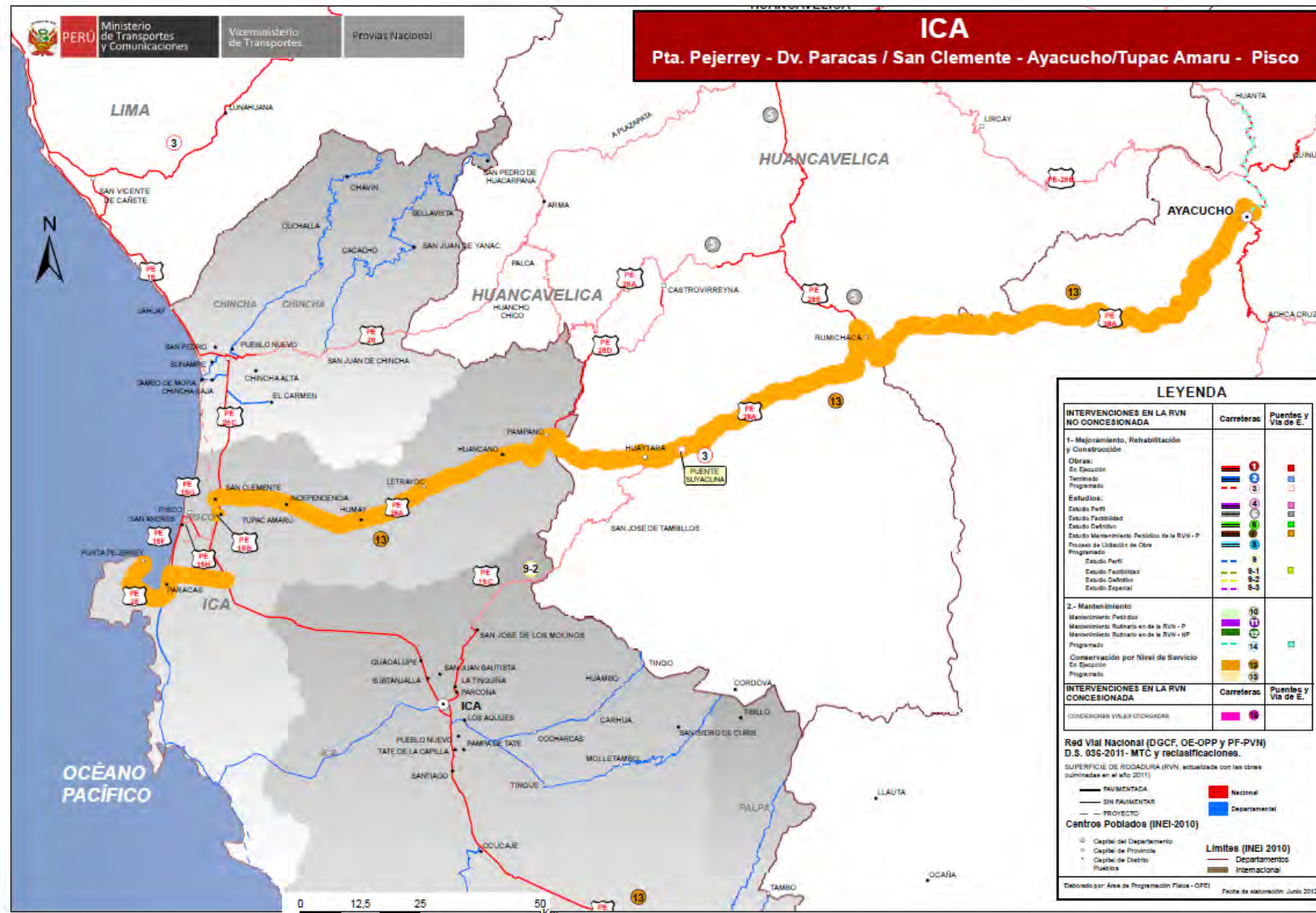
**Nº Carriles** : Asfaltado dos carriles ida y vuelta

**Ancho de Calzada** : 7.00 m – 8.40m.

**Ancho de Berma** : 0.5m.

### 3.1.2 Localización de la Vía.

Plano N° 01



## **3.2 ESTUDIO VOLUMÉTRICO.**

El estudio volumétrico comprende la determinación de las características actuales y futuras del tráfico, estas características varían a lo largo de la carretera, por lo cual es necesario determinar los tramos homogéneos en volumen y composición del tráfico.

### **3.2.1 Tramos Homogéneos.**

Para determinar los tramos homogéneos se ha efectuado un viaje de reconocimiento, investigando el comportamiento del tráfico y entrevistando a autoridades y transportistas.

En esta carretera no hay vías afluentes por las que ingrese o salga volumen significativo de vehículos que determinen nodos.

En consecuencia la carretera tiene un tramo con características homogéneas de cantidad y composición del volumen de tráfico.

### **3.2.2 Ubicación de Peajes de Control.**

En la vía se cuenta con 03 unidades de peajes, los cuales son controlados mediante equipos electrónicos, se ha utilizado los registros de esta unidad de peajes para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

#### **a. Unidad de Peaje Pacra.**

Esta unidad está ubicada en el km 72+500 de la Red Vial, en la localidad de Pacra, Distrito de Pisco, Provincia de Pisco, Departamento de Ica. Está a cargo de la Zonal Ica.

**Foto N° 01 Unidad de Peaje Pacra.**



Fuente: Intranet, ubicación de Peajes Provias Nacional – MTC

**b. Unidad de Peaje Rumichaca.**

Esta unidad está ubicada en el km 196+200 de la Red Vial, en la localidad de Rumichaca, Distrito de Paras, Provincia de Cangallo, Departamento de Ayacucho. Está a cargo de la Zonal Ayacucho.

**Foto N° 02 Unidad de Peaje Rumichaca.**

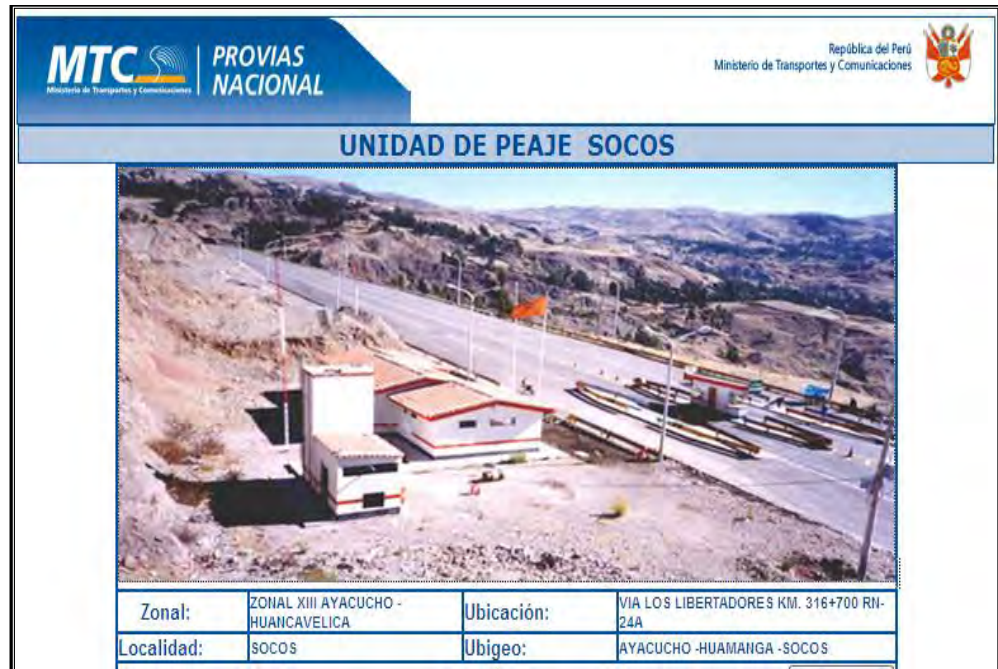


Fuente: Intranet, ubicación de Peajes Provias Nacional – MTC

**c. Unidad de Peaje Socos.**

Esta unidad está ubicada en el km 316+700 de la Red Vial, en la localidad de Socos, Distrito de Socos, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. Está a cargo de la Zonal Ayacucho.

**Foto N° 03 Unidad de Peaje Socos.**



Fuente: Intranet, ubicación de Peajes Provias Nacional – MTC

**3.2.3 Base de datos de flujo vehicular.**

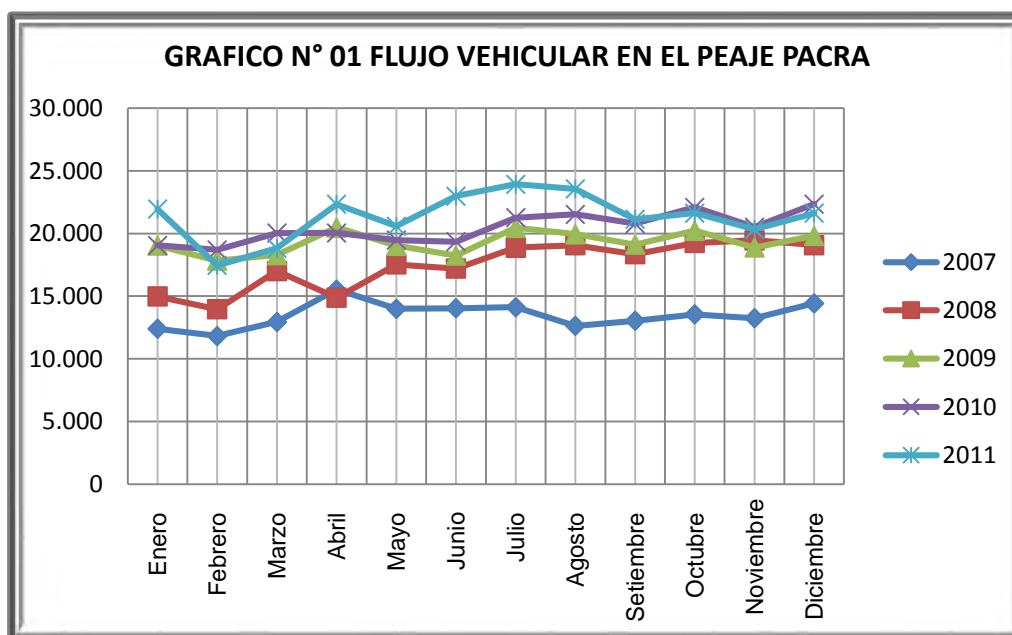
El flujo vehicular se obtuvo de la base de datos que dispone el Ministerio de Transportes y Comunicación, Provias nacional, cuyos base de datos son elaborados con los reportes diarios en los 03 peajes de la Vía Libertadores. A continuación mostramos la base de datos mensual desde el año 2007 a 2011.

**a. Flujo Vehicular Mensual del Peaje Pacra.**

**Cuadro N° 02 Unidad de Peaje Pacra.**

MES	TRANSITO MENSUAL (veh./mes)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Enero	12,403	14,979	19,041	19,056	21,947
Febrero	11,825	13,962	17,833	18,688	17,450
Marzo	12,948	17,009	18,279	20,032	18,818
Abril	15,525	14,884	20,477	20,049	22,324
Mayo	13,993	17,538	19,026	19,472	20,578
Junio	14,036	17,200	18,251	19,344	22,981
Julio	14,119	18,871	20,456	21,262	23,922
Agosto	12,634	19,068	19,942	21,520	23,559
Setiembre	13,044	18,355	19,110	20,785	21,130
Octubre	13,547	19,237	20,225	22,082	21,625
Noviembre	13,245	19,458	18,880	20,511	20,325
Diciembre	14,426	19,075	19,816	22,338	21,616
<b>TOTAL</b>	<b>161,745</b>	<b>209,636</b>	<b>231,336</b>	<b>245,139</b>	<b>256,275</b>

Fuente: Base de datos Provias nacional



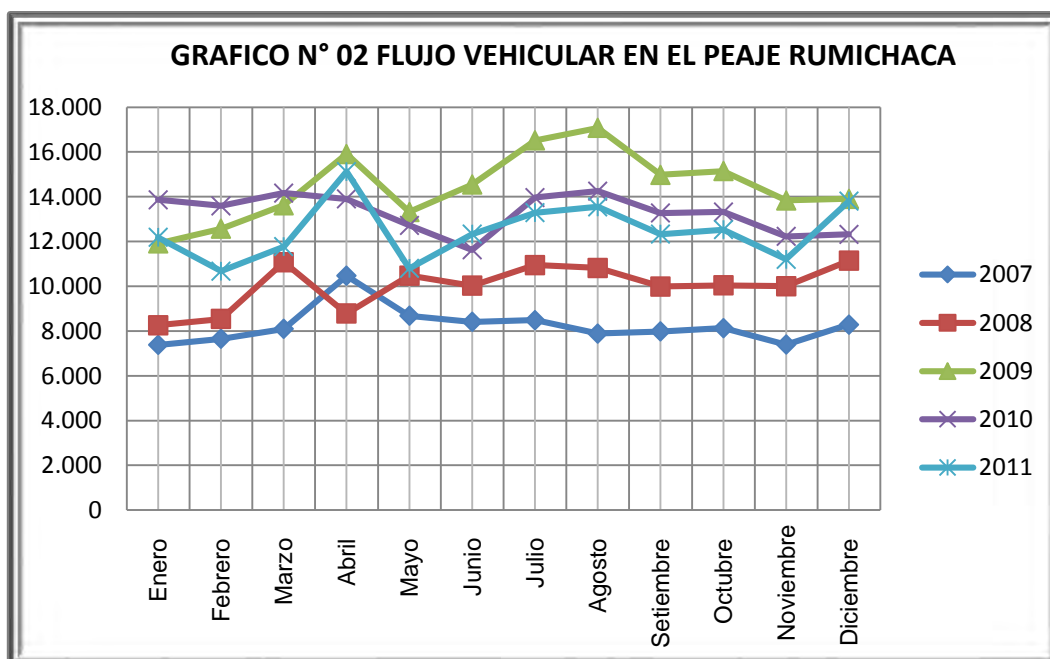
Fuente: Elaboración propia.

**b. Flujo Vehicular Mensual del Peaje Rumichaca.**

**Cuadro N° 03 Unidad de Peaje Rumichaca.**

MES	TRANSITO MENSUAL (veh./mes)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Enero	7,377	8,258	11,911	13,864	12,183
Febrero	7,653	8,538	12,570	13,596	10,678
Marzo	8,096	11,074	13,622	14,163	11,770
Abril	10,466	8,778	15,913	13,902	15,125
Mayo	8,679	10,478	13,324	12,720	10,800
Junio	8,409	10,022	14,547	11,625	12,324
Julio	8,488	10,944	16,515	13,962	13,287
Agosto	7,887	10,821	17,077	14,253	13,552
Setiembre	7,981	9,993	14,979	13,269	12,324
Octubre	8,134	10,036	15,141	13,322	12,528
Noviembre	7,395	10,001	13,835	12,230	11,203
Diciembre	8,289	11,143	13,906	12,317	13,801
<b>TOTAL</b>	<b>98,854</b>	<b>120,086</b>	<b>173,340</b>	<b>159,223</b>	<b>149,575</b>

Fuente: Base de datos Provias Nacional.



Fuente: Elaboración propia.

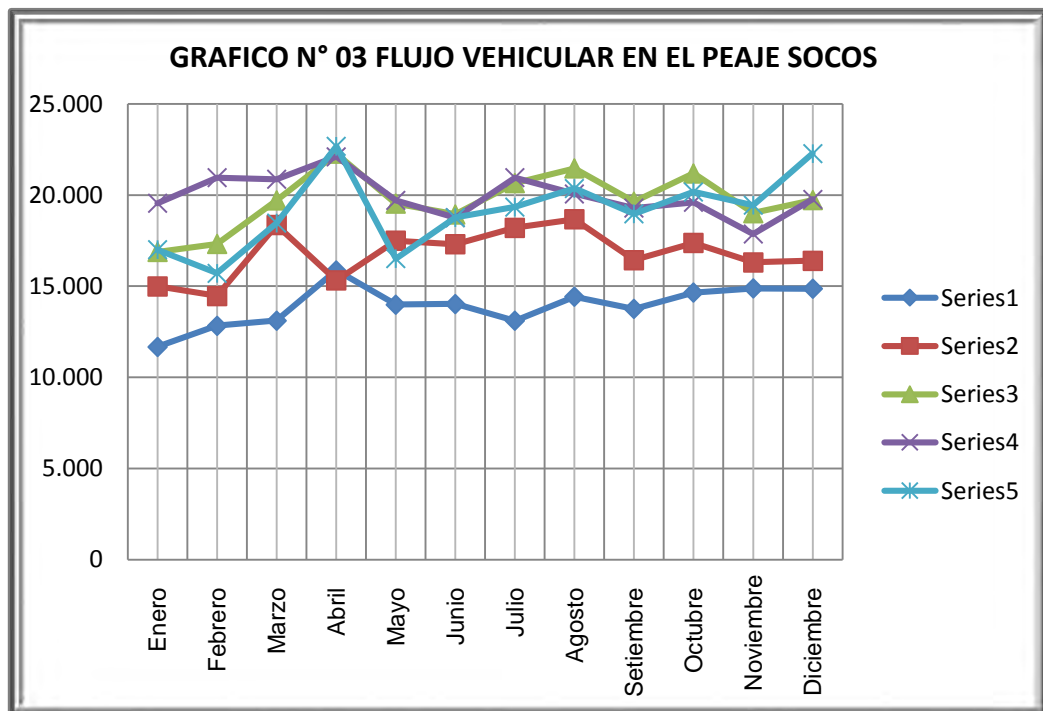


**c. Flujo Vehicular Mensual del Peaje Socos.**

**Cuadro N° 04 Unidad de Peaje Socos.**

MES	TRANSITO MENSUAL (veh./mes)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Enero	11,677	14,994	16,883	19,556	17,006
Febrero	12,833	14,468	17,319	20,954	15,713
Marzo	13,115	18,362	19,708	20,868	18,467
Abril	15,871	15,323	22,275	22,110	22,676
Mayo	13,997	17,494	19,537	19,708	16,513
Junio	14,028	17,301	18,948	18,763	18,767
Julio	13,104	18,212	20,657	20,955	19,346
Agosto	14,425	18,676	21,465	20,073	20,372
Setiembre	13,759	16,438	19,639	19,286	18,976
Octubre	14,657	17,373	21,195	19,603	20,174
Noviembre	14,882	16,308	19,014	17,866	19,444
Diciembre	14,861	16,398	19,730	19,772	22,285
<b>TOTAL</b>	<b>167,209</b>	<b>201,347</b>	<b>236,370</b>	<b>239,514</b>	<b>229,739</b>

Fuente: Base de datos Provias Nacional



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis gráfico de flujo vehicular en los tres peajes, se puede notar que existen picos de tráfico en los meses de abril, julio y diciembre, ello obedece a que en el mes de abril, se tiene un incremento de flujo vehicular por la época de semana santa, y los meses de julio y diciembre obedece a las vacaciones escolares y las festividades de fin de año.

### 3.2.4 Índice Medio Diario Anual (IMDA).

El cálculo del Índice Medio Diario Anual, se ha efectuado promediando los valores obtenidos de los registros de los 03 peajes, que se encuentran en la Red Vial. A continuación se muestra el cuadro resultante del IMD para la vía, los mismos que se calcularon para los años 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.

**Cuadro N° 05 Índice Medio Diario.**

AÑO	DIAS	IMD		
		PACRA	RUMICHACA	SOCOS
2007	365	443	271	458
2008	366	573	328	550
2009	365	634	475	648
2010	365	672	436	656
2011	365	702	410	629
<b>TOTAL</b>	<b>1826</b>			
<b>IMD PROMEDIO</b>		605	384	588
<b>IMD</b>		526		

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 INFORMACIÓN DE DATOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA VIA LOS LIBERTADORES.

La base de datos de los accidentes de tránsito en la vía Los Libertadores fueron obtenidas de la Dirección de la IX INTERPOL – AYACUCHO y con sede en Ayacucho, jurisdicción policial sobre los departamentos de Ayacucho e Ica, en cuyas capitales funcionan las Regiones Policiales.

#### 3.3.1 Análisis de datos existentes.

- ✓ Se carece de formato de informe policial de accidentes de tránsito.
- ✓ Los archivos de los accidentes de tránsito con las que se cuenta son sistematizados por tipo de vías como son: vía urbana y carretera.
- ✓ Los datos de accidentes no están adecuadamente clasificados por vías: vías nacionales, departamentales y trochas carrozables.
- ✓ La información de accidentes es muy general, cuenta con datos que no permiten una adecuada investigación y por ende elementos de juicio

incompletos que no permiten determinar con mayor precisión las causas de los accidentes de tránsito.

Los datos que consigna en el cuaderno de ocurrencia para la correspondiente investigación son los siguientes:

- Fecha.
  - Hora
  - Progresiva
  - Número de Heridos (leves - graves)
  - Número de Fallecidos
  - Cantidad y Tipos de Vehículos Involucrados (auto, pick-up, bus, camión y otro)
  - Tipo de Accidente (diagonal, frontal, vuelco y otro)
  - Lugar (curva, intersección o recta).
  - Condición Climática (bueno, lluvia, lluvia o granizo y neblina).
  - Sentido de Circulación (Ascendente o descendente),
- ✓ En lo que respecta a la información relacionada con la descripción del accidente, únicamente muestra una breve explicación del mismo con algún detalle adicional de lo sucedido.

### **3.3.2 Información total de accidentes en la vía.**

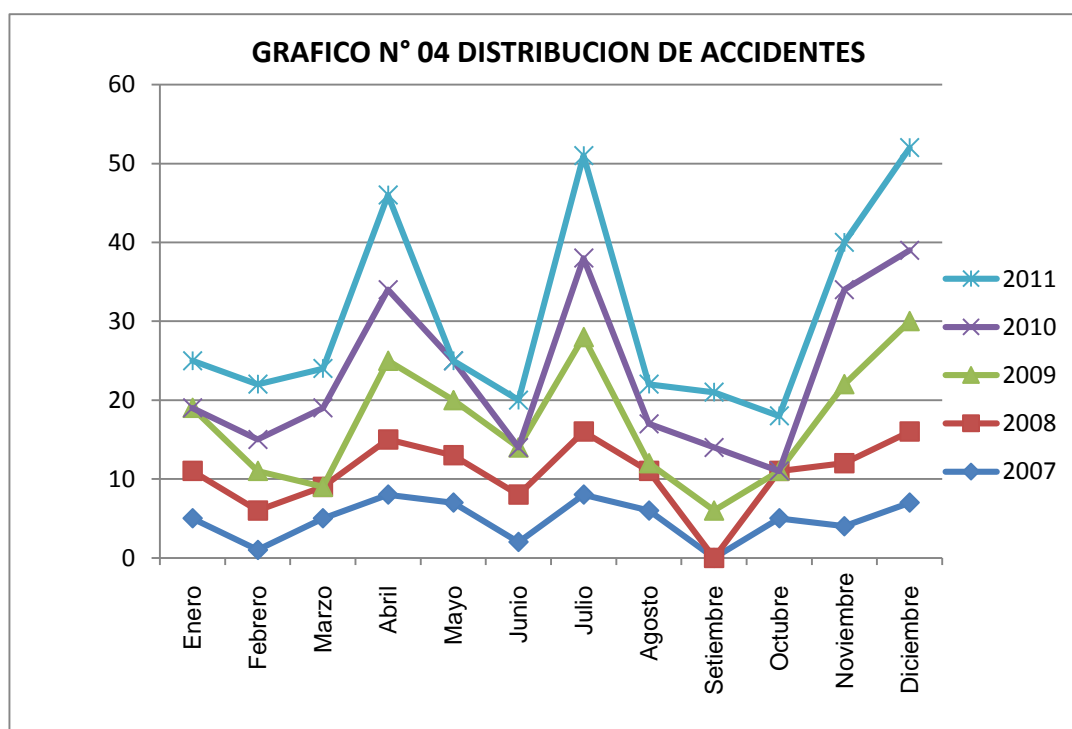
Como producto del procesamiento de la información de los cuadernos de ocurrencias en la vía libertadores, arrojó un total de 366 accidentes registrados entre los años 2007 a 2011, cuyo cuadro resumen se muestra a continuación.

**Cuadro N° 06**

**Distribución de Accidentes Registrados, Mensualmente**

MES	AÑO					
	2007	2008	2009	2010	2011	
Enero	5	6	8	0	6	
Febrero	1	5	5	4	7	
Marzo	5	4	0	10	5	
Abril	8	7	10	9	12	
Mayo	7	6	7	5	0	
Junio	2	6	6	0	6	
Julio	8	8	12	10	13	
Agosto	6	5	1	5	5	
Setiembre	0	0	6	8	7	
Octubre	5	6	0	0	7	
Noviembre	4	8	10	12	6	
Diciembre	7	9	14	9	13	
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>58</b>	<b>70</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>87</b>	<b>TOTAL</b>
						<b>366</b>

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis gráfico de la distribución de accidentes, se puede notar que coincidentemente existen mayor cantidad de accidentes en los meses de abril, julio y diciembre, cuando en la vía existe un incremento de flujo vehicular.

### 3.3.3 Análisis de correlación de accidentes de tránsito y flujo vehicular.

Con los datos de flujo vehicular y número accidentes de tránsito en la vía se realizó el análisis de correlación entre estas dos variables, cuyo cuadro se muestra a continuación.

**Cuadro N° 07**

#### **Análisis de Correlación de Flujo Vehicular y Número de Accidentes**

<b>N° DE DATOS</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
1	142,603	58.00	8270954.67	20335520540.44	3364.00
2	177,023	70.00	12391610	31337142529.00	4900.00
3	213,682	79.00	16880878	45659997124.00	6241.00
4	214,625	72.00	15453024	46064033708.44	5184.00
5	211,863	87.00	18432081	44885930769.00	7569.00
<b>N° de datos</b>	5				
<b>Total</b>	959796.00	366.00	71,428,548	188282624670.89	27258.00
<b>Promedio</b>	191959.20	73.20			
	<b>b=</b>	0.00029			
	<b>c=</b>	17.55			
	<b>r=</b>	0.853			
Fuente: Elaboración propia					

Al realizar el cálculo estadístico, se pudo obtener una correlación de 0.853 cuyo valor es mayor al coeficiente tabular 0.805 (5%), con ello se puede concluir que existen una correlación lineal estadísticamente significativa entre el flujo vehicular y el número de accidentes. Este valor estadístico muestra que a mayor flujo vehicular se tendrá mayor número de accidentes de tránsito.

### 3.4 IDENTIFICACION DE TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES.

La identificación de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), se realizaron teniendo como información la base de datos de accidentes de tránsito en la Vía, que se calcularon mediante 05 metodologías, los mismos que detallamos a continuación:

### **3.4.1 Método del Índice de Peligrosidad.**

El método propone límites fijos a partir de los cuales cualquier tramo con un Índice de Peligrosidad superior al que fija la norma para su TMDA, es considerado como un tramo de concentración de accidentes (TCA). Los límites de tránsito que presenta el método son arbitrarios, proponiendo que a medida que se incrementa la categoría de camino dado el tránsito del tramo, debe exigirse un mayor grado de seguridad.

Se considera que el método del índice de peligrosidad no resulta, a priori, un procedimiento adecuado para la identificación de TCA, ya que no tiene en cuenta la distribución de los accidentes en la vía y solo contempla aquellos accidentes que registran víctimas. Esto significa que a un elevado número de accidentes con víctimas (ACV) en la vía, registraremos una significativa cantidad de TCA, y si bien podría parecer lógica esta suposición en la que se basa el método, ello no implica que en todos esos TCA las condiciones de la vía sean un factor de peso en la ocurrencia de accidentes.

Además, su aplicación es limitada, ya que los valores límites del IP (100 y 70) están fijados en la norma para las condiciones particulares del sitio de origen del método. Resulta entonces que el método adoptado por la Ley Provincial de Tránsito de Córdoba no es consistente dado que no considera la distribución de los accidentes, como así tampoco los accidentes sin víctimas, por lo que los resultados de su aplicación deben ser analizados teniendo en cuenta las características particulares y limitaciones de esta técnica.

En nuestra investigación el método no fue aplicado debido a la falta de datos de víctimas en los accidentes, así mismo por el hecho de la no consistencia del método.

### 3.4.2 Método del número de accidentes.

**Cuadro N° 08**

**Resumen de TCA Método del Numero de Accidentes**

RUTA NACIONAL VIAL LIBERTADORES							
Progresiva Inicio		0	+	000	Long. Tramo	:	1 km
Progresiva Fin		329	+	000	Longitud vía	:	329 km
Tramo i	Progresivas		Hito Proximo al Tramo	N° accidentes en el tramo i	N <sub>i</sub>	N <sub>m</sub>	Condicion de TCA
	Inicio	Fin					
100	99	100	Ciudad de Huaytara	3	3.00	1.11	TCA
139	138	139	Comunidad de	5	5.00	1.11	TCA
142	141	142	Abra apacheta	6	6.00	1.11	TCA
154	153	154	Abra apacheta	5	5.00	1.11	TCA
185	184	185	Comunidad de San Felipe	3	3.00	1.11	TCA
220	219	220	Comuniadad de Yuracjulpa	4	4.00	1.11	TCA
264	263	264	Comunidad de niñobama	6	6.00	1.11	TCA
270	269	270	Comunidad de	3	3.00	1.11	TCA
291	290	291	Comunidad de arizona	7	7.00	1.11	TCA
298	297	298	Comunidad de sallali baja	4	4.00	1.11	TCA
301	300	301	Comunidad de sallali alta	6	6.00	1.11	TCA
305	304	305	Comunidad 8 de diciembre	4	4.00	1.11	TCA
308	307	308	Division santiago de pischa	3	3.00	1.11	TCA

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el cálculo de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), por esta metodología se pudo calcular la existencia de 13 Tramos de Concentración de accidentes.

La metodología de cálculo de acuerdo a los datos de; longitud de sub tramo, longitud de vía, cantidad de accidentes producidos en el periodo de análisis y de manera indirecta el tiempo, considera como tramos de concentración de accidentes aquellos sub tramos donde ocurrieron 03 a más accidentes, no considerando a sub tramos con 02 accidente de tránsito.

En el Cuadro N° 07 los Tramos de Concentración de Accidentes, identificados con la metodología antes indicada, con los parámetros de comparaciones calculados.

### 3.4.3 Método de la tasa de accidentes.

**Cuadro N° 09**

**Resumen de TCA Método de la Tasa de Accidentes**

RUTA NACIONAL VIAL LIBERTADORES							
Progresiva Inicio		0 + 000		Longitud Tramo :		1 km	
Progresiva Fin		329 + 000		Longitud vía :		329 km	
tramo i	progresivas		Hito Proximo al Tramo	N° de accidentes en el tramo i	T <sub>i</sub>	T <sub>m</sub>	Condicion para ser TCA
	Inicio	Fin					
100	99	100	Ciudad de Huaytara	3	3.13	1.16	TCA
139	138	139	Comunidad de	5	5.21	1.16	TCA
142	141	142	Abra apacheta	6	6.25	1.16	TCA
154	153	154	Abra apacheta	5	5.21	1.16	TCA
185	184	185	Comunidad de San Felipe	3	3.13	1.16	TCA
220	219	220	Comuniadad de Yuracjulpa	4	4.17	1.16	TCA
264	263	264	Comunidad de ñiobama	6	6.25	1.16	TCA
270	269	270	Comunidad de	3	3.13	1.16	TCA
291	290	291	Comunidad de arizona	7	7.29	1.16	TCA
298	297	298	Comunidad de sallali baja	4	4.17	1.16	TCA
301	300	301	Comunidad de sallali alta	6	6.25	1.16	TCA
305	304	305	Comunidad 8 de diciembre	4	4.17	1.16	TCA
308	307	308	Division santiago de pischa	3	3.13	1.16	TCA

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el cálculo de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), por esta metodología se pudo calcular la existencia de 13 Tramos de Concentración de accidentes, coincidentemente igual que la metodología anterior.

La metodología de cálculo de acuerdo a los datos de; longitud de sub tramo, longitud de vía, flujo vehicular a través de Índice Medio Diario Anual, número de días y cantidad de accidentes producidos, considera como tramos de concentración de accidentes aquellos sub tramos donde ocurrieron 03 a más accidentes, no considerando a sub tramos con 02 accidente de tránsito.

En el Cuadro N° 08 los Tramos de Concentración de Accidentes, identificados con la metodología antes indicada, con los parámetros de comparaciones calculados.



**3.4.4 Método del Número - Tasa.**

**Cuadro N° 10  
Resumen de TCA Método del Numero - Tasa**

RUTA NACIONAL VIA LOS LIBERTADORES											
Progresiva Inicio		0	+	000	Longitud Tramo	:	1	km			
Progresiva Fin		329	+	000	Longitud vía	:	329	km			
tramo i	progresivas		Hito Proximo al Tramo	N°de accidentes en el tramo i	N <sub>i</sub>	N <sub>m</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>m</sub>	Condición 1 para ser TCA	Condición 2 para ser TCA	Condición final
	Inicio	Fin									
100	99	100	Ciudad de Huaytara	3	3.00	1.11	3.13	1.16	OK	OK	TCA
139	138	139	Comunidad de Yuracmachay	5	5.00	1.11	5.21	1.16	OK	OK	TCA
142	141	142	Abra apacheta	6	6.00	1.11	6.25	1.16	OK	OK	TCA
154	153	154	Abra apacheta	5	5.00	1.11	5.21	1.16	OK	OK	TCA
185	184	185	Comunidad de San Felipe	3	3.00	1.11	3.13	1.16	OK	OK	TCA
220	219	220	Comuniadad de Yuracjulpa	4	4.00	1.11	4.17	1.16	OK	OK	TCA
264	263	264	Comunidad de niñoabama	6	6.00	1.11	6.25	1.16	OK	OK	TCA
270	269	270	Comunidad de Hatumpampa	3	3.00	1.11	3.13	1.16	OK	OK	TCA
291	290	291	Comunidad de arizona	7	7.00	1.11	7.29	1.16	OK	OK	TCA
298	297	298	Comunidad de sallali baja	4	4.00	1.11	4.17	1.16	OK	OK	TCA
301	300	301	Comunidad de sallali alta	6	6.00	1.11	6.25	1.16	OK	OK	TCA
305	304	305	Comunidad 8 de diciembre	4	4.00	1.11	4.17	1.16	OK	OK	TCA
308	307	308	Division santiago de pischa	3	3.00	1.11	3.13	1.16	OK	OK	TCA

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el cálculo de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), por esta metodología se pudo calcular la existencia de 13 Tramos de Concentración de accidentes.

La metodología de cálculo considera los parámetros combinados del método del número de accidentes y el método de la tasa de accidentes, por lo que considera como datos de cálculos; longitud de sub tramo, longitud de vía, flujo vehicular a través de Índice Medio Diario Anual, número de días y cantidad de accidentes producidos, considera como tramos de concentración de accidentes aquellos sub tramos donde ocurrieron 03 a más accidentes, no considerando a sub tramos con 02 accidente de tránsito.

En el Cuadro N° 09 los Tramos de Concentración de Accidentes, identificados con la metodología antes indicada, con los parámetros de comparaciones calculados.

### 3.4.5 Método del Control de Calidad de la Tasa.

**Cuadro N° 11**  
**Resumen de TCA Método del Control de Calidad de la Tasa**

RUTA NACIONAL VIA LOS LIBERTADORES									
Progresiva Inicio		0 +	000	Longitud Tra:	1 km				
Progresiva Fin		329	+ 000	Longitud vía:	329 km				
				k	: 1.5				
tramo i	progresivas		Hito Proximo al Tramo	N°de accidentes	t <sub>i</sub>	T <sub>m</sub>	T <sub>ci</sub>	T <sub>i</sub>	Condicion para ser
	Inicio	Fin							
100	99	100	Ciudad de Huaytara	3	0.96	0.33	1.73	3.13	TCA
117	116	117	Ciudad de Huaytara	2	0.96	0.33	1.73	2.08	TCA
139	138	139	Comunidad de Yuracmachay	5	0.96	0.33	1.73	5.21	TCA
142	141	142	Abra apacheta	6	0.96	0.33	1.73	6.25	TCA
154	153	154	Abra apacheta	5	0.96	0.33	1.73	5.21	TCA
185	184	185	Comunidad de San Felipe	3	0.96	0.33	1.73	3.13	TCA
207	206	207	Comunidad de Rumichaca	2	0.96	0.33	1.73	2.08	TCA
220	219	220	Comuniadad de Yuracjulpa	4	0.96	0.33	1.73	4.17	TCA
231	230	231	Abra apacheta	2	0.96	0.33	1.73	2.08	TCA
248	247	248	Comuniad de tunsuya	2	0.96	0.33	1.73	2.08	TCA
264	263	264	Comunidad de ñiñobama	6	0.96	0.33	1.73	6.25	TCA
270	269	270	Comunidad de Hatumpampa	3	0.96	0.33	1.73	3.13	TCA
288	287	288	Comunidad de angasmayo	2	0.96	0.33	1.73	2.08	TCA
291	290	291	Comunidad de arizona	7	0.96	0.33	1.73	7.29	TCA
298	297	298	Comunidad de sallali baja	4	0.96	0.33	1.73	4.17	TCA
301	300	301	Comunidad de sallali alta	6	0.96	0.33	1.73	6.25	TCA
305	304	305	Comunidad 8 de diciembre	4	0.96	0.33	1.73	4.17	TCA
308	307	308	Division santiago de pischa	3	0.96	0.33	1.73	3.13	TCA

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el cálculo de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), por esta metodología se pudo calcular la existencia de 18 Tramos de Concentración de accidentes.

La metodología de cálculo de acuerdo a los datos de; longitud de sub tramo, longitud de vía, flujo vehicular a través de Índice Medio Diario Anual, número de días y cantidad de accidentes producidos, considera como tramos de concentración de accidentes aquellos sub tramos donde ocurrieron 02 a más accidentes, no considerando a sub tramos con 01 accidente de tránsito.

En el Cuadro N° 10 los Tramos de Concentración de Accidentes, identificados con la metodología antes indicada, con los parámetros de comparaciones calculados.

### **3.4.6 Evaluación de los Métodos.**

#### **a. Método del Número de Accidentes.**

El método es simple, de aplicación directa y sus únicas variables son la cantidad de accidentes, la longitud de los tramos de estudio y el coeficiente de mayoración. A través del factor “k” puede ajustarse la sensibilidad del mismo. A medida que el valor de k se incrementa, disminuye la cantidad de TCA detectados, y por el contrario, la disminución del valor de k incrementa la cantidad de TCA detectados.

El método resulta especialmente sensible a la longitud de tramo seleccionada. A medida que se incrementa la longitud del tramo, la dispersión en el valor de  $N_i$  tiende a disminuir, es decir que el valor de  $N_i$  se aproxima cada vez más a la media ( $N_m$ ).

En el límite, si se considera un tramo de longitud igual al camino en estudio, el valor de  $N_i$  coincidirá con el valor de  $N_m$ .

Esto lleva a que, para el mismo camino, con la misma distribución de accidentes y el mismo factor de mayoración (k), se detecte una mayor cantidad de TCA si se fracciona en tramos de menor longitud.

La consistencia de los resultados de este método no está garantizada, dado que el límite inferior de frecuencias a partir del cual un tramo es considerado peligroso se obtiene a partir de la media de la muestra, en lugar de considerar el valor de la frecuencia con una probabilidad de ocurrencia dada. Esto implica que para dos muestras con igual media y distinta dispersión, el método no detecta la misma cantidad de TCA.

#### **b. Método de la Tasa de Accidentes.**

Un análisis basado sólo en el número de accidentes puede conducir a conclusiones equivocadas, sobre todo si a lo largo del camino existen variaciones considerables en los volúmenes de tránsito. A dos ubicaciones

que registren el mismo número de accidentes, no debería atribuírseles idéntica peligrosidad si una de ellas dobla a la otra en cuanto a volumen de tránsito se refiere.

El método de la Tasa de Accidentes considera la variable del volumen de tránsito para establecer la peligrosidad del tramo. Entonces para aplicarlo, además de la ubicación y cantidad de accidentes del camino, es necesario contar con los datos de volumen de tránsito (TMDA).

En el método se puede observar que para bajos valores de tránsito, escasos accidentes darán como resultado una tasa elevada y viceversa. En consecuencia, identificar sitios peligrosos exclusivamente en función de las tasas de accidentes puede resultar engañoso si se trabaja con tránsitos bajos en algunos tramos y tránsitos elevados en otros.

El método de la Tasa también es sensible a la longitud de tramo en la que se divide el camino en estudio. Al igual que para el método del Número, al incrementar la longitud de los tramos, disminuye la dispersión de la muestra, por ello los valores de la  $T_i$  se aproximan cada vez más al valor de la  $T_m$ , con lo que para un mismo camino, con la misma distribución de accidentes y tránsitos, y el mismo factor de mayoración, el método identifica mayor cantidad de TCA en el estudio en el que se dividió el camino en tramos de menor longitud.

### c. Método del Número – Tasa.

El método exige el cumplimiento simultáneo de las condiciones del método del número de accidentes y el de la tasa de accidentes. Esta doble exigencia reduce el número de ubicaciones en las que verifican los TCA, y además asegura que el tramo peligroso exhiba una cantidad anormal de accidentes (especialmente cuando éste presenta una baja exposición al tránsito).

Como se ha mencionado anteriormente, tanto el método del número, como el de la tasa son especialmente sensibles a la longitud elegida del tramo. Dado que ambos métodos condicionan la detección del TCA al desvío de sus  $N_i$  o  $T_i$  con respecto a sus valores medios ( $N_m$  y  $T_m$ ), y que a medida que se incrementa la longitud de los tramos, los valores de  $N_i$  y  $T_i$  presentan una menor desviación, resulta que el método presenta una menor sensibilidad a medida que la longitud del tramo aumenta.

Aplicado en un camino con amplias variaciones en los volúmenes de tránsito, y suponiendo la variación lineal de los accidentes con el tránsito, la condición  $N_i > KN \cdot N_m$  tenderá a no verificar para tránsitos bajos. Lo que persigue el método es identificar como peligrosas a aquellas ubicaciones en las que tanto la cantidad como la tasa de accidentes sean anormalmente superiores a las del sistema, logrando eliminar de la lista de lugares peligrosos a tramos con altas tasas y pocos accidentes (o sea, de bajo tránsito).

Dado que el método del Número-Tasa es la combinación de los dos descriptos anteriormente, la consistencia de sus resultados depende del criterio adoptado para establecer el valor del límite a partir del cual se considera el tramo peligroso en cada uno de ellos.

**d. Método del Control de Calidad de la Tasa.**

El método aplica un control estadístico sobre los valores de las tasas de cada tramo. Este control estadístico asume que la distribución de accidentes se ajusta al modelo de Poisson.

El objetivo del método es encontrar dentro de esta distribución aquel valor de “n” para el cual la probabilidad de ocurrencia es particularmente baja (menor al 5%). Con ello busca que los tramos detectados como peligrosos no sean producto del azar, sino de un defecto importante en la vía que contribuya a la inusual concentración de accidentes.

Su cálculo se basa en el control de calidad de los análisis estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual, con ello define que un Tramo de Concentración de Accidentes es un hecho inusual.

Se suma a ello que en la vía en estudio considera un Tramo de Concentración de Accidentes, aquellos lugares donde se producen 2 a más accidentes. Este hecho indica que los accidentes en un número 2 o mayor a 2 obedece a una causa persistente más que a un evento al azar.

Cabe indicar que si en un sub tramo se presentan dos accidentes de tránsito esto ya muestra que algo anormal está ocurriendo en el sub tramo.

Por lo indicado anteriormente se concluye que el Método del Control de Calidad de la Tasa, se enmarca mejor a la vía en estudio.

**3.5 ANALISIS Y EVALUACION DE LOS TRAMOS DE CONCENTRACION DE ACCIDENTES.**

Los TCA determinados por los diversos métodos anteriormente descritos, fueron evaluados para poder definir las causas que lo generaron.

El trabajo consistió en evaluar los partes y atestados policiales, concluyendo en las causas que generaron el accidente.

Una vez definido las causas, se realizaron trabajos topográficos y diseño geométrico en cada uno del TCA, a fin de corroborar que los elementos geométricos de la vía cumplan con lo establecido en el Manual DG – 2001.

### 3.5.1 Evaluación de las Causas de Accidentes en T.C.A. con Información Policial.

**Cuadro N° 12**  
**Resumen de Causas de Accidentes en los TCA**

N°	tramo i	Progresivas km		Hito Proximo al Tramo	Causa del accidente	Observación
		Inicio	Fin			
1	100	99	100	Ciudad de Huaytara	Exceso velocidad	Con Victimas
2	117	116	117	Ciudad de Huaytara	Exceso velocidad	Con Victimas
3	139	138	139	Comunidad de Yuracmachay	Exceso velocidad	Con Victimas
4	142	141	142	Abra apacheta	Exceso velocidad	Con Victimas
5	154	153	154	Abra apacheta	Exceso velocidad	Con Victimas
6	185	184	185	Comunidad de San Felipe	Exceso velocidad	Con Victimas
7	207	206	207	Comunidad de Rumichaca	Exceso velocidad	Con Victimas
8	220	219	220	Comuniadad de Yuracjulpa	Exceso velocidad	Con Victimas
9	231	230	231	Abra apacheta	Exceso velocidad	Con Victimas
10	248	247	248	Comuniad de tunsuya	Exceso velocidad	Con Victimas
11	264	263	264	Comunidad de ñiobama	Exceso velocidad	Con Victimas
12	270	269	270	Comunidad de Hatumpampa	Exceso velocidad	Con Victimas
13	288	287	288	Comunidad de angasmayo	Exceso velocidad	Con Victimas
14	291	290	291	Comunidad de arizona	Exceso velocidad	Con Victimas
15	298	297	298	Comunidad de sallali baja	Exceso velocidad	Con Victimas
16	301	300	301	Comunidad de sallali alta	Exceso velocidad	Con Victimas
17	305	304	305	Comunidad 8 de diciembre	Exceso velocidad	Con Victimas
18	308	307	308	Division santiago de pischa	Exceso velocidad	Con Victimas

Fuente: Elaboración propia

En los 18 casos de los Tramos de Concentración de Accidentes identificados, se pudo constatar que las causas por las que se produjeron los accidentes de tránsito fueron únicamente por exceso de velocidad.

Así mismo se puede mencionar que los 18 Tramos de Concentración de Accidentes, muestran eventos con víctimas humanas, por lo menos en uno de los accidentes.

### 3.5.2 Evaluación de los Elementos Geométrico de los T.C.A.

La evaluación consistió en dos eventos: el primero que consistió en realizar el levantamiento topográfico de los 18 Tramos de Concentración de Accidentes identificados, y seguidamente se calculo los elementos geométricos de los Tramos de Concentración de Accidentes, para luego realizar la comparación con la Norma DG – 2001.

A continuación se muestra los cálculos de los elementos geométricos de los diferentes TCA.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 01 (TCA N° 01)

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	70.47	m.									
$\Delta =$	15 ° 12 ' 20 "	= 15.2 °									
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.53%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 527.95 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 60.89 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
1	99	100	40	70.5	15.2	527.95	60.89	OK	3.53%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 99+700.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.



✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 02 (TCA N° 02)

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	48.3	m.									
$\Delta =$	27 °	15 ' 30 "	=	27.3 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	4.30%			(calculo topografico)							
$f =$	0.17			(factor recomendado)							
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left(\frac{\Delta}{2}\right)}$		Rcalc. = 199.20 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 58.69 m									
<b>RESUMEN</b>											

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
2	116	117	40	48.3	27.3	199.20	58.69	OK	4.30%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 116+500.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 03 (TCA N° 03).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	37.3	m.									
$\Delta =$	42 °	24 ' 40 "	=	42.4 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.60%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left(\frac{\Delta}{2}\right)}$		Rcalc. = 96.14 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 60.68 m									

**RESUMEN**

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
3	138	139	40	37.3	42.4	96.14	60.68	OK	3.60%	2%	OK



Ubicación : Km. 138+500.  
Causa de accidentes : Exceso de Velocidad.  
Diseño geométrico : Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 04 (TCA N° 04).

**REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA**

**DATOS**

$T =$	131.2	m.										
$\Delta =$	35 °	36 ' 18 "	=	35.6 °								
$Vd =$	40	Km/h.										
$p =$	2.70%				(calculo topografico)							
$f =$	0.17				(factor recomendado)							

**CALCULOS**

$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$	Despejando "R"
--------------------------------------	----------------

$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$	Rcalc. = 408.58 m
--	-------------------

$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$	Rmin. = 63.45 m
--	-----------------

**RESUMEN**

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
4	141	142	40	131	35.6	408.58	63.45	OK	2.70%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 141+800.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 05 (TCA N° 05).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	89.37	m.									
$\Delta =$	18 °	48 ' 32 "	=	18.8 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.50%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 539.58 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 60.98 m									
<b>RESUMEN</b>											

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
5	153	154	40	89.4	18.8	539.58	60.98	OK	3.50%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 153+400.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 06 (TCA N° 06).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	54.42	m.									
$\Delta =$	48 °	53 ' 32 "	=	48.9 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	2.90%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left(\frac{\Delta}{2}\right)}$		Rcalc. = 119.71 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 62.81 m									

**RESUMEN**

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
6	184	185	40	54.4	48.9	119.71	62.81	OK	2.90%	2%	OK

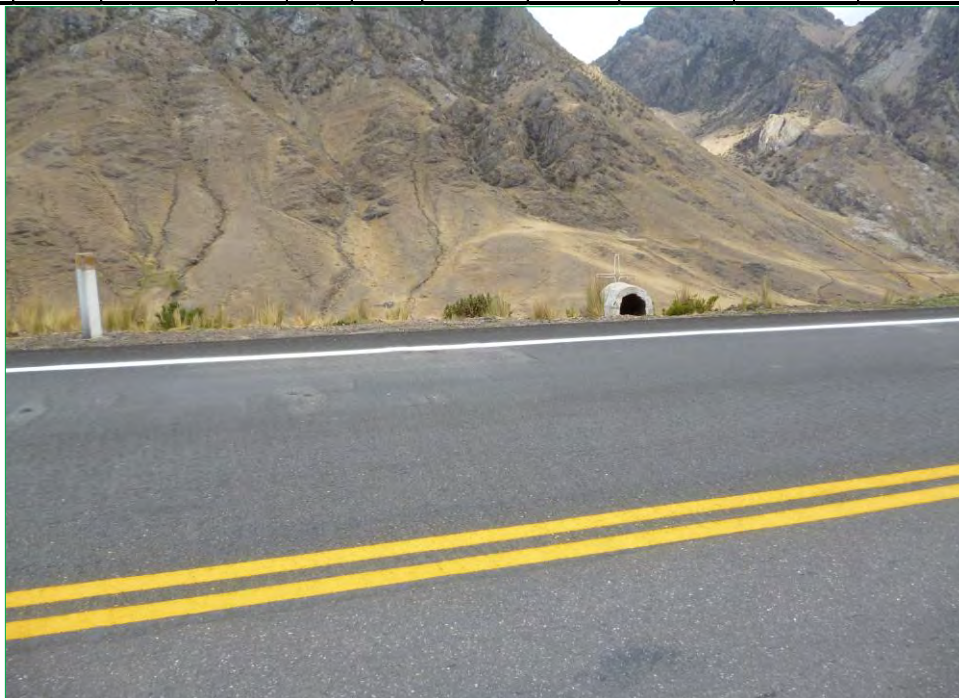


Ubicación : Km. 184+700.  
Causa de accidentes : Exceso de Velocidad.  
Diseño geométrico : Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 07 (TCA N° 07).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	102.35	m.									
$\Delta =$	33 °	15 ' 20 "	=	33.3 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	2.60%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 342.72 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 63.78 m									
<b>RESUMEN</b>											

N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
7	206	207	40	102	33.3	342.72	63.78	OK	2.60%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 206+500.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 08 (TCA N° 08).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	85.43	m.									
$\Delta =$	53 °	15 ' 20 "	= 53.3 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.53%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left(\frac{\Delta}{2}\right)}$		Rcalc. = 170.39 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 60.89 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
8	219	220	40	85.4	53.3	170.39	60.89	OK	3.53%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 219+400.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 09 (TCA N° 09).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	12.50	m.									
$\Delta =$	14 °	20 ' 35 "	=	14.3 °							
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	2.89%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 99.34 m									
$R_{\min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 62.85 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
9	230	231	40	12.5	14.3	99.34	62.85	OK	2.89%	2%	OK



Ubicación : Km. 230+700.  
Causa de accidentes : Exceso de Velocidad.  
Diseño geométrico : Conforme.



✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 10 (TCA N° 10).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	34.32	m.									
$\Delta =$	18 °	23 ' 40 "	= 18.4 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.11%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 211.96 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 62.16 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
10	247	248	40	34.3	18.4	211.96	62.16	OK	3.11%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 247+200.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 11 (TCA N° 11).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	25.40	m.									
$\Delta =$	32 °	34 ' 48 "	= 32.6 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.56%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 86.92 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 60.80 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
11	263	264	40	25.4	32.6	86.92	60.80	OK	3.56%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 263+100.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 12 (TCA N° 12).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	42.12	m.									
$\Delta =$	18 °	20 ' 43 "	= 18.3 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	2.87%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 260.85 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 62.91 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
12	269	270	40	42.1	18.3	260.85	62.91	OK	2.87%	2%	OK



Ubicación	:	Km. 269+200.
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.
Diseño geométrico	:	Conforme.

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 13 (TCA N° 13).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	69.43	m.									
$\Delta =$	14 °	18 ' 24 "	= 14.3 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.12%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 553.22 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 62.13 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
13	287	288	40	69.4	14.3	553.22	62.13	OK	3.12%	2%	OK
✘											
Ubicación : Km. 287+500. Causa de accidentes : Exceso de Velocidad. Diseño geométrico : Conforme.											

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 14 (TCA N° 14).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>																				
<b>DATOS</b>																				
$T =$	56.67	m.																		
$\Delta =$	48 °	14 ' 24 "	= 48.2 °																	
$Vd =$	40	Km/h.																		
$p =$	3.98%	(calculo topografico)																		
$f =$	0.17	(factor recomendado)																		
<b>CALCULOS</b>																				
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"																		
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 126.57 m																		
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 59.58 m																		
<b>RESUMEN</b>																				
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos														
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"									
14	290	291	40	56.7	48.2	126.57	59.58	OK	3.98%	2%	OK									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">✘</span> </div>																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Ubicación</td> <td style="width: 5%;">:</td> <td style="width: 45%;">Km. 290+800.</td> </tr> <tr> <td>Causa de accidentes</td> <td>:</td> <td>Exceso de Velocidad.</td> </tr> <tr> <td>Diseño geométrico</td> <td>:</td> <td>Conforme.</td> </tr> </table>												Ubicación	:	Km. 290+800.	Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.	Diseño geométrico	:	Conforme.
Ubicación	:	Km. 290+800.																		
Causa de accidentes	:	Exceso de Velocidad.																		
Diseño geométrico	:	Conforme.																		

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 15 (TCA N° 15).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA												
<b>DATOS</b>												
$T =$	34.13	m.										
$\Delta =$	10 °	12 ' 20 "	= 10.2 °									
$Vd =$	40	Km/h.										
$p =$	2.83%	(calculo topografico)										
$f =$	0.17	(factor recomendado)										
<b>CALCULOS</b>												
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"										
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 382.21 m										
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 63.04 m										
<b>RESUMEN</b>												
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos						
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"	
15	297	298	40	34.1	10.2	382.21	63.04	OK	2.83%	2%	OK	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">✘</span> </div>												
Ubicación			:	Km. 297+500.								
Causa de accidentes			:	Exceso de Velocidad.								
Diseño geométrico			:	Conforme.								

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 16 (TCA N° 16).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	67.32	m.									
$\Delta =$	18 °	21 ' 40 "	= 18.4 °								
$Vd =$	40	Km/h.									
$p =$	3.89%	(calculo topografico)									
$f =$	0.17	(factor recomendado)									
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 416.54 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p + f)}$		Rmin. = 59.84 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
16	300	301	40	67.3	18.4	416.54	59.84	OK	3.89%	2%	OK
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">x</span> </div>											
Ubicación			:			Km. 301+600.					
Causa de accidentes			:			Exceso de Velocidad.					
Diseño geométrico			:			Conforme.					

✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 17 (TCA N° 17).

REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA											
<b>DATOS</b>											
$T =$	87.34 m.										
$\Delta =$	37 ° 30 ' 43 " = 37.5 °										
$Vd =$	40 Km/h.										
$p =$	4.50% (calculo topografico)										
$f =$	0.17 (factor recomendado)										
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 257.21 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 58.14 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
17	304	305	40	87.3	37.5	257.21	58.14	OK	4.50%	2%	OK
<div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%; margin-bottom: 5px;"> <span style="float: left; border: 1px solid black; padding: 2px;">x</span> </div>											
Ubicación			: Km. 304+200.								
Causa de accidentes			: Exceso de Velocidad.								
Diseño geométrico			: Conforme.								



✓ Tramo de concentración de Accidentes N° 18 (TCA N° 18).

<b>REPLANTEO Y CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA</b>											
<b>DATOS</b>											
$T =$	39.43 m.										
$\Delta =$	46 ° 14 ' 19 " = 46.2 °										
$Vd =$	40 Km/h.										
$p =$	3.20% (calculo topografico)										
$f =$	0.17 (factor recomendado)										
<b>CALCULOS</b>											
$T = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$		Despejando "R"									
$R = \frac{T}{\tan \left( \frac{\Delta}{2} \right)}$		Rcalc. = 92.36 m									
$R_{min} = \frac{V^2}{128 \times (p+f)}$		Rmin. = 61.88 m									
<b>RESUMEN</b>											
N° de TCA	Progresiva (Km)		Datos			Elementos geometricos					
	Inicio	Fin	V	T	$\Delta$	Rcal.	Rmin.	Cumple el "R"	Peralte calculado	Peralte mínimo	Cumple el "p"
18	307	308	40	39.4	46.2	92.36	61.88	OK	3.20%	2%	OK
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-bottom: 5px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✖</div>											
Ubicación			:			Km. 308+000.					
Causa de accidentes			:			Exceso de Velocidad.					
Diseño geométrico			:			Conforme.					

## CAPITULOV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- Se identificó 18 Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), mediante la metodología del Control de Calidad de la Tasa, siendo la más viable, ya que el cálculo se basa en el control de calidad de los análisis estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual. La metodología del Control de Calidad de la Tasa considera un Tramo de Concentración de Accidentes, aquellos sub tramos donde se producen 2 a más accidentes.
- Los elementos geométricos de las curvas en los TCA cumplen con lo indicado en el Manual DG -2001.
- Se identificó 13 tramos de concentración de accidentes mediante la metodología de número de accidentes, tasa de accidentes y numero – tasa, en los que considera Tramos de Concentración de Accidentes, aquellos sub tramos donde se producen 3 a más accidentes, que en particular no son las más viables.
- En el método del Índice de peligrosidad se concluye que el método no resulta, a priori, un procedimiento adecuado para la identificación de TCA, ya que no tiene en cuenta la distribución de los accidentes en la vía y solo contempla aquellos accidentes que registran víctimas.
- El flujo vehicular en la Vía los Libertadores desde el año 2007 al 2011 está en crecimiento, el mismo que asciende a 1'104,131.00, 701,078 y 1'074,179.00 vehículos durante el periodo de 5 años en los peajes de Pacra, Rumichaca y Socos respectivamente.
- Existen picos de flujo vehicular y mayor número de accidentes en los meses de abril, julio y diciembre, ello obedece a que en el mes de abril, se tiene un incremento de viajes por las festividades de semana santa, y los meses de julio y diciembre obedece a las vacaciones escolares y las festividades de fin de año. Así mismo existe una correlación significativa entre el flujo vehicular y número de accidentes en la vía.
- El Índice Medio Diarios Anual (IMDA), de la Vía en estudio asciende a 526 vehículos por día, por lo que se considera una Vía Nacional de segunda clase.
- En los diversos accidentes se carece de especialistas para definir la causa, motivo y responsabilidad de los accidentes de tránsito. Así mismo no se tiene sistematizado la cantidad de accidentes que se producen en las diferentes vías del País, y no se cuenta con un formato estandarizado de recojo de evidencias en accidentes de tránsito.
- Para mitigar los Tramos de Concentración de Accidentes, se tiene que elaborar un Plan de mitigación, a corto y largo plazo. El mismo que contempla la implementación de señales verticales y horizontales, para efecto a corto plazo y un

trabajo coordinado del Concejo Nacional de Seguridad Vial con las Entidad inmersas en Seguridad Vial, para efectos a largo plazo.

- Es necesario la implementación de un formato estandarizado de informe policial de accidentes de tránsito, que nos facilite la investigación adecuada de las causas que origina los accidentes de tránsito.

## **5.2 RECOMENDACION.**

- Implementar la Dirección de Seguridad Vial del Perú adscrita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que se encargue de elaborar el Plan de Seguridad Vial Participativo.
- Así mismo el Colegio de Ingeniero del Perú debe capacitar a profesionales en evaluación de accidentes de tránsito y hacer extensivo a las Instituciones encargadas de velar por la Seguridad Vial.
- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones debería implementar metodologías de cálculo de Tramos de Concentración de Accidentes, el mismo que deberán ser validadas en el País.
- El Ministerio de Transportes deberá Normar el Formato de Informe Policial de Accidentes de Tránsito.

## CAPITULO VI

### BIBLIOGRAFIA

1. Berardo, María Graciela. 2005. "Identificación de Tramos con Concentración de accidentes en Rutas Nacionales de la Provincias de Córdoba". Argentina.
2. Berardo, María Graciela. 2003. "límites de aplicación de métodos para identificación de tramos de concentración de accidentes provincias de Córdoba". Argentina.
3. Castro Medina, Ana. Alvarado Martínez, Israel; Carrillo Curier, Francisco. "Accidentes de tránsito terrestres: estudio sobre el peritaje. Editorial Porrúa". México. 1998.
4. Chávez Loaiza, Víctor. 2005. "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas". Instituto de Construcción y Gerencia. Lima. Perú.
5. Chia Ramírez, Luis. 2010. "Accidentes de Tránsito en el Perú ¿Casualidad o Causalidad?". MTC.
6. Chihuán Saúne, Carlos. 2011. "Accidentes de Tránsito II. PNP".
7. Dirección Nacional de Vialidad. 1999. "Estudio de Seguridad Vial. Tomo XII".
8. Dirección de Prevención de Accidentes de Tránsito. Ministerio de Gobierno. Provincia de Córdoba, 1999. Ley Provincial de Tránsito N°8560. Anexo C (art.72) Método de Análisis de Accidentes de Tránsito. Decreto 1993/99.
9. Gold Philip, Anthony. 1998. "Seguridad de Tránsito". Banco Interamericano de Desarrollo.
10. Hines William. W. 1998 Montgomery Douglas C. "Probabilidad y Estadística para Ingeniería" Compañía Editorial Continental S.A de C.V. México.
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Consejo de Transportes de Lima y Callao. Secretaria Técnica. 2007. "estudio de accidentes de tránsito en 27 comisarías de lima y callao –año 2005".
12. Ministerio de Gobierno. Poder Ejecutivo de la Provincia de Córdoba, 1999. Ley Provincial de Tránsito N°8560. Córdoba. Argentina.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2008. "Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial". Aprobado por la Resolución Ministerial N° 660-2008-MTC/02 – Perú.
14. Organismo Mundial de la Salud. 2009. "Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial".

15. Ramos Troche, Lizaida. 2007 “Methodology to Identify Hazardous Locations for Highways in Puerto Rico” University Of Puerto Rico.
16. Sabey y Taylor 1980 “The known risk is on the highway”. TRRL Supplementary Report SR 567.
17. Sayer I. A. 1994 “Accident Blackspot Investigation” Overseas Centre Transport Research Laboratory Crowthorne Berkshire United Kingdom.
18. Timana Rojas, Jorge A. 2005 “Técnicas Estadísticas de Predicción de Accidentes de Tránsito (I)”. Universidad de Piura.
19. Timana Rojas, Jorge A. 2005 “Técnicas Estadísticas de Predicción de Accidentes de Tránsito (II)”. Universidad de Piura.
20. Zambrana Gutiérrez, Luis Enrique. 2010 “Determinación de los sitios de mayor Accidentalidad vial en vehículos de motor de cuatro o más ruedas, área urbana del Municipio de León, año 2007” Tesis de Maestría en Ciencias con mención en Epidemiología Centro de Investigación en Demografía y Salud Facultad de Ciencias Médicas UNAN-León” – Nicaragua.