



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE
EN LA RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

TESIS:

**“RECOMENDACIONES PARA AUMENTAR LA SEGURIDAD VIAL
EN LA RED CARRETERA FEDERAL,
APLICANDO LA METODOLOGÍA iRAP”
(Caso de Estudio: Carretera Morelia – Jiquilpan).**

PRESENTA:

ING. DANTE ALEJANDRO DÍAZ ORTA

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE EN LA RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES**

ASESOR:

**DR. EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL
JAIME SAAVEDRA ROSALES**

CO-ASESOR:

M.C. JOSÉ MANUEL CÓRDOVA ALANIS



Dedicatoria:

A mis padres y mis hermanos Norma, Edgar y Juvenal; por su amor, cariño y apoyo, por ser el cimiento en la construcción de mi vida profesional y personal; por ser la base y pilar de todos mis éxitos. Gracias por confiar en mí.

Agradecimientos:

Al M.C. José Manuel Córdova Alanis, quien ha sido Jefe, Maestro, Compañero, pero sobre todo Amigo; por su gran apoyo pude estudiar el posgrado. Mil gracias por todo.

A mi sobrino Ricardo.

A todos mis grandes amigos, gracias por sus palabras de aliento cuando más las necesite.

A mis maestros formadores.

A mis compañeros de trabajo de la SCT.

A mis compañeros de grupo de la Maestría.

A todos aquellos que pusieron un grano de arena para poder llegar a la meta; desde prestar un libro, una nota, una asesoría, entre otras muchas cosas.

ÍNDICE

Resumen	i
Abstract	ii
Índice de Tablas, Figuras y Fotos	iii
Glosario	viii
Siglas y Abreviaturas	ix
Introducción	x
CAPÍTULO I.- LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO	1
1.1 ¿Qué es un Accidente?	1
1.2 ¿Qué es un Incidente?	1
1.3 Historia de los Accidentes de Tránsito	2
1.4 Factores que contribuyen a ocasionar accidentes de tránsito	5
1.5 La función de la Ingeniería	6
1.6 Tipos de Accidentes de Tránsito	6
1.7 Tipos de Víctimas	10
1.8 Clase de Accidente de Tránsito	10
1.9 Simbología para representar diagrama de colisiones	11
1.10 Estudio de accidentes de Tránsito	12
1.10.1 Aplicaciones	12
1.10.2 Sistema de Archivo	13
1.10.3 Reporte de Accidentes	13
1.11 Cálculo del Índice de Accidentes	15
CAPÍTULO II.- LA SEGURIDAD VIAL A NIVEL MUNDIAL	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Situación de la Seguridad Vial en el Mundo.....	20
2.2.1 Datos y Cifras	20
2.3 Situación de la Seguridad Vial en México.....	23
2.3.1 Accidentes de Tránsito según datos del INEGI	23
2.3.2 Accidentes de Tránsito según datos del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).....	25
2.4 Acciones para la prevención de accidentes	26
2.4.1 El Decenio de la Seguridad Vial	27
2.4.2 Finalidad y Objetivos específicos del Decenio de la Seguridad Vial	28
2.5 México ante el Decenio de la Seguridad Vial y las Acciones que está Emprendiendo	29
2.5.1 Acciones que se están emprendiendo para mejorar la seguridad vial a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	32
2.5.2 Análisis de la Información	41

CAPÍTULO III. EL SEÑALAMIENTO Y LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE VELOCIDAD 42

3.1	Introducción	42
3.2	Definiciones	42
3.3	Dispositivos de Control de Velocidad	48
3.3.1	Rayas Logarítmicas Realzadas	49
3.3.2	Vibradores	52
3.3.2.1	Vibrador de Botones	52
3.3.2.2	Vibrador Monolítico	53
3.3.3	Alertadores de Salida del Camino	53
3.3.4	Reductores de Velocidad (RV)	54
3.3.4.1	Forma y Dimensiones	55
3.3.4.2	Color	56
3.4	Selección y Ubicación de los Dispositivos para el control de Velocidad	57
3.4.1	Áreas de Conflicto	57
3.4.2	Sistemas de Control de Velocidad	58
3.4.3	Selección de Sistema	58
3.4.4	Distribución de los dispositivos en el Sistema	59
3.5	Métodos para Determinar la Velocidad de los Vehículos	61
3.5.1	Clasificación de los sistemas de Medida	61
3.5.2	Configuración del Sistema de Medida de Velocidad	61
3.5.3	Descripción de los principales Sistemas de medida	61
3.5.3.1	Procedimientos Manuales	61
3.5.3.2	Ventajas e inconvenientes de los procedimientos manuales	62
3.5.3.3	Método del Vehículo Flotante	62
3.5.3.4	Medida de la velocidad instantánea mediante detectores	63
3.5.3.5	Medida directa de la velocidad instantánea	64

CAPÍTULO IV. PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS iRAP 65

4.1	Generalidades	65
4.2	Objetivos de iRAP	66
4.3	Metodología iRAP	66
4.4	Clasificación por Estrellas	67
4.4.1	Tipos de Inspección Vial	68
4.4.2	Procesamiento y Reducción de Datos	71
4.4.3	Atributos	72
4.4.4	Captura de Atributos y Reducción de Datos	74
4.5	Portal Vida iRAP	75
4.5.1	Plan de Inversión para carreteras más seguras	77
4.5.2	Contramedidas Recomendadas por iRAP	83
4.5.3	Ubicación de Contramedidas	84

CAPÍTULO V. CASO DE ESTUDIO CARRETERA MORELIA – JIQUILPAN 86

5.1 Introducción	86
5.2 Composición Vehicular	87
5.3 Clasificación por estrellas de la Carretera Morelia – Jiquilpan y contramedidas para aumentar la clasificación por estrellas	88
5.4 Análisis del tipo de Barrera en orilla de la corona (defensa metálica) requerida	92
5.4.1 Aspectos importantes a cuidar en las barreras de orilla de la corona	95
5.5 Validación de Contramedidas 97	
5.5.1 Revisión de la contramedida “Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras)”	98
5.5.2 Revisión de la contramedida “Bandas de Alerta en Acotamiento”	102
5.5.3 Revisión de la contramedida “Colocación de barrera en la orilla de la corona lado del conductor y lado del copiloto”	103
5.5.4 Revisión de la contramedida “Delineación” (Señalamiento Horizontal)	113
5.5.5 Revisión de la contramedida “Delineación” (Señalamiento Vertical)	125
5.6 Revisión de elementos que iRap no evalúa y que inciden en la seguridad vial	155
5.7 Análisis de Accidentes y detección de zonas de conflicto	156
5.8 Implementación de dispositivos de control de velocidad	173
5.9 Análisis de sitios con mayor riesgo de accidentes de acuerdo a la metodología iRAP	180
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	183
6.1 Recomendaciones	183
6.1.1 Barrera de protección en la orilla de la corona existente	184
6.1.2 Señales Verticales Existentes	187
6.2 Conclusiones	189
Bibliografía	191

RESUMEN

La Seguridad Vial es un tema prioritario en la agenda de la Organización Mundial de la Salud por tratarse de una de las primeras causas de mortalidad en los países integrantes (México es integrante de la organización), principalmente en las personas ubicadas en el grupo de 5 a 44 años, responsable anualmente de 142,252 muertes y un número estimado de lesionados de más de 5 millones.

Por tal razón, en el año 2010, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas proclamó el periodo 2011-2020 como “Decenio de Acción para la Seguridad Vial”, con el objeto de estabilizar y reducir las cifras previstas de víctimas mortales en accidentes de tránsito en todo el mundo.

México para cumplir con este compromiso, realizó un convenio con una Organización Internacional, (con iRAP), para evaluar el nivel de seguridad de algunas carreteras federales, proponiendo medidas de mejora para incrementar su nivel de seguridad y con ello reducir el número de muertos y lesionados, ocasionados por accidentes de tránsito.

Esta investigación se enfoca en la realización de un caso práctico en una carretera federal en el Estado de Michoacán, donde se analizan algunas contramedidas que pueden ayudar a incrementar el nivel de seguridad de los usuarios al transitar por el camino, estas medidas tienen la característica de ser económicas y fáciles de implementar; que de ser implementadas se daría una contribución para la reducción del número de muertos y lesionados graves en nuestro País.

PALABRAS CLAVE:

Coefficiente de Fricción

Contramedida

Gatillador

IRI

Norma Oficial Mexicana (NOM)

Rodenas

Traumatismo:

ABSTRACT

Road safety is a priority issue on the agenda of the World Health Organization, because it's one of the leading causes of mortality in most countries (México is member of this Organization), mainly in people between ages 5 to 44. It is also responsible for an annual estimated of 142,252 deaths and 5 million injured.

For this reason, in 2010, the General Assembly of the United Nations proclaimed the period 2011-2020, as the Decade of Action for Road Security, in order to stabilize and reduce the number of victims in mortal transit accidents around the world.

In order for Mexico to meet this commitment. Mexico, made an agreement with the International Organization to assess the safety level of some federal highways, proposing measures for improvements to increase the security level and therefore reduce the number of deaths and injuries caused by transit accidents.

This research focuses on a case based on a federal highway in the state of Michoacan, where some countermeasures are analyzed, to help us increase the safety level of users that transit the highway. These measures have the main characteristic to be economical and easy to implement; which if implemented they'll contribute to reduce the number of deaths and serious injuries in our country.

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y FOTOS

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 2.1	Principales causas de muerte por grupos de edad en el mundo, 2004	19
Tabla 2.2	Defunción de muerte por traumatismos causados por el tránsito basada en un plazo de 30 días desde el accidente hasta su defunción.	21
Tabla 2.3	Países de acuerdo a su nivel de ingreso	22
Tabla 2.4	Accidentes en México según datos del INEGI	23
Tabla 2.5	Víctimas en accidentes de Tránsito del año 2004 al 2013	24
Tabla 2.6	Accidentes de tránsito en el año 2012	25
Tabla 3.1	Clasificación funcional del señalamiento vertical	45
Tabla 3.2	Separación entre rayas con espaciamiento logarítmico	50
Tabla 3.3	Clasificación de los Vibradores	52
Tabla 3.4	Grupos de Conflicto Típicos	57
Tabla 3.5	Sistemas de Control de Velocidad	58
Tabla 5.1	Características físicas del tramo.	87
Tabla 5.2	TDPA y composición vehicular	88
Tabla 5.3	Contra medidas propuestas por iRap para aumentar la clasificación por estrellas	91
Tabla 5.4	Niveles de contención mínimos según las características del tránsito y velocidad de operación.	92
Tabla 5.5	Barreras de orilla de corona aprobadas por la Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras que se utilizan con mayor frecuencia	94
Tabla 5.6	Factores de riesgo para ocupantes de vehículo	98
Tabla 5.7	Barrera de protección en la orilla de la corona existente	109
Tabla 5.8	Tramos donde se requiere instalar barrera de protección en la orilla de la corona de manera urgente.	112
Tabla 5.9	Entronques, intersecciones o bifurcaciones, en las cuales faltan Rayas Canalizadoras (Rayas M-5)	117
Tabla 5.10	Evaluación de rayas con espaciamiento logarítmico	118
Tabla 5.11	Sitios en curva donde hacen falta indicadores de alineamiento	124
Tabla 5.12	Señales existentes deterioradas y/o que no cumplen con la normatividad.	126
Tabla 5.13	Señales preventivas faltantes en sentido 1 y 2.	153
Tabla 5.14	Sitios donde se tienen que redondear guarniciones.	155
Tabla 5.15	Accidentes y saldos de la carretera Morelia – Jiquilpan	156
Tabla 5.16	Clasificación de accidentes	156
Tabla 5.17	Sitios con mayor ocurrencia de accidentes en los años 2012 a 2014, con las condiciones físicas del sitio y una posible acción de solución.	168
Tabla 5.18	Sitios donde se proponen Sistemas de Control de Velocidad	178

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1.1	Coche de la señora Metos, tras accidente. Virginia 1923	3
Figura 1.2	Sacando el coche de Mc Lennan del agua, 1923	3
Figura 1.3	Coche de Henry A. Thayer. Accidente de 1925	4
Figura 1.4	Primeras pruebas de radar en Sidney, 1954.	4
Figura 1.5	Simbología para representar diagrama de colisiones	11
Figura 1.6	Formato para realizar levantamiento de accidentes	14
Figura 2.1	Defunciones de tránsito por nivel de ingresos.	21
Figura 2.2	Logo del Decenio de la Seguridad Vial (ONU)	28
Figura 3.1	Señalamiento horizontal	43
Figura 3.2	Señales Verticales	44
Figura 3.3	Rayas con espaciado logarítmico para una velocidad de entrada de 60 km/hr y velocidad de salida de 40 km/hr.	51
Figura 3.4	Distribución de botones metálicos en zona de vibradores	52
Figura 3.5	Vibrador Monolítico	53
Figura 3.6	Alertadores de salida del camino	54
Figura 3.7	Dimensiones del reductor de velocidad	55
Figura 3.8	Color de los reductores de velocidad	56
Figura 3.9	Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad	60
Figura 4.1	Logo iRAP	65
Figura 4.2	Proceso de la inspección vial, la Calificación por Estrellas y los Planes de Inversión para Vías Más Seguras del iRAP.	67
Figura 4.3	Sistema de Clasificación por estrellas.	68
Figura 4.4	Elementos de Infraestructura vial en tramo carretero de África.	71
Figura 4.5	Atributos que evalúa iRap para realizar la clasificación por estrellas	73
Figura 4.6	Visor panorámico. Carretera Morelia – Quiroga	74
Figura 4.7	Software de captura de atributos para realizar la clasificación por estrellas.	75
Figura 4.8	Portal Vida – iRap	76
Figura 4.9	Clasificación por estrellas en México, para ocupantes de Vehículo	76
Figura 4.10	Clasificación por estrellas de carreteras evaluadas en el Estado de Michoacán en 2012	77
Figura 4.11	Ejemplo de Gatilladores utilizados por iRAP	80
Figura 4.12	Ubicación de contramedida “Implementación de barrera central en carreteras de más de un carril por sentido”.	84
Figura 4.13	Clasificación por estrellas después de aplicar las contramedidas	85
Figura 5.1	Carretera: Morelia – Jiquilpan.	86
Figura 5.2	Sección tipo predominante	86
Figura 5.3	Clasificación por estrellas de la carretera. Morelia – Jiquilpan, clasificación por mapa	89
Figura 5.4	Clasificación por estrellas de la carretera: Morelia – Jiquilpan, clasificación por tabla	89
Figura 5.5	Porcentaje de clasificación, respecto a la longitud total para ocupantes de vehículos	90
Figura 5.6	Altura de la barrera metálica de protección	95

Figura 5.7	Secciones terminales sencillas	96
Figura 5.8	Sección terminal aterrizada	96
Figura 5.9	Ubicación de postes de km de campo en google earth	97
Figura 5.10	Ubicación de contramedida	98
Figura 5.11	Ubicación de contramedida	99
Figura 5.12	Ubicación de contramedida	99
Figura 5.13	Zonas donde se propone eliminar obstáculos (árboles)	100
Figura 5.14	Clasificación del camino con una estrella, debido a objetos peligrosos en la orilla del arroyo vial, entre otros factores	100
Figura 5.15	Ejemplo de un tramo de evaluación, e identificación de sitios de barrera en orilla de la corona.	103
Figura 5.16	Sitios donde se propone mejorar el señalamiento horizontal	114
Figura 5.17	Ubicación y representación de señales preventivas existentes	152
Figura 5.18	Ausencia de señales preventivas en curva	152
Figura 5.19	Porcentaje de accidentes del 2012 de acuerdo a su tipo.	157
Figura 5.20	Porcentaje de accidentes del 2013 de acuerdo a su tipo	157
Figura 5.21	Porcentaje de accidentes del 2014 de acuerdo a su tipo	158
Figura 5.22	Accidentes por km ocurridos en el año 2012	159
Figura 5.23	Accidentes por km ocurridos en el año 2013	162
Figura 5.24	Accidentes por km ocurridos en el año 2014	165
Figura 5.25	Vista en planta de la intersección del km 13+000	170
Figura 5.26	Intersecciones	172
Figura 5.27	Ubicación en planta de accidentes.	173
Figura 5.28	Sistema de control de velocidad 6B para pendiente pronunciada descendente	174
Figura 5.29	Zona de colisión entre vehículos km 193+000 al km 195+000	174
Figura 5.30	Zona de accidentes del km 27+000 al km 28+000	176
Figura 5.31	Zona de accidentes del km 69+000 al km 70+000	176
Figura 5.32	Zona de accidentes del km 90+000 al km 92+000	176
Figura 5.33	Sistema de control de velocidad 4B para curva cerrada	177
Figura 5.34	Distancia VS clasificación por estrellas	180
Figura 5.35	Ubicación de sitios con mayor puntaje	181
Figura 5.36	Ubicación de sitios con menor puntaje (3 estrellas).	182
Figura 5.37	Tramo clasificado por iRAP con 3 estrellas.	182
Figura 6.1	Nota del periódico Provincia, del 27 de abril del 2014.	186
Figura 6.2	Señalamiento preferente por utilizar	188

RELACIÓN DE FOTOS

Foto 2.1	Exterior del Vehículo de alto rendimiento, tipo Van.	35
Foto 2.2	Exterior del Vehículo de alto rendimiento, tipo Van.	35
Foto 2.3	Interior de Vehículo de alto rendimiento, Tipo Van.	36
Foto 2.4	Interior de Vehículo de alto rendimiento, Tipo Van.	36
Foto 2.5	Equipo Mu Meter, remolcado por camioneta	36
Foto 2.6	Equipo Mu Meter, remolcado por camioneta	36
Foto 2.7	Computadora para registrar las mediciones	36
Foto 2.8	GPS para georeferenciar la información del Mu Meter.	36
Foto 2.9	Deflectómetro Dynatest remolcado por vehículo.	37
Foto 2.10	Deflectómetro Dynatest remolcado por vehículo.	37
Foto 2.11	Computadora donde se registran las lecturas	37
Foto 2.12	Madrina del vehículo.	37
Foto 2.13	Vista general del curviametro	38
Foto 2.14	Vista general del curviametro	38
Foto 2.15	Centro de carga para el levantamiento de la información	39
Foto 2.16	Cámara trasera	39
Foto 2.17	Computadora para monitoreo y verificación de la información recabada por los sensores y cámaras instaladas.	39
Foto 2.18	Computadora para monitoreo y verificación de la información recabada por los sensores y cámaras instaladas	39
Foto 2.19	Equipo de mando para la operación	39
Foto 2.20	Vehículo en operación	39
Foto 2.21	Vista general	40
Foto 2.22	Vista general	40
Foto 2.23	Sensores con los que cuenta el vehículo	40
Foto 2.24	Cámaras con las cuenta el vehículo para la toma de imágenes	40
Foto 2.25	Cámaras con las cuenta el vehículo para la toma de imágenes	40
Foto 4.1	Vehículo tipo Van para la recopilación de información, cuenta con torretas de protección color ámbar	69
Foto 4.2	Servidor para guardar información.	70
Foto 4.3	Cámara Trasera	70
Foto 4.4	Equipo de cómputo	70
Foto 4.5	Sensores laser dinámicos con cámaras fotográficas, para determinar IRI, Deterioros y Deflexiones.	70
Foto 4.6	Computadoras para monitoreo	71
Foto 4.7	Computadora portátil, para inventario de elementos de la infraestructura y GPS.	71
Foto 5.1	Sitio de implementación	98
Foto 5.2	Sitio de implementación	99
Foto 5.3	Sitio de implementación	99
Foto 5.4	Postes cercanos a la orilla del camino, en zona urbana	101
Foto 5.5	Sección actual del camino, sin acotamiento.	102
Foto 5.6	Tramo donde existe barrera de protección	104

Foto 5.7	Tramo donde no se puede instalar barrera, propuesta por iRap	104
Foto 5.8	Sitio donde iRap, propone barrera de protección y que se requiere instalar.	105
Foto 5.9	Barrera de protección en mal estado.	105
Foto 5.10	Sitios donde hace falta instalar barrera de protección en la orilla de la corona lado derecho en ambos casos.	112
Foto 5.11	Sitios donde hace falta instalar barrera de protección en la orilla de la corona lado derecho en ambos casos.	112
Foto 5.12	Rayas horizontales en buen estado.	114
Foto 5.13	Rayas horizontales en buen estado.	114
Foto 5.14	Rayas horizontales en buen estado	115
Foto 5.15	Rayas horizontales en buen estado	115
Foto 5.16	Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).	115
Foto 5.17	Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).	115
Foto 5.18	Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).	116
Foto 5.19	Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).	116
Foto 5.20	Ejemplo de zonas en donde si contiene rayas canalizadoras (Raya M-5).	116
Foto 5.21	Ejemplo de zonas en donde si contiene rayas canalizadoras (Raya M-5).	116
Foto 5.22	Líneas con espaciamiento logarítmico y reductor de velocidad.	118
Foto 5.23	Líneas con espaciamiento logarítmico y reductor de velocidad.	118
Foto 5.24	Ejemplos de indicadores de alineamiento (OD-6) existentes y faltantes	123
Foto 5.25	Ejemplos de indicadores de alineamiento (OD-6) existentes y faltantes	123
Foto 5.26	Señales de información general fuera de norma	149
Foto 5.27	Señales de información general fuera de norma	149
Foto 5.28	Señales informativas de recomendación fuera de norma	149
Foto 5.29	Señales informativas de recomendación fuera de norma	149
Foto 5.30	Señales dañadas	150
Foto 5.31	Señales dañadas	150
Foto 5.32	Señales informativas de destino, fuera de norma	150
Foto 5.33	Señales informativas de destino, fuera de norma	150
Foto 5.34	Señales de destino fuera de norma y dañadas	151
Foto 5.35	Señales de destino fuera de norma y dañadas	151
Foto 5.36	Guarniciones en retornos que funcionan como rampas	155
Foto 5.37	Guarniciones en retornos que funcionan como rampas	155
Foto 5.38	Intersección del km 13+000	170
Foto 5.39	Intersección km 129+800	171
Foto 5.40	Intersección km 129+800	171
Foto 5.41	Acceso a restaurant en km 137+440	172
Foto 5.42	Acceso a estación de servicio ubicada en el km 138+540	172
Foto 5.43	Pendiente pronunciada km 194+000	175
Foto 6.1	Barreras de protección no cumplen con altura de 55cm	184
Foto 6.2	Barrera de protección en orilla de la corona no cumple con altura	184
Foto 6.3	Barrera de protección sin terminación.	185
Foto 6.4	Barreras de protección sin terminación.	185
Foto 6.5	Barrera de protección aterrizada en su inicio	187

G L O S A R I O

Coeficiente de Fricción: Es la resistencia al deslizamiento entre las llantas de un vehículo y el pavimento, es considerada la condición más desfavorable en la que el pavimento se encuentra mojado. La medida de la fricción está en función de la velocidad y cantidad de agua que exista sobre el pavimento, además del tipo y estado del pavimento.

Contramedida: Dentro de la metodología iRAP, es la propuesta de realizar una acción a la infraestructura de un camino, para mejorar sus condiciones de seguridad vial.

Gatillador: Es un pre-requisito para que se cumpla una condición de aplicar una contramedida.

IRI: Índice de Rugosidad Internacional (por sus siglas en inglés), está relacionado con la calidad de manejo que proporciona el pavimento (comfort). Es también un indicador de las condiciones de seguridad, y se utiliza en el cálculo de los costos de operación vehicular y en algunos métodos de proyecto de pavimentos.

Norma Oficial Mexicana (NOM): Son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Rodera: Son deformaciones plásticas en la superficie de rodamiento de un pavimento asfáltico, que se presentan a lo largo de la zona de mayor incidencia de los neumáticos de vehículos pesados. Usualmente aparece como una depresión longitudinal con ligero levantamiento lateral del material asfáltico.

Traumatismo: Lesión o daño de los tejidos orgánicos o de los huesos, producido por algún tipo de violencia externa, como un golpe, una torcedura u otra circunstancia.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

DGST	Dirección General de Servicios Técnicos
DMI	Instrumento Electrónico de Medición de Distancia.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
iRAP	International Road Assessment Programme (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras)
IRI	Índice Internacional de Rugosidad
NC	Nivel de Contención
NIT	Normativa para la Infraestructura del Transporte.
NOM	Norma Oficial Mexicana
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PF	Policía Federal
PIB	Producto Interno Bruto
PR	Profundidad de Rodera
RCF	Red Carretera Federal
RV	Reductor de Velocidad
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SCV	Sistema de Control de Velocidad
SEMIC	Servicios Mexicanos de Ingeniería Civil
TDPA	Tránsito Diario Promedio Anual

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo tiene la finalidad de que con algunas recomendaciones económicas, aplicadas a la infraestructura de las carreteras, se cuente con caminos más seguros y que al transitar un usuario a través de estos, en caso de que tengan un accidente, no pierda la vida o los accidentes que ocurran sean con las lesiones menores posibles. La conducta del ser humano no es materia de estudio del presente trabajo, enfocándose el estudio a las condiciones de infraestructura con las que cuenta un tramo carretero, ya que son obras de ingeniería que deben de ofrecer las condiciones mínimas de seguridad vial; puesto que en las manos del ingeniero civil dedicado al proyecto, diseño, construcción y conservación de las carreteras, se encuentra la seguridad de muchos usuarios que hacen uso de algo tan indispensable para el desarrollo de una comunidad o país, como lo es un camino.

Para ello, el trabajo fue desarrollado en seis capítulos. En el capítulo uno, se realiza una investigación de la historia de los accidentes de tránsito, ya que en los libros de texto no se cuentan con referencia de estos, la historia es una parte importante para conocer el por qué los accidentes van en aumento; se enuncian algunos factores que son causa de los accidentes y la función que tiene la ingeniería sobre estos.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de los accidentes de tránsito a nivel mundial y de las cifras con las que cuenta México, así como el Estado de Michoacán, y finalmente se realiza una breve recopilación de las acciones que México, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, está tomando para disminuir los índices de accidentes.

En el capítulo tercero, se encuentra el estado del arte de los distintos elementos de señalización y los dispositivos de control de velocidad; estos elementos serán analizados para mejorar las condiciones de seguridad vial. Los dispositivos de control de velocidad, por definición, ayudan a reducir el número de accidentes en aquellas zonas donde no se cuenta con semáforos o de la ausencia de autoridades de tránsito que permitan regular la velocidad en aquellos sitios en que se han presentado varios accidentes.

Dentro del capítulo cuarto, se detalla en qué consiste la metodología del Programa Internacional de Carreteras (iRAP), la forma en que se obtiene la información de campo, su proceso y la clasificación de los tramos; para clasificar un tramo se asigna un puntaje que representa el riesgo de que un usuario sufra un accidente o pierda la vida por las condiciones de infraestructura del sitio; iRAP realiza la clasificación mediante estrellas, la cual va desde una estrella, que representaría un alto riesgo de que ocurra un accidente, hasta cinco estrellas que sería una carretera con las mejores condiciones de seguridad. En base a esa clasificación, el iRAP, propone se implementen algunas contramedidas para elevar la clasificación por estrellas o su nivel de seguridad, estas son analizadas en el capítulo quinto.

En el capítulo quinto, se muestra un análisis detallado de algunas contramedidas que el iRAP propone, en particular en la Carretera Federal: Morelia – Jiquilpan; se analiza el tipo de barrera de protección en la orilla de la corona (defensa metálica), realizando un inventario con GPS y enlistando los sitios donde existe la barrera y proponiendo de manera puntual en que sitios se requiere de manera urgente; se realizó un inventario de los elementos de señalamiento existente, evaluando sus condiciones físicas así como la ausencia de este. Como complemento de la información de iRAP y de las visitas realizadas al tramo, se realizó un análisis de la estadística de accidentes que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes dispone, para analizar la congruencia de las propuestas y recomendaciones realizadas, y para verificar la necesidad de que se implementen las recomendaciones contenidas en este capítulo; la estadística de accidentes también sirvió como base para encontrar puntos donde ocurren en un mismo sitios varios accidentes y con ellos proponer mejoras a la infraestructura.

Finalmente en el capítulo sexto, se enlistan todas las recomendaciones que fueron el resultado del análisis realizado, sugiriendo que este documento sirva de base para realizar un análisis similar en más tramos carreteros, para brindar información en materia de seguridad vial a las dependencias que tienen la encomienda de conservar las carreteras de nuestro Estado.

Las recomendaciones que se hacen, así como los análisis efectuados fueron realizadas y propuestas con coordenadas geográficas, generando archivos que pueden ser cargados en google earth, para conocer de manera puntual las zonas que requieren las diferentes mejoras.

CAPÍTULO I.- LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.

1.1 ¿Qué es un Accidente?

De acuerdo con el Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española, accidente se define a un suceso eventual o acción en que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas. Cuando uno de los factores que contribuyen a producir un accidente es la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dice que el accidente es de tránsito. (Principios de Ingeniería de Tránsito. Dr. Guido Radelat, 2003).

Comúnmente se acepta la palabra “accidente”, el cual alude a un evento en el cual se involucran uno o más vehículos de transporte, en una colisión que ocasiona daños a la propiedad, lesiones o la muerte. El término “accidente” implica un evento aleatorio, que ocurre sin razón aparente, esto es, “simplemente ocurrió”. ¿Alguna vez ha estado en una situación en la cual ocurrió algo que no fue intencional?. Su reacción inmediata pudo haber sido “lo siento fue sólo un accidente”.

En lo general, un accidente es considerado como un producto de la casualidad, desgracia, contratiempo, catástrofe, infortunio, desventura o cualquier otra situación relacionada al azar, a lo inevitable, también se piensa que poco se puede hacer para prevenirlos o evitarlos. Sin embargo, la definición de accidente desde el punto de vista de la seguridad vial tiene un sentido totalmente distinto, pues se define como “evento en el cual uno o más vehículos colisionan, ocasionando daños a la propiedad, lesiones o muerte. Dicho evento es aleatorio pero su probabilidad de ocurrencia puede ser minimizada mediante modificaciones del comportamiento del usuario, diseño del vehículo, geometría del camino o ambiente de viaje”.

Las organizaciones internacionales dedicadas a aspectos de seguridad en carreteras han sugerido reemplazar la palabra “accidente” por la palabra “choque o siniestro”, porque choque o siniestro implica que la colisión pudo haberse evitado o minimizado su efecto mediante la modificación del comportamiento del conductor, del diseño del vehículo, la geometría del camino o las condiciones del medio ambiente. La palabra “choque” no es una terminología universalmente aceptada en todas sus modalidades del transporte, y es muy común en el contexto de incidentes de tránsito y en el de carreteras. Para fines de esta investigación adoptaremos accidente como la palabra más apropiada.

1.2 ¿Qué es un Incidente?

Haciendo referencia nuevamente al Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española, define un incidente como:

- *Que sobreviene en el curso de un asunto o negocio y tiene con este algún enlace.*
- *Disputa, riña, pelea entre dos o más personas.*
- *En un proceso, cuestión distinta de la principal, pero relacionada con esta, que se resuelve a través de un trámite especial.*

En muchas ocasiones al hablar del evento de un vehículo o colisión entre estos, donde resultan daños o lesiones, se afirma que ocurrió un incidente; sin embargo como se mencionó en la definición, esta no alude a un hecho que tenga que ver con vehículos, por lo que para fines de esta investigación no se considera adecuado llamar "incidente" a los accidentes de tránsito. Un accidente puede ser la causal de que ocurra una riña entre las personas (incidente); pero no se debe confundir o igualar los términos "accidente" con "incidente" ya que se refiere a dos cosas distintas.

1.3 Historia de los Accidentes de Tránsito.

El alemán Karl Benz fue el inventor del automóvil allá por el año 1886. Los automóviles o coches de Benz alcanzaban como máximo los 20 km por hora y consumían mucho más combustible que los coches de ahora a la misma velocidad. La gasolina se vendía en farmacias y en pequeñas cantidades.

El primer accidente de tráfico se produjo en 1896 en Irlanda cuando Mary Ward falleció tras caer de un vehículo, con motor a vapor, diseñado por su primo.

En el Reino Unido, **el primer peatón fallecido al ser atropellado** por un coche con motor de combustión fue Bridget Driscoll en el año 1896, a la "gran velocidad" de 7 km por hora.

La primera gasolinera se construyó en Seattle en el año 1907. Era propiedad de la compañía Standard Oil de California.

Los automóviles empezaron a popularizarse en 1910, cuando Henry Ford introdujo la fabricación en cadena con el consiguiente abaratamiento de los precios. Con el auge del automóvil empezaron los accidentes.

Otro accidente del que se tiene constancia es el de la señora Metos, en Virginia en el año de 1923. La policía cree que la señora Metos estaba conduciendo el coche en el momento del accidente, tanto ella como la señora Holland declararon que un hombre cuyo nombre desconocían era quien conducía. Según la policía, el accidente fue el resultado de una fiesta nocturna que comenzó a la 1:00 de la madrugada. Cuando la máquina, un turismo, viajaba a gran velocidad en dirección a Virginia chocó contra un muro y cayó a las puntiagudas rocas que estaban debajo. Otras tres personas estaban en el coche además de la señora Holland. Dos sufrieron heridas leves mientras que el conductor de la máquina, cuya identidad la policía no pudo establecer, salió ileso.



Figura 1.1 Coche de la señora Metos, tras accidente. Virginia 1923
(Fuente: www.blog_accidentes_coches_antiguos.html).

Otro accidente histórico ocurrió cuando dos hombres se ahogaron y se salvó el conductor, McLennan. En la investigación oficial, los policías declararon que habían oído alcohol en el aliento de McLennan. Aunque McLennan admitió que había tomado "una copa de vino" culpó del accidente al volante que estaba defectuoso. Fue acusado de homicidio involuntario pero al final fue absuelto de todos los cargos. Murió el 7 de julio de 1927 como consecuencia de las heridas sufridas en otro accidente de tráfico cuando su coche chocó con el del detective Arthur T. Fihelly. Una vez más hubo informes de alcohol en su aliento después del accidente, pero la investigación no llegó a la conclusión de que había estado conduciendo bajo la influencia de bebidas alcohólicas.



Figura 1.2 Sacando el coche de Mc Lennan del agua, 1923
(Fuente: www.blog_accidentes_coches_antiguos.html)

Henry A. Thayer, jefe de la División de Suministros de la oficina de los veteranos de EE.UU y su hija Lois Virginia Macías, murieron cuando el automóvil sedán en el que viajaban atravesó la barandilla de protección del puente de la avenida Connecticut Klinge de Washington, cayendo 75 metros hasta el arroyo que estaba debajo. El coche es un Nash 625 de 1924.



Figura 1.3 Coche de Henry A. Thayer. Accidente de 1925
(Fuente: www.blog_accidentes_coches_antiguos.html).

La vigilancia del tráfico se hizo más sofisticada en 1954, cuando la policía de Sidney introdujo por primera vez equipos de radar para la detección de vehículos a alta velocidad. La figura 1.4 muestra un radar visible en la parte trasera de un coche de policía durante las pruebas en la Universidad de Sydney. Se necesitaban dos agentes para operar el radar y había una pantalla de detección en la parte trasera y un medidor de velocidad de grabación en el interior del coche de la policía. En ese momento, el límite de velocidad en zonas urbanizadas de Sídney era de 48 km por hora.



Figura 1.4 Primeras pruebas de radar en Sidney, 1954.
(Fuente: www.blog_accidentes_coches_antiguos.html).

1.4 Factores que contribuyen a ocasionar accidentes de tránsito.

Los factores contribuyentes en los distintos accidentes se pueden dividir en los siguientes grupos:

- El factor humano
- El factor vehículo
- Factor vía
- Factor Social.

El factor humano se refiere a todos los factores vinculados al comportamiento humano involucradas en el accidente.

El factor vehículo se refiere a las inadecuaciones en el estado operacional de los vehículos envueltos en el accidente. Puede deberse a varios factores como la falta de mantenimiento, ya que puede existir falla en los frenos, neumáticos desgastados, problemas en la dirección hidráulica, parabrisas empañados, entre otros.

El factor vía se refiere a todos los factores vinculados directamente con las características de la señalización, condiciones superficiales de la capa de rodadura, el peralte o sobreelevación inadecuada en las curvas, obstáculos sobre el camino o cercanos a este, vegetación cubriendo las señales, falta de defensas de contención, etc.

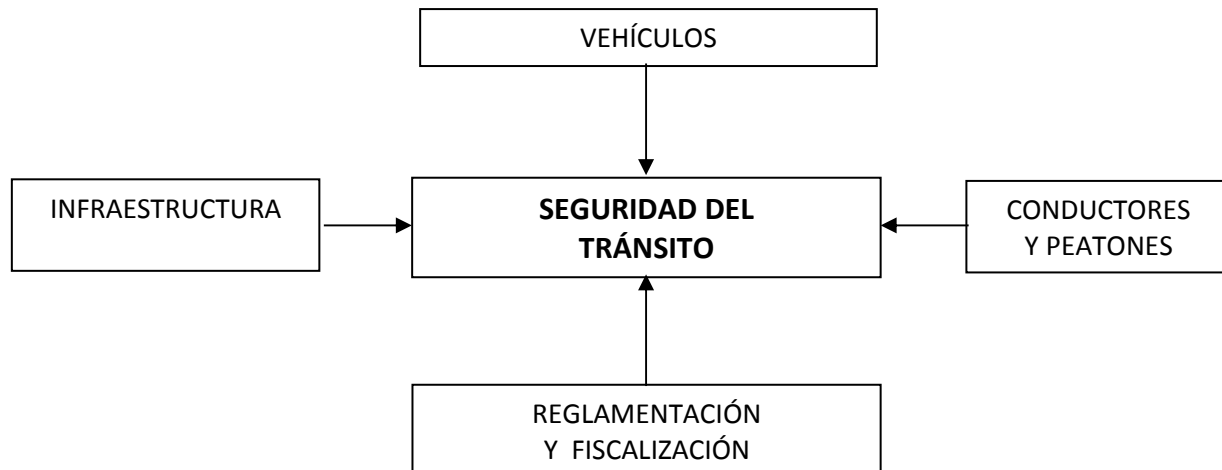
El factor social se refiere al respeto de los diferentes señalamientos en el camino, enfocado más a una educación vial donde cualquier usuario de un camino, tenga respeto por las distintas restricciones y reglamentaciones.

Cuando se buscan medidas correctivas para estos problemas, es recomendable considerar los siguientes grupos:

- Factores vinculados al proyecto, a la construcción del camino y sus áreas de influencia. Se incluyen dentro de estos factores falta de distancia de parada o visibilidad ante los obstáculos y el peralte o sobreelevación en las curvas, éstos se consideran factores permanentes.
- Factores vinculados al mantenimiento del camino. Se refiere principalmente al estado del pavimento (si esta liso o presenta baches), también entran dentro de estos factores la mala señalización o la falta de señales.
- Factores vinculados a la naturaleza, dentro es estos factores se puede mencionar las características climatológicas como es la lluvia, zonas de niebla o incluso el transitar por la noche.
- Factores de Legislación, destacan la reglamentación y fiscalización de la policía o autoridades de tránsito. En general estos factores no son considerados para el análisis de accidentes y puntos de conflicto.

1.5 La función de la Ingeniería.

En la siguiente figura se muestran cuatro elementos básicos donde la ingeniería influye de manera preponderante y cuyas condiciones en cualquier instante son fundamentales para la seguridad del tránsito.



En general, el mejoramiento de los elementos anteriores debe de aumentar la seguridad. Las posibilidades incluyen: mejor educación en los conductores y peatones; mejor mantenimiento de los vehículos, mejor geometría y señalización en el camino y el control policial más riguroso en lo que respecta al cumplimiento de las normas viales.

Como resultado y resumen de las categorías anteriores se puede mencionar:

- 1.- La educación vial reduce los errores en la circulación.
- 2.- La aplicación de la ley reduce los errores deliberados.
- 3.- La infraestructura reduce los riesgos de una colisión y las consecuencias, si es que ocurre.
- 4.- Los vehículos reducen el impacto en el evento en caso de ocurrir una colisión.

1.6 Tipos de Accidentes de Tránsito.

Colisión con vehículo automotor: Encuentro violento, accidental o imprevisto de dos o más vehículos en una vía de circulación, del cual resultan averías, daños, pérdida parcial o total de vehículos o propiedades así como lesiones leves y/o fatales a personas. Puede ser lateral, frontal, por alcance o por cambio de carril.

Colisión frontal: Las colisiones frontales generalmente son las más graves entre los tipos de colisiones de vehículos. Es usual que la combinación de masa y velocidad de los vehículos conlleve a consecuencias graves o fatales para los ocupantes del vehículo.

La posibilidad de sobrevivir a una colisión frontal se reduce, aun en los autos más modernos, si el vehículo va a una velocidad superior de 70 km/h. En caso de vehículos

más viejos o en colisiones de varios vehículos de diferente tamaño, la posibilidad es aún menor a velocidades mucho más bajas.

Este tipo de colisión ocurre cuando un vehículo sale de su carril y entra en el carril del vehículo que viene en sentido contrario. Entre las causas directas de las colisiones frontales tenemos:

- Fatiga o adormecimiento del conductor
- Conducción bajo los efectos del alcohol, drogas o medicamentos
- Errores por adelantar a un vehículo, incluida la equivocación al juzgar la velocidad del vehículo que se aproxima
- Falta de cálculo respecto al pronunciamiento de la curva
- Pérdida del control o deslizamiento del vehículo
- Delineación inadecuada
- Distracción del conductor, incluida la falta de atención debido a los ocupantes del vehículo o al uso de teléfonos móviles

Es frecuente que este tipo de colisión se deba al ajuste excesivo del volante; por ejemplo, un conductor que vira hacia el borde de la carretera, instintivamente gira el volante para volver a la vía y cruza la calzada. Por ello, la prevención de este tipo de colisión incluye objetos protectores en el centro de la vía y también en los costados. La posibilidad de sobre virar aumentará si hay un desnivel entre la vía y el borde de la carretera o berma, lo que hará más difícil retornar a la vía. Se debe evitar que haya demasiados desniveles.

Colisión por alcance: Una colisión por alcance involucra a un vehículo o usuario de la vía que impacta contra la parte trasera de otro vehículo o usuario de la vía. Esto puede ocurrir cuando el vehículo delantero reduce la velocidad o se detiene, o porque el vehículo que le sigue está transitando a una mayor velocidad que el vehículo que va delante. Este es un tipo común de colisión vial, aunque a menudo es menos grave que otros tipos de colisiones ya que las velocidades de los vehículos involucrados en una colisión por alcance por lo general son relativamente menores, al estar transitando en el mismo sentido. Además, con frecuencia ocurren después de que ambos vehículos han frenado y por lo tanto, cualquier impacto secundario en el entorno vial circundante es menos grave. Dicha colisión puede ser más severa si se entra en contacto con vehículos que tienen diferente masa (por ejemplo, auto y ciclista, camión y auto). Las principales causas de una colisión por alcance son el hecho de no dejar suficiente espacio al vehículo que está delante, o la falta de atención. En ambos casos, puede que no haya suficiente tiempo para frenar a fin de evitar una colisión. El tiempo que requiere el conductor para tomar una decisión y frenar es un factor importante y variará de acuerdo con las condiciones de conducción, la velocidad del vehículo y el entorno de la vía. Entre los factores más comunes que pueden contribuir al riesgo de colisiones por alcance se encuentran los siguientes:

- Calidad deficiente de las vías, o vías mal mantenidas (incluyendo presencia de aceite, escombros o agua en la vía)
- Fricción del tránsito debido a frecuentes movimientos de peatones y vehículos que se aparcan en la vía
- Tránsito que se detiene
- Mala condición de los neumáticos, frenos y luces de freno de los vehículos
- Flujo de tránsito inestable en una vía de alta velocidad (por ejemplo, paradas inesperadas en algunas vías durante periodos de mayor tránsito)

Colisión por cambio de carril: Las colisiones por cambio de carril ocurren cuando un vehículo intenta cambiar de carril o colisiona con otro vehículo que viaja en la misma dirección. Este tipo de colisión es más común en vías de alto volumen de tránsito con múltiples carriles (como las autopistas y las vías principales de las ciudades).

También es común donde hay actividades al costado de la carretera (como mercados o lugares en los que los vehículos públicos recogen y dejan pasajeros).

Es frecuente que la gravedad de la colisión entre los vehículos sea baja debido a que la velocidad es relativamente baja. Sin embargo, si colisionan vehículos de diferente tamaño o usuarios de la vía, las consecuencias pueden ser muy graves (por ejemplo, una colisión entre un motociclista y un auto, o entre un auto y un camión).

Algunos de los factores relacionados con los conductores que contribuyen a este tipo de colisiones son:

- Fatiga
- Distracción
- Conducción bajo los efectos del alcohol, drogas o medicamentos
- Sobrecarga de información (el conductor debe tomar demasiadas decisiones a la vez)
- Falta de familiaridad con la ruta
- Poca visibilidad, incluidos los 'puntos ciegos'.

Las causas relacionadas con las vías incluyen:

- Carriles de incorporación inesperados o desniveles deficientes en los carriles
- Actividad al lado de la carretera
- Falta de señales de dirección o líneas divisorias

Colisión con peatón (atropellamiento): Evento vial donde un vehículo de motor arrolla o golpea a una persona que transita o que se encuentra en alguna vía pública, provocando lesiones leves o fatales.

Las colisiones entre peatones y vehículos ocurren en diversas situaciones, tales como:

- Cruzarse en el camino de un vehículo, especialmente al intentar cruzar la vía.
- Caminar por el costado de la carretera, o en la vía misma
- Jugar o trabajar en la vía
- En caminos de entrada o aceras
- Al subir o bajar de vehículos de transporte público.

La gravedad de las colisiones con peatones depende en gran medida de la velocidad del tránsito. Algunas investigaciones han demostrado que la probabilidad de que un peatón sobreviva a un impacto con un vehículo motorizado se reduce drásticamente por encima de 30 km/h e incluso a velocidades menores, puede causar daños graves, especialmente a niños o personas de la tercera edad. El riesgo de que los peatones sufran lesiones se incrementa por diversos factores relacionados con el entorno de la vía, tales como:

- Tránsito a alta velocidad
- Cruces inadecuados

- Falta de oportunidades para el cruce de peatones (brechas en el tráfico que pasa)
- Número de carriles para cruzar
- Complejidad e imprevisibilidad de los movimientos de tránsito en una intersección
- Separación inadecuada del tránsito
- Distancia de visibilidad deficiente en un cruce.

Colisión con animal: Es aquel accidente en el que un vehículo de motor arrolla a cualquier tipo de animal provocando daños materiales, inclusive lesiones leves o fatales a personas ocupantes o no del vehículo.

Colisión con objeto fijo: Encuentro violento de un vehículo de motor con cualquier tipo de objeto, que por sus características se encuentre sujeto al piso o asentado en él, tales como postes, guarniciones, señales de tránsito, árboles y contenedores de basura. También se incluye en este tipo de colisión, el percance de un automotor en movimiento contra otro estacionado.

Volcadura: Es el tipo de accidente que debido a las circunstancias que lo originan, provocan que el vehículo pierda su posición normal, incluso dé una o varias volteretas.

Caída de pasajero: Accidente donde una o más personas que viajan en el vehículo, (excluyendo al conductor), caen fuera del mismo. No se considera este tipo de accidente si la caída fue por consecuencia de otro tipo de accidente.

Salida de camino: Evento en donde el vehículo, por causas circunstanciales, abandona de manera violenta e imprevista la vía de circulación por la cual transita. Incluso si por la acción del vehículo cae a una zanja, cuneta o barranca.

Las colisiones por salirse de la vía son comunes, especialmente en áreas de alta velocidad. Ocurren tanto en las curvas como en los tramos rectos. Sus consecuencias pueden ser graves en áreas de alta velocidad, particularmente si chocan con un objeto (árboles, postes, peatones) o si hay un terraplén empinado o precipicio.

Algunas investigaciones demuestran que la tasa de supervivencia de una colisión frontal se reduce notoriamente cuando el vehículo se conduce a más de 70 km/h, mientras que un impacto lateral contra un poste o árbol se reduce en gran medida a una velocidad por encima de 40 km/h. Por ello, es frecuente que las consecuencias de salirse de la vía por encima de esta velocidad sean graves.

Este tipo de colisiones ocurre por diversas causas, entre ellas:

- Fatiga del conductor
- Conducir bajo los efectos del alcohol, drogas o medicamentos
- Exceso de velocidad
- Evitar peligros en la vía.

Además, los siguientes elementos de las vías contribuyen a que haya una incidencia más alta de colisiones por salida de vía:

- Presencia de curvas en las vías (especialmente cuando son inesperadas o más cerradas de lo usual)
- Bermas angostas o ausencia de ellas
- Malas condiciones de la superficie de rodamiento.

Incendio: Es el accidente ocasionado por un corto circuito, derrame de combustible o cuestiones desconocidas, que propician la generación de fuego mediante el cual se consume parcial o totalmente el vehículo automotor. No se clasifica el accidente en este tipo, si el incendio es resultado de una colisión con otro vehículo automotor en circulación, o si el fuego se produce después de una colisión, volcadura o salida del camino.

Colisión con ferrocarril: Choque de un vehículo automotor con una locomotora, vagón, góndola o cualquier otro vehículo clasificado como transporte ferroviario.

Colisión con motocicleta: Percance vial en donde un vehículo automotor de cualquier tipo, tiene un encuentro violento, accidental o imprevisto con una motocicleta. Incluso se puede dar el caso de que sea entre dos motocicletas.

Colisión con ciclista: Hecho en el cual un vehículo automotor de cualquier tipo, arrolla a un ciclista sobre la vía de circulación o en un cruce vial.

1.7 Tipos de Víctimas.

Conductor: Operador del automóvil, camioneta de pasajeros, microbús, camión urbano de pasajeros, ómnibus, tren eléctrico o trolebús, camioneta de carga, camión de carga, tractor con o sin remolque, ferrocarril, motocicleta, involucrados en el accidente.

Pasajero: Personas que son transportadas en algún vehículo de motor, sin considerar al conductor.

Peatón: Es toda persona que transita por sus propios medios de locomoción por alguna calle, avenida, bulevar o glorieta.

Ciclista: Considérese a toda aquella persona que va operando o circulando en alguna bicicleta, triciclo o medio similar.

1.8 Clase de accidente de tránsito

Fatal: Percance vial en el que resultan pérdidas de vidas humanas (muertos), puede haber heridos y consecuentemente daños materiales, estos pueden afectar la propiedad del estado y/o particular. Es pertinente señalar, que el registro del evento se realiza en el lugar del suceso, por lo que si una persona herida fallece posteriormente, el registro de la Estadística en México lo considera como herido.

No fatal: Accidente de tránsito en el que no se presentan pérdidas de vidas humanas, pero sí lesionados (heridos), así como posibles daños materiales.

Sólo daños: Evento vial en el que únicamente se presentan daños materiales a vehículos, propiedades particulares y/o del estado, tales como postes, guarniciones, señalizaciones, entre otros.

1.9 Simbología para representar diagrama de colisiones.










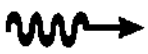



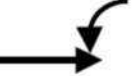
Vehículo en movimiento	
Vehículo en reversa	
Peatón	
Accidente fatal	
Accidente con herido(s)	
Colisión por detrás (alcance)	
Vehículo estacionado	
Objeto fijo	
Volcadura	
Vehículo sin control	
Colisión de frente	
Colisión en ángulo recto	
Colisión lateral	
Colisión vuelta izquierda	
Hora	A = AM; P = PM
Pavimento	S = Seco; H= Hielo; M= Mojado
Tiempo	C= Claro; N= Niebla; LL = Lluvia.

Figura 1.5 Simbología para representar diagrama de colisiones.

Fuente: Manual de Procedimiento para el programa Nacional de Atención de Puntos de Conflicto, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2009.

1.10 Estudio de accidentes de tránsito

La mayoría de los accidentes de tránsito son resultado de la falta de precaución o del comportamiento peligroso de los peatones o conductores. Sin embargo, la probabilidad de que ocurra un accidente, así como su gravedad, puede reducirse con la adecuada instalación de los dispositivos para el control del tránsito y con un buen proyecto de las características geométricas del camino.

Del análisis de los datos de accidentes depende directamente el éxito o fracaso de los dispositivos para el control del tránsito o del proyecto geométrico en lugares específicos. En tanto que la cantidad y calidad de datos importantes para en análisis no son suficientes; gran parte de la información disponible en los archivos o expedientes policíacos, no se emplea en toda su magnitud o algunas veces se carece de ellos.

1.10.1 Aplicaciones.

Existen muchas razones para conservar los registros de accidentes de tránsito; incluyendo la disponibilidad del conjunto de datos estadísticos para una ciudad, región o sistema vial, Los registros también son necesarios para proporcionar hechos que sirvan de guía para implantar los programas de educación, conservación vial, inspección vehicular, servicios médicos de emergencia y de ingeniería para mejorar las calles y carreteras. Los datos de accidentes individuales son utilizados por la policía, autoridades que otorgan licencias, compañías de seguros, abogados, tribunales y diseñadores de vehículos.

Los datos de accidentes, tabulados y analizados, pueden ser utilizados por los ingenieros de tránsito en los casos siguientes:

1. Para definir e identificar lugares con alta incidencia de accidentes.
2. Para realizar estudios de “antes y después” en donde se han hecho mejoras o cambios de algún dispositivo específico. Estos estudios, son la guía más importante para evaluar la eficiencia de las medidas técnicas aplicadas en la prevención de accidentes, tales como: señales, semáforos, marcas en el pavimento, proyecto geométrico, iluminación, entre otros.
3. Para justificar alguna acción positiva o negativa a las peticiones del público, relacionadas con la instalación de algún dispositivo para el control del tránsito.
4. Como auxiliar en la evaluación de alternativas de proyecto geométrico y en la determinación y desarrollo de los proyectos más adecuados de calles, intersecciones, entradas y dispositivos para el control del tránsito, para cada localidad específica.
5. Para establecer programas prioritarios de mejoras a los lugares con alta incidencia de accidentes, basados en costos, de los accidentes, que se pueden prevenir con medidas de ingeniería de tránsito.
6. Para justificar la inversión en mejoras importantes para prevenir o reducir accidentes.
7. Para proponer cambios a los reglamentos de tránsito.
8. Para establecer mejoras en la vigilancia policíaca.
9. Para determinar la necesidad de construir aceras y ciclo pistas.
10. Para determinar la necesidad y justificación de restringir el estacionamiento.
11. Para determinar la necesidad de mejorar el alumbrado público.

12. Para identificar ciertas acciones de los conductores o peatones que causan accidentes, y que pueden prevenirse a través de la educación pública.

1.10.2 Sistema de Archivo

Las principales fuentes de datos de accidentes son los departamentos o destacamentos de la policía. Los policías de tránsito son responsables de hacer investigación directa, en el lugar de los hechos y de registrar los datos pertinentes, en un reporte de accidente. Además, en las delegaciones, se reciben reportes o quejas de accidentes leves que no requieren una investigación en el lugar de los hechos.

Una fuente secundaria de datos de accidentes, pueden ser los reportes de compañías de seguros, además de que, debería de crearse una oficina que se encargue de captar todos los datos relacionados con cualquier tipo de accidente; ya que actualmente, hay algunos de costos bajos, que no son reportados, y por consiguiente se pierde información valiosa.

La cantidad de accidentes es de gran valor estadístico y no solo son necesarios los datos de accidentes acontecidos, si no que, con mayor frecuencia, se ha venido utilizando la información relacionada con accidentes que estuvieron a punto de ocurrir. Estos datos, pueden obtenerse, empleando un procedimiento de “atención de puntos de conflicto”.

Para los fines de la ingeniería de tránsito, deben obtenerse copias en físico o de manera digital, de todos los reportes de accidentes, preparados por las autoridades correspondientes. Esto se logra mejor, si en cada ciudad o municipio, se establece como rutina, que de cada reporte de accidente, se haga una copia para enviarla directamente a la oficina o departamento de ingeniería de tránsito.

Una excepción de lo anterior, es cuando los archivos de la policía se encuentran en expedientes centralizados, y por lo tanto, son accesibles al ingeniero de tránsito en todo momento. Sin embargo, sería muy conveniente que éste pudiera contar con una copia adicional, ya que en muchas ocasiones, deberá de emplearlos por un tiempo que no se puede definir y por lo tanto no podría hacerlo con los originales de los expedientes policiacos.

1.10.3 Reportes de Accidentes.

Las tres formas generales de reporte son: las de datos concretos, la descriptiva y la forma combinada.

La figura 1.6, ilustra un ejemplo común de un reporte de accidente:


										DICTAMEN TECNICO DE HECHO DE TRÁNSITO No.										HOJA No.																														
ENTIDAD					MUNICIPIO					REGION																																								
A	hora	dia	mes	año	dia de la semana		km	CARRILAS O PUESTO DE REGULACIÓN DE TRÁNSITO (SEM. Y TUBERIAS)					TRAMO																																					
B	PROCEDENCIA DEL VEHÍCULO ANTES DEL ACCIDENTE								VICTIMAS		VEH.	M	VEH.	M	PEATON	M	TOTAL DE PARTICIP.																																	
	VEH. No.		CONDIRECCION A		EN EL CAMINO			VEH. No.		CONDIRECCION A		EN EL CAMINO																																						
	PEATON					HACIA (LADO O ESQUINA)					HOJAS EXTRAS DE REPORTE DE ACCIDENTE																																							
C	VEH. No.	TIPO		MARCA		MODELO		COLOR		NUM. IDENTIFICACION		PLACAS																																						
	ENTIDAD - VIGENCIA		CAPACIDAD		TIPO DE CARGA O SUSTANCIA		VALOR DE LA CARGA		CARTA PORTE		NUM. ECO.		EMPRESA																																					
	TIPO DE SERVICIO		AUTORIZACION NUM.		EXPEDIDA POR (D.G.T.T.)		VIGENCIA		POLIZA SEGURO DEL VEH. (NUM. Y CIA.)																																									
	PROPIEDAD					DOMICILIO																																												
	CONDUCTOR					DOMICILIO					MUERTO	LLEVADO																																						
											LESIONADO	A																																						
	SEXO	NACIONALIDAD		EDAD	FECHA DE NAC.		LIC. TIPO Y No.		ENTIDAD		VEH. RECOGIDO POR		REMOLCADO MANEJADO																																					
D	VEH. No.	TIPO		MARCA		MODELO		COLOR		NUM. IDENTIFICACION		PLACAS																																						
	ENTIDAD - VIGENCIA		CAPACIDAD		TIPO DE CARGA O SUSTANCIA		VALOR DE LA CARGA		CARTA PORTE		NUM. ECO.		EMPRESA																																					
	TIPO DE SERVICIO		AUTORIZACION NUM.		EXPEDIDA POR (D.G.T.T.)		VIGENCIA		POLIZA SEGURO DEL VIAJERO O DEL VEH. (NUM. Y CIA.)																																									
	PROPIEDAD					DOMICILIO																																												
	CONDUCTOR					DOMICILIO					MUERTO	LLEVADO																																						
											LESIONADO	A																																						
	SEXO	NACIONALIDAD		EDAD	FECHA DE NAC.		LIC. TIPO Y No.		ENTIDAD		VIGENCIA		VEH. RECOGIDO POR																																					
E	DATOS DE LOS REMOLQUES O SEMIRREMOLQUES				No. IDENTIFICACION		PLACAS		ENTIDAD Y VIGENCIA		CAPACIDAD																																							
	VEH.	TIPO		MARCA																																														
F	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE										DEL VEHICULO										CONTROL DE TRANSITO																													
	<input type="checkbox"/> Salida del Camino <input type="checkbox"/> Volcadura <input type="checkbox"/> Caída de Pasajero <input type="checkbox"/> Incendio <input type="checkbox"/> Choque <input type="checkbox"/> Choque de Frente <input type="checkbox"/> Choque Lateral <input type="checkbox"/> Caída de Objeto Sobre el Vehículo <input type="checkbox"/> Caída o Derrame de Carga <input type="checkbox"/> Desprendimiento de Remolque o Semirremolque <input type="checkbox"/> Otra										<input type="checkbox"/> Neumático <input checked="" type="checkbox"/> Frenar <input type="checkbox"/> Neumático en mal estado <input type="checkbox"/> Entallamiento de Neumático <input type="checkbox"/> Desprendimiento de Neumático <input type="checkbox"/> Malas Condiciones Mecánicas <input type="checkbox"/> Malas Condiciones Electromecánicas <input type="checkbox"/> Vehículo con Sobrepeso <input type="checkbox"/> Vehículo con Exceso de Dimensiones <input type="checkbox"/> Carga Mal Sujeta <input type="checkbox"/> Dirección <input type="checkbox"/> Suspensión <input type="checkbox"/> Luces <input type="checkbox"/> Eje <input type="checkbox"/> Transmision <input type="checkbox"/> Motor										<input type="checkbox"/> Señal Informativa <input type="checkbox"/> Señal Preventiva <input type="checkbox"/> Señal Restrictiva <input type="checkbox"/> Semáforo <input type="checkbox"/> Agente a guardia <input type="checkbox"/> Banda mecánica <input type="checkbox"/> Resaca lateral <input type="checkbox"/> Raya central <input type="checkbox"/> Vibrador <input type="checkbox"/> Abandono de vía <input type="checkbox"/> Banderón <input type="checkbox"/> Otra central <input type="checkbox"/> Sin central																													
	COLISION SOBRE EL CAMINO										DEL CAMINO										H										I																			
	<input type="checkbox"/> Peaton (atrapamiento) <input type="checkbox"/> Vehículo matar en tránsito <input type="checkbox"/> Vehículo matar por alcance <input type="checkbox"/> Vehículo matar ortostacionada <input type="checkbox"/> Tren <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Objeto fijo <input type="checkbox"/> Semoviente <input type="checkbox"/> Otro objeto										<input type="checkbox"/> Interrupción de ganada <input type="checkbox"/> Desperfoctar <input type="checkbox"/> Falta de señalización <input type="checkbox"/> Objeto en el camino <input type="checkbox"/> Mojada <input type="checkbox"/> Resbalara <input type="checkbox"/> Otra (por señalización)										1 2 3 4 Sumar										Carril (az) ESPACIO DIVISOR CENTRAL Carril (az) en un sentido Acostumbrar Via rápida Da cuete Brocha Terraceria Trama en construcción										Luz <input type="checkbox"/> De día <input type="checkbox"/> Crepuscular <input type="checkbox"/> De noche <input type="checkbox"/> Alumbramiento público									
	G										ALINEAMIENTO VERTICAL										J																													
	CIRCUNSTANCIAS QUE CONTRIBUYERON DEL CONDUCTOR										<input type="checkbox"/> Pendiente <input type="checkbox"/> Cima <input type="checkbox"/> Calumpania <input type="checkbox"/> Anivel										Que se hacia con el vehiculo <input type="checkbox"/> Seguía de frente <input type="checkbox"/> Rikaraba <input type="checkbox"/> Viraba a la derecha <input type="checkbox"/> Viraba a la izquierda <input type="checkbox"/> Viraba en "U" <input type="checkbox"/> Frenaba <input type="checkbox"/> Parada momentanea <input type="checkbox"/> Iniciaba marcha en carril <input type="checkbox"/> Entraba en alio carril <input type="checkbox"/> Retrazaba <input type="checkbox"/> Estacionada correctamente <input type="checkbox"/> Estacionada incorrectamente <input type="checkbox"/> Cruzaba <input type="checkbox"/> Otra																													
	<input type="checkbox"/> Imprudencia intencionada <input type="checkbox"/> Velocidad excesiva <input type="checkbox"/> Involuntario <input type="checkbox"/> Rikaraba indebido <input type="checkbox"/> No respetar el de alta <input type="checkbox"/> No respetar el de baja <input type="checkbox"/> No ceder el paso <input type="checkbox"/> No guardar distancia <input type="checkbox"/> Virar indebido <input type="checkbox"/> Mal estacionada <input type="checkbox"/> Estado de ebriedad <input type="checkbox"/> Baja Efecto de Estimulantes <input type="checkbox"/> Ertupofancionaria <input type="checkbox"/> Sustancias Psicotrópicas <input type="checkbox"/> Dormitanda <input type="checkbox"/> Deslumbramiento										Agentes Naturales <input type="checkbox"/> Lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Nieve <input type="checkbox"/> Graniza <input type="checkbox"/> Hielo <input type="checkbox"/> Inundación <input type="checkbox"/> Huma <input type="checkbox"/> Tornado <input type="checkbox"/> Viento Fuerte <input type="checkbox"/> Otra										Horizontal <input type="checkbox"/> Tangente <input type="checkbox"/> Curva abierta <input type="checkbox"/> Curva cerrada <input type="checkbox"/> Entranque <input type="checkbox"/> Puente <input type="checkbox"/> Intorrecion <input type="checkbox"/> Callejon <input type="checkbox"/> Acceso privada <input type="checkbox"/> Cruce de FFCC <input type="checkbox"/> Zona Portuaria <input type="checkbox"/> Otra										Que hacia el peaton o pasajero <input type="checkbox"/> Atravesaba <input type="checkbox"/> Subia o bajaba del vehiculo <input type="checkbox"/> Caminaba en sentido del tránsito <input type="checkbox"/> Caminaba supuerto al tránsito <input type="checkbox"/> Estaba parada <input type="checkbox"/> Jugaba <input type="checkbox"/> Empujaba o trabajaba en el veh. <input type="checkbox"/> Hacía otra actividad <input type="checkbox"/> Sabre la carga <input type="checkbox"/> En el lugar destinada a la carga <input type="checkbox"/> Dentro del vehiculo <input type="checkbox"/> En el exterior del vehiculo <input type="checkbox"/> Sabre el camino <input type="checkbox"/> Fuera del camino																			

Figura 1.6 Formato para realizar levantamiento de accidentes.

Los datos de mayor interés para los ingenieros de tránsito incluyen los aspectos siguientes:

1. Posición y dirección de todos los vehículos antes del accidente, incluyendo los parados o estacionados.
2. Hora, día de la semana y fecha.
3. Tipo general del accidente y forma de la colisión.
4. Que trataban de hacer los conductores o peatones inmediatamente antes del accidente (detenerse para estacionarse, dar vuelta izquierda en un lugar específico, etc.).
5. Las condiciones atmosféricas, de iluminación y del camino, a la hora del accidente.
6. El tipo de control del tránsito que afecta a cada una o todas las unidades involucradas en el accidente.
7. La gravedad del accidente (muertos, lesionados o únicamente daños materiales).

En determinados estudios, el número de personas muertas o heridas en cada accidente, se utiliza principalmente para calcular su costo.

Una de las partes más importantes para el análisis de ingeniería es el diagrama de colisiones, que muestra la trayectoria original de cada vehículo. Los peritos que se encargan del accidente, deben elaborar un diagrama detallado y confiable de los movimientos previos a la colisión. Es importante también la descripción de los hechos, en donde el perito proporciona información sobre aquellos vehículos que no hicieron contacto, pero que pudieron haber contribuido al accidente, además de la información de las condiciones del final de la cola (cuando se trata de un accidente por alcance al final de la cola de los vehículos, debida a algún dispositivo para el control del tránsito).

Cuando algún reporte de accidente se realiza por la vía telefónica o mediante el relato directo de los conductores involucrados, en la delegación u oficina policiaca, comúnmente se omite información importante, por tal razón, el personal de estas oficinas, debe obtener la mayor información posible de las personas que reporten algún accidente. Con frecuencia, el ingeniero de tránsito, puede emplear parte de los datos de reportes hechos en las oficinas, a pesar de que no incluyan toda la información deseada.

1.11 Cálculo del Índice de Accidentes.

Al relacionar los saldos en muertos y heridos, proporcionalmente con la población, con los vehículos, o con el kilometraje recorrido, se dispondrá de cifras o índices que permitirán hacer comparaciones acerca del comportamiento de accidentabilidad. Estas darán la escala para juzgar la magnitud del problema. Esta comparación puede hacerse entre ciudades, entidades políticas, tramos de carreteras, países, o bien en un sistema o red vial a través del tiempo.

Para estas relaciones, los indicadores más utilizados son los siguientes:

a) Índice con respecto a la Población (P).

Los índices son de accidentabilidad (número de accidentes), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), con respecto al número de habitantes en el año que se trate expresado por cada 100 000 habitantes. Matemáticamente se expresan como:

Índice accidentabilidad ($I_{A/p}$)

$$I_{A/p} = \frac{\text{No. DE ACCIDENTES EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE HABITANTES.}}$$

Indica el número de accidentes en el año por cada 100 000 habitantes.

Índice morbilidad ($I_{morb/p}$)

$$I_{morb/p} = \frac{\text{No. DE HERIDOS EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE HABITANTES.}}$$

Índice mortalidad ($I_{mort/p}$)

$$I_{mort/p} = \frac{\text{No. DE MUERTOS EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE HABITANTES.}}$$

b) Índice con respecto al parque vehicular (V).

Al igual que en el caso anterior los índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad, son respecto al número de vehículos registrados en el año respectivo, expresados por cada 100 000 vehículos. Estos son:

Índice accidentabilidad ($I_{A/v}$)

$$I_{A/v} = \frac{\text{No. DE ACCIDENTES EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE VEHÍCULOS REGISTRADOS}}$$

Indica el número de accidentes en el año por cada 100 000 vehículos.

Índice morbilidad ($I_{morb/v}$)

$$I_{morb/v} = \frac{\text{No. DE HERIDOS EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE VEHÍCULOS REGISTRADOS}}$$

Índice mortalidad ($I_{mort/V}$)

$$I_{mort/p} = \frac{\text{No. DE MUERTOS EN EL AÑO X 100 000}}{\text{No. DE VEHÍCULOS REGISTRADOS}}$$

- c) Índice de Accidentabilidad con respecto al número de vehículos que entran en una intersección ($I_{A/VEI}$)

Es el número de accidentes por un millón de vehículos que entran a la intersección. Es igual a:

$$I_{A/VEI} = \frac{\text{NÚM. DE ACCIDENTES (O LESIONADOS O MUERTOS) EN UN AÑO X 1 MILLÓN}}{\text{VOL. DE VEHÍCULOS QUE ENTRAN EN LA INTERSECCION, EN 24 HRS X 365 DÍAS}}$$

CAPÍTULO II.- LA SEGURIDAD VIAL A NIVEL MUNDIAL.

2.1.- Antecedentes.

El transporte por carretera beneficia tanto a las naciones como a los individuos porque facilita el movimiento de bienes y personas. Permite un mayor acceso a los empleos, los mercados económicos, la educación, la recreación y la atención sanitaria, lo cual, a su vez, incide positivamente de forma directa e indirecta en la salud de las poblaciones. Sin embargo, el incremento del transporte vial también ha supuesto una carga importante para la salud de las personas, que se manifiesta en forma de traumatismos por accidentes de tránsito, enfermedades respiratorias y consecuencias derivadas de la reducción de la actividad física.

Existen otras repercusiones económicas, sociales y ambientales negativas provocadas por el movimiento de bienes y personas a través de las vías de tránsito, como la contaminación del aire, las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos finitos, la disgregación de las comunidades y el ruido.

Según el proyecto de la OMS Carga Mundial de Morbilidad, de 2004, los accidentes de tránsito causaron aquel año más de 1,27 millones de víctimas mortales, un número similar a las provocadas por muchas enfermedades transmisibles.

Los traumatismos causados por el tránsito afectan a todos los grupos de edad, pero su efecto es más acusado entre los jóvenes. En la tabla 2.1 se muestra que los traumatismos por accidentes de tránsito son sistemáticamente una de las tres causas principales de mortalidad en las personas de 5 a 44 años de edad.

Aunque las tasas de accidentes de tránsito en los países de ingresos altos se han estabilizado o han disminuido en las últimas décadas, los datos indican que en la mayor parte de los países la epidemia mundial de traumatismos por accidentes de tránsito sigue aumentando. Se estima que, a menos que se tomen medidas inmediatas, las víctimas mortales en las vías de circulación se incrementarán hasta convertirse en la quinta causa principal de mortalidad para 2030, lo que tendrá como resultado unos 2,4 millones estimados de víctimas mortales por año.

Además de la muerte, los accidentes en las vías de tránsito causan muchos traumatismos de menor gravedad: se estima que en el mundo se producen entre 20 y 50 millones de traumatismos no mortales por año. Estas lesiones también son una causa importante de discapacidad.

Un estudio efectuado en Turquía, por la Esiyok B et al. *Road traffic*, estimó que de las aproximadamente 95 000 personas heridas en accidentes de tránsito en 2005, el 13% sufrió una discapacidad subsiguiente, mientras que en la India se estima que 2 millones de personas sufren algún tipo de discapacidad como consecuencia de un accidente de tránsito.

No.	0-1 AÑOS	5-14 AÑOS	15-29 AÑOS	30-44 AÑOS	45-49 AÑOS	70 + AÑOS	TODAS LAS EDADES
1	Afecciones perinatales	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infecciones por VIH/SIDA	Cardiopatía Isquémica	Cardiopatía Isquémica	Cardiopatía Isquémica
2	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infecciones por VIH/SIDA	Tuberculosis	Enfermedades cerebrovasculares	Enfermedades cerebrovasculares	Enfermedades cerebrovasculares
3	Enfermedades diarreicas	Malaria	Tuberculosis	Traumatismos causados por el tránsito	Infecciones por VIH/SIDA	Enfermedad pulmonar Obstructiva	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
4	Malaria	Ahogamiento	Violencia interpersonal	Cardiopatía Isquémica	Tuberculosis	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Afecciones perinatales
5	Sarampión	Meningitis	Lesiones auto infligidas	Lesiones auto infligidas	Enfermedad pulmonar Obstructiva	Cánceres de la tráquea, los bronquios y los pulmones	Enfermedad pulmonar obstructiva
6	Anomalías congénitas del corazón	Enfermedades diarreicas	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Violencia interpersonal	Cánceres de la tráquea, los bronquios y los pulmones	Diabetes mellitus	Enfermedades diarreicas
7	Infecciones por VIH/SIDA	Infecciones por VIH/SIDA	Ahogamiento	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Cirrosis hepática	Cardiopatía hipertensiva	Infección por el VIH/SIDA
8	Tos ferina	Tuberculosis	Incendios	Enfermedades cerebrovasculares	Traumatismos causados por el tránsito	Cáncer del estómago	Tuberculosis
9	Meningitis	Malnutrición proteína - energética	Guerras y conflictos	Cirrosis hepática	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Cáncer colorrectal	Cánceres de la tráquea, los bronquios y los pulmones
10	Tétanos	Incendios	Hemorragia materna	Envenenamientos	Diabetes mellitus	Nefritis y nefrosis	Traumatismos causados por el tránsito
11	Malnutrición proteína - energética	Sarampión	Cardiopatía isquémica	Hemorragia materna	Lesiones auto infligidas	Enfermedad de Alzheimer y otras demencias	Diabetes mellitus
12	Sífilis	Leucemia	Envenenamientos	incendios	Cáncer del estómago	Tuberculosis	Malaria
13	Ahogamiento	Anomalías congénitas del corazón	Aborto	Nefritis y nefrosis	Cáncer del hígado	Cáncer del hígado	Cardiopatía hipertensiva
14	Traumatismos causados por el tránsito	Tripanosomiasis	Leucemia	Ahogamiento	Cáncer de mama	Cáncer de esófago	Lesiones auto infligidas
15	Incendios	Caidas	Enfermedades cerebrovasculares	Cáncer de mama	Cardiopatía hipertensiva	Cirrosis hepática	Cáncer del estómago
16	Tuberculosis	Epilepsia	Enfermedades diarreicas	Guerras y conflictos	Nefritis y nefrosis	Cardiopatía inflamatoria	Cirrosis hepática
17	Trastornos endócrinos	Leishmaniosis	Caidas	Caidas	Cáncer del esófago	Cáncer de mama	Nefritis y nefrosis
18	Infecciones de las vías respiratorias superiores	Violencia interpersonal	Meningitis	Enfermedades diarreicas	Cáncer colorrectal	Cáncer de próstata	Cáncer colorrectal
19	Anemia ferropenia	Guerras y conflictos	Nefritis y nefrosis	Cáncer de hígado	Envenenamientos	Caidas	Cáncer del hígado
20	Epilepsia	Envenenamiento	Malaria		Cánceres bucales y orofaríngeas	Traumatismos causados por el tránsito	Violencia interpersonal

Tabla 2.1 Principales causas de muerte por grupos de edad en el mundo, 2004

Fuente: OMS, *The global burden of disease: 2004*.

2.2 Situación de la Seguridad Vial en el Mundo.

Durante los últimos años, diferentes organizaciones de cobertura mundial han utilizado diversos métodos para estimar el número de víctimas mortales en las vías de tránsito. El proyecto de la OMS Carga Mundial de Morbilidad (2004), que utiliza datos de registros civiles independientemente del tiempo transcurrido entre el accidente y la muerte, estima que durante ese año murieron 1,27 millones de personas como consecuencia de un accidente de tránsito. El número total de víctimas mortales notificado en esta encuesta es sólo de 660 000 (usando una definición de 30 días), lo que indica una amplia subnotificación.

Los países de ingresos bajos y medianos tienen la mayor carga y las tasas más altas de mortalidad por accidentes de tránsito

La mayor parte (91%) de las víctimas mortales causadas por el tránsito ocurre en los países de ingresos bajos y medianos, que tienen sólo el 48% de los vehículos registrados en el mundo.

Aproximadamente el 62% de las víctimas mortales notificadas por accidentes de tránsito se produce en 10 países, que, en orden de magnitud, son: India, China, Estados Unidos, Rusia, Brasil, Irán, México, Indonesia, Sudáfrica y Egipto, y representan el 56% de la población mundial. Sin embargo, sobre la base de los datos modelados por la OMS, los 10 países con el número absoluto de víctimas mortales más elevado son: China, India, Nigeria, Estados Unidos, Pakistán, Indonesia, Rusia, Brasil, Egipto y Etiopía. Aunque el número total de víctimas mortales está claramente relacionado tanto con la población como con las tasas nacionales de motorización y no proporciona una evaluación del riesgo, da sin embargo indicios de dónde una intervención podría ayudar de forma significativa a reducir el número total de víctimas mortales a escala mundial.

Desde una perspectiva de salud pública y a efectos de hacer comparaciones, el uso de tasas por cada 100 000 habitantes es una medida más útil de la magnitud del problema que los números absolutos, y también resulta válida para evaluar los resultados de las intervenciones a lo largo del tiempo y dar una indicación del riesgo.

Además de tener la carga absoluta de mortalidad más alta por accidentes de tránsito, los países de ingresos bajos y medianos presentan también las tasas más elevadas de víctimas mortales relativas a la población.

2.2.1 Datos y Cifras.

Todos los años, los accidentes de tránsito se cobran casi 1,3 millones de vidas y provocan traumatismos a entre 20 y 50 millones de personas más. (Según la OMS)

- Los accidentes de tránsito se han convertido en la principal causa de defunción entre los jóvenes de 15 a 29 años de edad.
- Más del 90% de las defunciones y traumatismos causados por el tránsito ocurren en países de ingresos bajos y medianos, donde circulan solo el 48% de los vehículos matriculados a nivel mundial.

- Cerca de la mitad (46%) de las víctimas mortales que se cobran las vías de tránsito de todo el mundo se encuentran entre los usuarios más vulnerables de la red viaria: peatones, ciclistas y motociclistas.
- Además del dolor y el sufrimiento que acarrearán, los accidentes de tránsito provocan enormes pérdidas económicas para las víctimas, sus familias y el conjunto de las naciones: en gran parte de los países representan del 1% al 3% del producto nacional bruto.
- Se prevé que, si no se adoptan medidas, para 2020 los accidentes de tránsito anualmente causarán la muerte de cerca de 1,9 millones de personas.
- Solo el 15% de los países tienen una legislación amplia que se ocupe de cinco riesgos fundamentales: el exceso de velocidad, la conducción bajo los efectos del alcohol y la no utilización del casco, el cinturón de seguridad y los sistemas de retención para niños.

Tasas de letalidad de los traumatismos causados por el tránsito^a por cada 100 000 habitantes, por región de la OMS y grupo de ingresos.

Región de la OMS	Ingresos elevados	Ingresos medianos	Ingresos bajos	Total
Región de África	—	32.2	32.3	32.2
Región de las Américas	13.4	17.3	—	15.8
Región de Asia Sudoriental	—	16.7	16.5	16.6
Región de Europa	7.9	19.3	12.2	13.4
Región del Mediterráneo Oriental	28.5	35.8	27.5	32.2
Región del Pacífico Occidental	7.2	16.9	15.6	15.7
General	10.3	19.5	21.5	18.8

^a Tabla 2.2. Defunción de muerte por traumatismos causados por el tránsito basada en un plazo de 30 días desde el accidente hasta su defunción.

(Fuente: Informe sobre la situación de la seguridad vial 2009, de la OMS)

Población, defunciones por accidentes de tránsito^a y vehículos de motor matriculados, por grupos de ingresos.

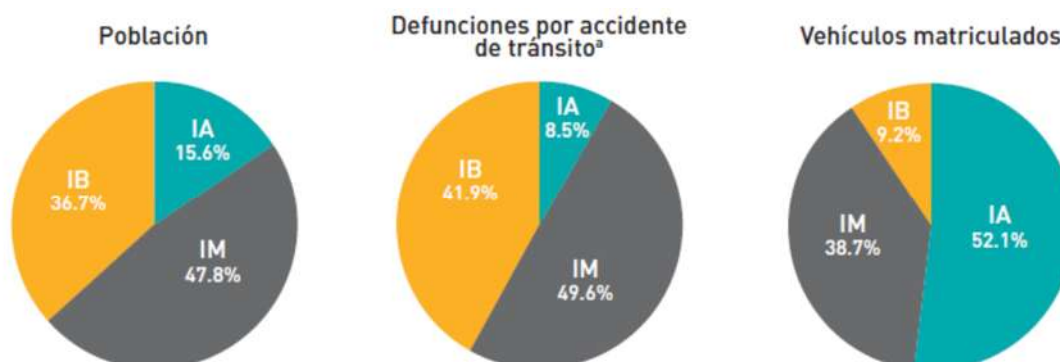


Figura 2.1 Defunciones de tránsito por nivel de ingresos.

TA= países de ingresos altos; IM= países de ingresos medianos;
IB= países de ingresos bajos.

Países de acuerdo a su ingreso:

PAIS	NIVEL DE INGRESOS
Alemania	IA
Argentina	IM
Australia	IA
Austria	IA
Bahamas	IA
Bahrein	IA
Barbados	IM
Belarús	IM
Bélgica	IA
Belice	IM
Bosnia y Herzgovina	IM
Brasil	IM
Brunei	IA
Bulgaria	IM
Canadá	IA
Chile	IM
Chipre	IA
Colombia	IM
Costa Rica	IM
Croacia	IM
Cuba	IM
Eslovaquia	IA
Eslovenia	IA
España	IA
Estados Unidos de América	IA
Estonia	IA
Ex. República Yugoslava de Macedonia	IM
Federación de Rusia	IM
Fiji	IM
Finlandia	IA
Francia	IA
Georgia	IM
Grecia	IA
Hungría	IA
Irlanda	IA
Islandia	IA
Israel	IA
Italia	IA
Japón	IA
Kazajstán	IM
Kirguistán	IB
Kuwait	IA
Letonia	IM
Lituania	IM
Malasia	IM

PAIS	NIVEL DE INGRESOS
Malta	IA
Mauricio	IM
México	IM
Montenegro	IM
Noruega	IA
Nueva Zelanda	IA
Países Bajos	IA
Panamá	IM
Polonia	IM
Portugal	IA
Qatar	IA
Reino Unido	IA
República Checa de Corea	IA
República de Corea	IA
República de Moldova	IM
Rumania	IM
San Vicente y las Granadinas	IM
Santa Lucía	IM
Serbia	IM
Singapur	IA
Sudáfrica	IM
Suecia	IA
Suiza	IA
Tailandia	IM
Tonga	IM
Trinidad y Tabago	IA
Ucrania	IM
Uruguay	IM
Uzbekistán	IB
Venezuela	IM

Tabla 2.3 Países de acuerdo a su nivel de ingreso

2.3 Situación de la Seguridad Vial en México.

De acuerdo con el Informe mundial sobre la seguridad vial publicado en el año 2009, el 62% de las muertes por accidentes de tráfico en el mundo ocurre en tan solo 10 países, siendo México el país que ocupa el séptimo lugar.

Las cifras oficiales (INEGI) de nuestro país señalan que, en el año 2013, fallecieron a consecuencia de los accidentes de tráfico de vehículo de motor 5,484 personas. Sin embargo, de acuerdo con estudios científicos relacionados con el subregistro de información en México, se calcula que cada año fallecen más de 24 mil personas. Este subregistro de información principalmente se debe a que en muchas ocasiones el registro no es realizado de manera adecuada por lo que se pierde mucha información por codificaciones y diagnósticos inadecuados.

2.3.1 Accidentes de Tránsito según datos del INEGI

Del año 2004 al 2013, el INEGI, tiene el registro de los siguientes accidentes de tránsito.

AÑO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TOTAL	443,607	452,233	471,272	476,279	466,435	428,467	427,267	387,185	390,411	384,472
Colisión con vehículo automotor	315,652	320,922	339,857	338,481	331,363	304,309	304,764	274,022	274,310	263,263
Colisión con peatón (atropellamiento)	21,765	24,491	19,708	20,953	18,954	17,967	17,752	15,872	15,668	15,571
Colisión con animal	2,311	2,141	1,972	2,453	1,613	1,614	1,697	1,609	1,706	1,472
Colisión con objeto fijo	50,641	50,618	54,271	55,321	51,498	47,736	48,708	44,404	43,728	44,304
Volcadura	7,964	8,192	8,369	9,592	10,083	9,465	9,237	8,621	7,704	7,957
Caída de pasajero	2,504	2,580	2,355	2,782	3,261	2,867	3,108	2,856	2,837	2,913
Salida del camino	7,691	7,894	8,632	9,720	13,011	10,264	9,811	8,840	8,010	8,556
Incendio	180	313	186	199	274	295	316	302	335	345
Colisión con ferrocarril	304	233	217	238	235	184	202	227	250	226
Colisión con motocicleta	14,487	17,022	20,111	23,219	23,641	23,325	21,189	21,105	25,668	28,953
Colisión con ciclista	8,157	8,257	7,937	7,280	6,930	6,528	5,727	5,627	5,916	5,988
Otro	11,951	9,570	7,657	6,041	5,572	3,913	4,756	3,700	4,259	4,924

Tabla 2.4 Accidentes en México según datos del INEGI

(Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.)

En la tabla 2.4, se puede observar que se ha mostrado una disminución en los accidentes, sin embargo el número de accidentes a nivel nacional es alto.

Como se puede observar en la tabla anterior, las causas más altas de accidentes son:

- 1.- Colisión con vehículo automotor
- 2.- Colisión con objeto fijo
- 3.- Colisión con peatón (atropellamiento).

Asimismo, se observa que los accidentes de “colisión con motocicleta”, han aumentado en un 50% del 2004 al 2013; esto puede ser debido a que no existe una regulación en la venta de motocicletas, actualmente podemos observar que en los supermercados se venden motocicletas, sin embargo no se tiene el cuidado de vender o que se adquieran los elementos mínimos de protección (como el casco), no se pregunta si la persona que adquiere la motocicleta tiene una licencia de conducir, o si se tiene el conocimiento necesario para poder manejar dicho medio de transporte.

Por lo que se necesita una gran regulación para la venta de motocicletas, ya que los accidentes aumentan año con año y en las calles y carreteras, no existen los elementos de seguridad para que transiten por estas.

En el mismo periodo de análisis y con los datos del INEGI, se tiene el siguiente número de víctimas en accidentes de tránsito.

Año	Muertos	Heridos
2004	5,087	128,433
2005	5,073	146,726
2006	5,542	149,340
2007	6,254	159,210
2008	7,455	155,173
2009	7,635	153,890
2010	7,144	144,033
2011	7,994	135,735
2012	5,469	128,949
2013	5,384	121,647
TOTAL	63,037	1,423,136

Tabla 2.5 Víctimas en accidentes de Tránsito del año 2004 al 2013

(Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.)

De la tabla anterior se puede concluir que en un periodo de menos de 10 años han muerto 63,037 personas, las cifras pueden no decir mucho, sin embargo para resaltar la gravedad del asunto, podemos hacer una comparativa con un accidente de un avión.

Si tomamos como base el avión Air Bus A380, el cual tiene una capacidad de 853 pasajeros, si comparamos con la cifra del número de muertos en el año 2013, **equivale a que en año 2013 cayeron o se accidentaron 6 Air Bus A380, si lo comparamos con todo el periodo de análisis equivale a que en menos de 10 años se estrellaron 74 aviones**; sin embargo impacta más una noticia de un accidente de avión a un accidente de tránsito, ya que la gente lo está adoptando como algo cotidiano y normal.

2.3.2. Accidentes de Tránsito según datos del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

A partir de la información enviada en archivos electrónicos por la Policía Federal (PF) que contiene los datos de accidentes registrados por dicho organismo en la Red Carretera Federal (RCF), para el 2012, a continuación se presenta un análisis realizado por el IMT sobre el contenido de la información recibida; con el objetivo de establecer una comparativa con los datos publicados por el INEGI.

Entidad	Accidentes			N° de muertos	N° de lesionados	Longitud en km	Índice de accidentes por kilómetro
	Con víctimas	Sin víctimas	Total				
Veracruz	1,063	923	1,986	419	2,033	3,708	0.536
Jalisco	964	662	1,626	337	1,834	3,115	0.522
México	786	768	1,554	297	1,613	1,740	0.893
Guanajuato	768	683	1,451	253	1,311	1,674	0.867
Michoacán	624	409	1,033	227	1,293	3,139	0.329
Puebla	573	548	1,121	219	1,147	1,658	0.676
Sonora	569	395	964	194	1,243	2,483	0.388
Chiapas	464	325	789	173	948	2,612	0.302
Chihuahua	360	280	640	160	657	2,972	0.215
Guerrero	438	301	739	152	887	2,518	0.294
Zacatecas	343	265	608	150	672	1,575	0.386
Durango	211	133	344	144	440	2,725	0.126
Coahuila	290	220	510	137	505	1,972	0.259
Nuevo León	381	433	814	136	701	1,764	0.461
Tabasco	360	456	816	134	637	659	1.238
San Luis Potosí	454	470	924	125	845	1,801	0.513
Sinaloa	364	213	577	124	629	1,559	0.37
Tamaulipas	289	288	577	123	530	2,701	0.214
Oaxaca	487	324	811	122	967	3,327	0.244
Nayarit	283	203	486	121	591	1,120	0.434
Hidalgo	266	299	565	109	486	1,319	0.428
Baja California	399	348	747	108	630	2,036	0.367
Tlaxcala	323	291	614	80	603	764	0.804
Morelos	228	329	557	75	386	499	1.116
Querétaro	261	303	564	71	464	614	0.919
Yucatán	204	249	453	65	387	1,598	0.283
Quintana Roo	228	311	539	64	381	1,344	0.401
Baja California S	254	293	547	60	409	1,431	0.382
Campeche	161	202	363	60	292	1,312	0.277
Aguascalientes	138	121	259	49	276	421	0.615
Colima	224	182	406	35	359	437	0.929
Distrito Federal	132	100	232	31	233	166	1.398
Total registrado	12,889	11,327	24,216	4,554	24,389	56,761	0.427

Tabla 2.6 Accidentes de tránsito en el año 2012
(Fuente: Nota No. 144 del IMT)

Las cifras reportadas por el IMT, son menores que las publicadas por el INEGI, en cuanto al número de muertos y heridos o lesionados, esto es debido a que el IMT, solo realizó el análisis con las partes de accidentes que proporciona la Policía Federal, el cual está limitado a carreteras federales, dejando a un lado las municipales y estatales.

Es preciso señalar que en base a la información del IMT, puede observarse que el Estado de Michoacán se encuentra a nivel nacional en el quinto lugar con un total de 1,033 accidentes con 227 muertos, con daños materiales de \$46,605.50 miles de pesos, en el 2012.

Puede considerarse la información del IMT, como análisis de las causas de accidentes que ocurren en la Red Federal y en base a ella proponer medidas correctivas.

2.4 Acciones para la prevención de accidentes.

Cada vez hay una mayor conciencia de que la situación actual en materia de seguridad vial constituye una crisis con repercusiones sociales y económicas devastadoras que ponen en peligro los logros que se han alcanzado recientemente en materia de salud y desarrollo. La seguridad vial no es una cuestión reciente, pero las actividades a nivel internacional han cobrado un nuevo impulso en el último decenio. Se han elaborado varios documentos que describen la magnitud de la situación de los traumatismos causados por el tránsito, sus efectos sociales, sanitarios y económicos, los factores de riesgo específicos y las intervenciones eficaces. Esos documentos han servido para impulsar la adopción de varias resoluciones en las que se exhorta a los estados miembros y a la comunidad internacional a que incluyan la seguridad vial como una cuestión política mundial, formulando recomendaciones específicas para tomar medidas. En las resoluciones se ha pedido un refuerzo de la cooperación internacional.

El Grupo de colaboración de las Naciones Unidas para la seguridad vial fue establecido en seguimiento de la resolución 58/289 de las Naciones Unidas, de abril de 2004, reconociendo la necesidad a que el sistema de las Naciones Unidas preste más apoyo a los esfuerzos destinados a afrontar la crisis de la seguridad vial en el mundo. En la resolución se invita a la OMS a que, cooperando estrechamente con las comisiones regionales de las Naciones Unidas, coordine las cuestiones de seguridad vial en el sistema de las Naciones Unidas. El Grupo está presidido por la Organización Mundial de la Salud, y las comisiones regionales de las Naciones Unidas ocupan la vicepresidencia de modo rotatorio. Desde 2004, el Grupo ha congregado a organizaciones internacionales, gobiernos, organizaciones no gubernamentales, fundaciones y entidades del sector privado para coordinar respuestas eficaces a las cuestiones relativas a la seguridad vial. Se trata de un mecanismo consultivo oficioso cuyos miembros se comprometen con los esfuerzos desplegados en materia de seguridad vial y que proporciona a los gobiernos y la sociedad civil orientaciones sobre prácticas adecuadas para afrontar los principales factores de riesgo en el ámbito de la seguridad vial.

Aun así, las iniciativas y los niveles de inversión actuales son insuficientes para detener o invertir el aumento previsto de las defunciones por accidentes de tránsito. El informe del Secretario General de las Naciones Unidas sobre la crisis mundial de la seguridad vial correspondiente a 2009 señala que, pese a los datos probatorios de que cada vez hay mayor concienciación sobre las cuestiones de seguridad vial y mayor compromiso para solucionarlas, la voluntad política y los niveles de financiación distan de guardar proporción con la escala del problema. El Secretario General de las Naciones Unidas ha

llegado a la conclusión de que la crisis requiere una visión ambiciosa, mayores inversiones y mejor colaboración, y pone de relieve la Primera Conferencia Ministerial Mundial sobre Seguridad Vial como una oportunidad importante para cristalizar los planes de acción y catalizar las medidas siguientes.

2.4.1 El Decenio de la Seguridad Vial.

La Comisión para la Seguridad Vial Mundial hizo un llamamiento en favor de un Decenio de Acción para la Seguridad Vial en su informe de 2009. La propuesta ha sido respaldada por una amplia gama de personalidades, así como por el Grupo de colaboración de las Naciones Unidas para la seguridad vial. El Secretario General de las Naciones Unidas, en su informe de 2009 presentado a la Asamblea General, alentaba a los Estados Miembros a que apoyaran los esfuerzos para establecer dicho Decenio, que brindaría una oportunidad para realizar actividades coordinadas y a largo plazo en apoyo de la seguridad vial a nivel local, nacional y regional.

Los asociados clave para la seguridad vial en el mundo convienen en que es el momento oportuno para acelerar las inversiones en la seguridad vial en los países de ingresos bajos y medianos, y para formular estrategias y programas de seguridad vial sostenibles que redefinan la relación entre las vías de tránsito y las personas, estimulen el uso del transporte público y modifiquen también la forma de medir los avances nacionales en las políticas de transporte. Se conocen los principales factores de riesgo y las medidas correctivas eficaces para hacerles frente. Se han establecido estructuras de colaboración para reunir a los actores internacionales clave, los financiadores y la sociedad civil, y existe un mecanismo de financiación para apoyar la aceleración de las inversiones y las actividades. **Los elementos clave que aún siguen faltando son recursos suficientes y voluntad política.**

Un Decenio ofrecería un marco temporal para tomar medidas destinadas a alentar el compromiso político y la asignación de recursos tanto a nivel nacional como mundial. Los donantes podrían utilizar el Decenio como estímulo para integrar la seguridad vial en sus programas de asistencia. Los países de ingresos bajos y medianos pueden utilizarlo para acelerar la adopción de programas de seguridad vial eficaz y rentable, en tanto que los países de ingresos altos pueden aprovecharlo para mejorar sus resultados en materia de seguridad vial, así como para compartir sus experiencias y conocimientos con los demás.

En marzo de 2010, la resolución 64/255 de la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el periodo 2011–2020 «Decenio de Acción para la Seguridad Vial» con el objetivo de estabilizar y, posteriormente, reducir las cifras previstas de víctimas mortales en accidentes de tránsito en todo el mundo, aumentando las actividades en los planos nacional, regional y mundial.

La resolución pide a los Estados Miembros que lleven a cabo actividades en materia de seguridad vial, particularmente en los ámbitos de la gestión de la seguridad vial, la infraestructura vial, la seguridad de los vehículos, el comportamiento de los usuarios de las vías de tránsito, la educación para la seguridad vial y la atención después de los accidentes. Si bien apoya el seguimiento periódico de los progresos hacia la consecución de las metas mundiales relacionadas con el Decenio, señala que las metas nacionales relativas a cada esfera de actividades deberían ser fijadas por cada Estado Miembro. La resolución pide que la Organización Mundial de la Salud y las comisiones regionales de

las Naciones Unidas, en cooperación con otros asociados del Grupo de colaboración de las Naciones Unidas para la seguridad vial y otros interesados, preparen un Plan mundial para el Decenio como documento orientativo que facilite la consecución de sus objetivos.



Figura 2.2 Logo del Decenio de la Seguridad Vial (ONU).

2.4.2 Finalidad y Objetivos específicos del Decenio de la Seguridad Vial.

La finalidad general del Decenio es **estabilizar y, posteriormente, reducir las cifras previstas de víctimas mortales en accidentes de tránsito en todo el mundo antes de 2020.**

Ello se logrará mediante:

- Adhesión a los principales acuerdos y convenciones y convenios conexos de las Naciones Unidas y aplicación plena de los mismos, y utilización de otros a modo de principios para promover las versiones regionales, según proceda;
- La formulación y ejecución de estrategias y programas de seguridad vial sostenibles;
- La fijación de una meta ambiciosa, pero factible, de reducción del número de muertos a causa de los accidentes de tránsito antes de 2020 basándose en los marcos vigentes de metas regionales relativas a las víctimas;
- El reforzamiento de la infraestructura y capacidad de gestión para la ejecución técnica de actividades de seguridad vial a nivel nacional, regional y mundial;
- El mejoramiento de la calidad de la recopilación de datos a nivel nacional, regional y mundial;
- El seguimiento de los avances y del desempeño a través de una serie de indicadores predefinidos a nivel nacional, regional y mundial;
- El fomento de una mayor financiación destinada a la seguridad vial y de un mejor empleo de los recursos existentes, en particular velando por la existencia de un componente de seguridad vial en los proyectos de infraestructura vial;
- Desarrollo de la capacidad a escala nacional, regional e internacional en materia de seguridad vial.

2.5 México ante el Decenio de la Seguridad Vial y las Acciones que está Emprendiendo.

México siendo parte integrante del decenio de la seguridad vial y para cumplir con los objetivos y compromisos asumidos: (estabilizar las cifras y reducir en un 50% los accidentes de tránsito); firmó un acuerdo en el que se da a conocer la “Estrategia Nacional de Seguridad 2011 – 2020”, firmado por los entonces Secretarios de Comunicaciones y Transportes y de Salud, Lic. Dionisio Arturo Pérez Jácome y José Ángel Córdova Villalobos, respectivamente.

ESTRATEGIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL 2011-2020

La presente Estrategia tiene como objetivo general reducir en un 50% las muertes, así como reducir al máximo posible las lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, promoviendo la participación de las autoridades de los tres niveles de gobierno, atendiendo a su ámbito de competencia y facultades, en la implementación de las siguientes acciones:

PRIMERA.- Coadyuvar en el fortalecimiento de la capacidad de gestión de la seguridad vial, a través de las siguientes actividades:

1. Promover la participación que corresponda a los tres niveles de gobierno entre sí, para implementar coordinadamente políticas o programas de seguridad vial, e involucrar a la sociedad civil, empresas y usuarios de las vías, en el desarrollo de estrategias nacionales, estatales y locales de seguridad vial que contengan metas e indicadores.
2. Promover la elaboración de un marco jurídico que permita sentar las bases para el establecimiento de las acciones y programas en materia de seguridad vial, así como los protocolos de coordinación para impulsar e instrumentar las políticas nacionales.
3. Promover la implementación de la Estrategia Nacional de Seguridad Vial con la participación de autoridades de los tres niveles de gobierno, donde se especifiquen las responsabilidades de cada uno de los actores así como la rendición de cuentas de cada uno de ellos, respecto a su ejecución.
4. Mejorar la calidad de los datos recolectados de la seguridad vial, a través de la operación del Observatorio Nacional de Seguridad Vial y de Observatorios Estatales y Municipales de Seguridad Vial.
5. Fortalecer la capacidad gerencial de los tomadores de decisiones que lideran las iniciativas de seguridad vial en todos los niveles de actuación.
6. Fortalecer la capacitación e investigación en seguridad vial.

SEGUNDA.- Participar en la revisión de la modernización de la infraestructura vial y de transporte más segura, a fin de impulsar:

1. La creación y/o mejora de la normatividad relacionada con el establecimiento de los criterios de seguridad vial en la infraestructura para las etapas de planeación, diseño y construcción de nuevos proyectos y vías en funcionamiento tanto en carreteras como en vialidades urbanas.
2. La mejora de la seguridad de la infraestructura vial urbana e interurbana.

3. La aplicación de tecnología para la mejora de la gestión del tránsito en vías urbanas e interurbanas.
4. El desarrollo de una movilidad segura y equitativa para los usuarios vulnerables.

TERCERA.- Fomentar el uso de vehículos más seguros, para lo cual se plantean las siguientes acciones:

1. Incorporar las normas mínimas de seguridad de los vehículos de motor desarrolladas en el Foro Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Armonización de Reglamentos sobre Vehículos (WP 29) de forma que éstos logren al menos ajustarse a las normas internacionales mínimas.
2. Promover la elaboración y adecuación de marcos normativos que aseguren que los vehículos que circulan y se comercialicen en el país (construcción, ensamblaje e importación) cuenten con los elementos mínimos de seguridad.
3. Mejorar los esquemas operativos para la renovación del parque vehicular del servicio público federal de carga y pasaje.
4. Dar a conocer al consumidor la información de la seguridad de los vehículos motorizados que se comercializan.
5. Promover la adopción de tecnologías más avanzadas que aumenten la seguridad de los conductores y ocupantes de los vehículos.
6. Desarrollar normativa basada en experiencia internacional que establezca los estándares mínimos de seguridad de los cascos para usuarios de motocicletas y bicicletas, así como de los sistemas de retención.
7. Desarrollar y fortalecer marcos normativos que permitan la creación, funcionamiento y sostenibilidad de centros de inspección técnica vehicular.
8. Promover medidas a nivel nacional y estatal para la inspección técnica vehicular que asegure que los vehículos en circulación cumplan con las características mínimas de seguridad.
9. Promover la capacitación a los responsables de la vigilancia y control para la identificación y evaluación de los vehículos en circulación.

CUARTA.- Mejorar el comportamiento de los usuarios de las vialidades incidiendo en los factores de riesgo que propician la ocurrencia de accidentes de tránsito, para lo cual se plantean las siguientes acciones:

1. Asegurar que la normatividad para la regulación de la movilidad y el tránsito considere la aplicación de medidas y programas para el control de los factores de riesgo.
2. Realizar campañas de comunicación que permitan sensibilizar e informar a la población sobre cada factor de riesgo, contextualizadas a los diferentes grupos poblacionales y a las prioridades locales.
3. Promover el fortalecimiento de la imagen policial de tránsito mediante la capacitación y programas de mejora continua además de su incorporación a las campañas informativas.
4. Promover el fortalecimiento de los programas de formación profesional técnica y gerencial de los cuerpos de policía.
5. Promover que las corporaciones policiales de tránsito cuenten con el equipo óptimo para la realización de sus funciones.

6. Crear y fortalecer redes nacionales y locales de directores y responsables del tránsito.
7. Asegurar el efectivo cumplimiento de la legislación por parte de los usuarios de las vías mediante la aplicación de intervenciones y controles basados en evidencia científica sobre cada uno de los principales factores de riesgo (no uso de cinturón de seguridad en todos los ocupantes, no uso de sistemas de retención infantil, conducción bajo la influencia de alcohol, no uso de casco de seguridad en motocicletas y bicicletas, conducción a velocidades inadecuadas y uso de distractores al conducir).
8. Implementar sistemas sancionadores efectivos, ágiles y transparentes.
9. Promover la integración de una base de datos nacional que consolide vehículos, licencias de conducir e infracciones que permitan a las autoridades competentes, llevar a cabo el control, seguimiento y sanción bajo el sistema de puntaje.
10. Desarrollar acciones de control, sanción, atención específica y rehabilitación para infractores reincidentes.
11. Fortalecer el marco normativo que permita contar con un sistema efectivo de expedición de licencias (formación y evaluación, protocolos de pruebas teórico prácticas, reglamentación para la certificación de escuelas privadas y públicas de conducir, instructores y evaluadores, conductores jóvenes y nóveles).
12. Promover la homogeneización de los tipos de licencias y los requisitos para la obtención de las mismas a nivel nacional.
13. Adecuar la normatividad para la expedición de licencias mediante la realización de pruebas psicofísicas, teóricas y prácticas específicas en establecimientos certificados.
14. Desarrollar manuales, guías y protocolos de las pruebas de evaluación teórico práctica.
15. Promover la incorporación de contenidos relacionados con la seguridad vial en los planes de estudios en los niveles de educación preescolar, básica y media superior.
16. Promover la instrumentación de programas dentro de las empresas con el objeto de fomentar la movilidad segura antes, durante y después de las jornadas de trabajo, tales como la capacitación a conductores, peatones, ciclistas y motociclistas y planes de mantenimiento preventivo de la flota vehicular.
17. Promover el fortalecimiento de la regulación y vigilancia de las jornadas de conducción y descanso de los conductores del transporte público de carga y pasajeros.
18. Certificar el estado de salud de los conductores en operación del transporte público y de carga y pasajeros urbano e interurbano.
19. Promover el uso de transportes alternos o no motorizados.
20. Aumentar el conocimiento sobre los factores de riesgo y la prevención de la seguridad vial a través de:
 - El establecimiento de días o semanas nacionales de la seguridad vial.
 - La integración de las entidades federativas de la región en la celebración del Día Mundial en Recuerdo de las víctimas de accidentes de tránsito.
 - El apoyo a las iniciativas de las organizaciones no gubernamentales en consonancia con las metas y objetivos de la década.
 - El desarrollo de encuentros nacionales de buenas prácticas en seguridad vial.

QUINTA.- Fortalecer la atención del trauma y de los padecimientos agudos mediante la mejora de los servicios de atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria a través de:

1. La revisión y en su caso adecuación del marco normativo, en materia de atención pre-hospitalaria.
2. La elaboración e implementación de guías de práctica clínica y protocolos de manejo que permitan mejorar la calidad de la atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria.
3. El desarrollo, promoción e implantación de programas de capacitación para el personal de salud, responsable de la atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria.
4. Analizar, proponer y en su caso implantar esquemas innovadores que permitan apoyar el financiamiento de la atención, rehabilitación e integración de las víctimas derivadas de accidentes de tránsito.
5. Fortalecer las acciones del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, promoviendo la participación de autoridades de los tres niveles de gobierno, así como de la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales y usuarios de la red carretera federal y vialidades urbanas.

2.5.1. Acciones que se están emprendiendo para mejorar la seguridad vial a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Para cumplir con el compromiso y en particular a la Segunda Estrategia de la Seguridad Vial, que se enfoca en la modernización de la infraestructura vial, la SCT está realizando las siguientes acciones.

a) ACTUALIZACIÓN DE NORMAS

El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, considerando que es necesario normalizar el uso y aplicación de los sistemas de señalización y dispositivos de protección vial en las carreteras y vialidades urbanas, para que se proporcione a los usuarios condiciones adecuadas de seguridad vial, ha expedido las siguientes normas oficiales mexicanas:

NOM-008-SCT2-2013, Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas. Esta norma establece los criterios para la selección y colocación de amortiguadores de impacto.

NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Establece los criterios generales que han de considerarse para diseñar e implantar el señalamiento vial de las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal.

NOM-037-SCT2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas. Establece los criterios generales que han de considerarse para el diseño y colocación de barreras de protección en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, así como establecer la designación, definición y utilización de los diversos elementos que conforman dichas barreras.

A estas normas se adicionan dos que habían sido publicadas antes de comenzar el decenio de la seguridad vial, siendo las normas:

NOM-086-SCT2-2009, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. Establece los requisitos generales que han de considerarse para diseñar e implantar el señalamiento y los dispositivos de protección en zonas de obras en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal. Y a Julio de 2015 se tiene el proyecto de actualización de esta NOM.

NOM-036-SCT2-2009, Rampas de Emergencia para frenado en carreteras. Establece los criterios generales que han de considerarse para el diseño y construcción de las rampas de emergencia para frenado en carreteras.

b) AUSCULTACIÓN DE LA RED FEDERAL

La conservación de la Red Federal de Carreteras a través del tiempo se ha realizado mediante esquemas puntuales de intervención que contemplan acciones locales de mantenimiento. Esto es, no consideran a la red federal en todo su entorno. Así, para tramos de 5 kilómetros, solamente se analizan tramos representativos de la Red, evaluados de forma subjetiva, para tomar decisiones de largo plazo; por ejemplo, en el caso de la evaluación estructural de los pavimentos, solamente se miden deflexiones en una sección de la carretera de 500 m de un tramo de 5 km y los resultados se hacen representativos de toda la longitud del tramo. De igual forma, los espesores y tipo de material, que en conjunto con las deflexiones sirven de base para predecir la vida útil del pavimento, se obtienen con una frecuencia menor a la que se necesita para tomar una buena decisión. En consecuencia, la planeación de los trabajos de conservación resulta insuficiente.

Las acciones que se han venido implementado a la fecha, son de carácter correctivo, es decir, hay que esperar a que ocurran los accidentes, hacer los reportes, analizar la información que se genera a partir de los mismos, para elaborar una clasificación con base en el tipo de accidente y finalmente seleccionar aquellos puntos de la carretera que presentan una frecuencia alta de accidentes, los cuales se incluyen en el Programa Nacional de Puntos de Conflicto.

Por ello, se requiere modificar el modo de evaluación y planeación, a partir del análisis y priorización de los tramos que componen la red, tomando en cuenta los aspectos que deterioran sus características funcionales, estructurales y de seguridad vial. Bajo este contexto, la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT, ha definido dos líneas de acción para detectar en forma oportuna la problemática que incide en el deterioro de las carreteras y definir las soluciones más convenientes. **Ambas líneas contemplan la auscultación de toda la red de forma continua, mediante el uso de equipos de alto rendimiento, para obtener los indicadores de desempeño que requiere la planificación y gestión de la conservación y de la seguridad vial.**

La primera línea de trabajo consiste en obtener **parámetros funcionales de la red**, que permitan su clasificación a través del nivel de servicio y confort que brindan al usuario.

Dentro de estos parámetros se encuentran el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Profundidad de Roderas (PR), Deterioros y Coeficiente de Fricción, los cuales, dan una idea inmediata de daños en las carreteras para que se puedan generar acciones preventivas para su solución, ya que de no detectarse y atenderse bajo este esquema, su solución demandará mayores inversiones en el largo plazo.

El IRI y la PR definen las irregularidades longitudinales y transversales que se presentan en la superficie de las carreteras y que afectan directamente el confort de los usuarios y el traslado de mercancías. Si estos indicadores presentan valores altos, el usuario registra sobresaltos y cambios bruscos en su traslado que hacen incómodo e inseguro su viaje, en tanto que las mercancías pueden dañarse por las sacudidas que ocurran a lo largo del traslado, sin contar con los mayores costos de operación que enfrentan los consumidores y usuarios de la red.

Los deterioros en las carreteras reflejan dos tipos de problemas.

- El primero nos dice que si el deterioro aparece con gran frecuencia y afecta zonas extensas de la superficie, puede ser un problema de tipo estructural que requiera para su solución de mayores estudios e inversiones.
- El segundo refleja una problemática inicial en la superficie de rodamiento, que si se atiende en forma oportuna, evita caer en la situación antes expuesta.

El coeficiente de fricción es un parámetro relacionado directamente con la seguridad del usuario, ya que define las condiciones de adherencia superficial entre los neumáticos y la superficie del pavimento. A partir de su obtención se pueden desarrollar acciones preventivas para mejorar la microtextura y evitar el acuaplaneo de los vehículos en condiciones críticas de pavimento mojado, entre otras.

Otra de las vertientes de la *primera línea de acción* son los parámetros estructurales. Su obtención está orientada a mantener la red en niveles óptimos de operación que permitan el flujo continuo de personas y mercancías, reduciendo los sobrecostos del transporte que genera la mala calidad de la estructura de los pavimentos. Estos parámetros son las deflexiones, que miden la respuesta estructural de los pavimentos a la acción de las cargas del tránsito; en forma complementaria se evalúan los espesores y las características de los materiales que componen la estructura de los pavimentos. Con los tres se calculan los módulos elásticos de cada una de las capas y se predice la vida útil remanente de los pavimentos y con ello, se pueden planificar los trabajos más convenientes de conservación desde el punto de vista técnico y económico.

La segunda línea de acción es de carácter preventivo y está enfocada a evaluar los aspectos que inciden directamente en la seguridad vial de los usuarios. Se analizan 58 elementos que afectan la seguridad y su frecuencia de aparición en la infraestructura carretera, posteriormente se detectan los puntos específicos en los cuales se requiere implementar acciones que disminuyan el riesgo de accidentes. A partir de dichos elementos, se clasificará la red federal de carreteras con base en su nivel de seguridad y se implementarán las acciones necesarias para lograr que alcance el máximo nivel de

seguridad. Esta línea de acción será desarrollada ampliamente en el capítulo IV de esta Tesis.

La gestión de la conservación y de la seguridad vial de la infraestructura carretera, en su forma tradicional, tiene un importante componente subjetivo. Los insumos que se obtienen para su evaluación son insuficientes y ésta es inoportuna, debido a la utilización de información parcial que se obtiene durante períodos prolongados, a lo largo de los cuales ocurren percances.

Para efectuar una planeación integral, eficiente y confiable de la conservación y de la seguridad vial, se requiere trabajar con indicadores funcionales, estructurales y de seguridad, haciendo uso de nuevas tecnologías y equipos de alto rendimiento, así como de programas que permitan manejar y procesar la información de toda la red, en tiempos razonables **para una red de más de 40 mil km.**

En el año 2012 se inició el programa de Auscultación, el cual año con año lo ha venido realizando la SCT, del cual en Michoacán se tomaron las siguientes imágenes de los equipos de alto rendimiento.

b.1 EQUIPO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA SEGURIDAD VIAL.

Estos equipos lo denominan con el nombre de “Angel Naranja”. Con este equipo se hace el recorrido en la red federal, y se van tomando imágenes a cada 20m, para posteriormente realizar la evaluación de los elementos que inciden en la seguridad vial y realizar la clasificación por estrellas mediante la metodología iRAP (International Road Assessment Programme), la cual será explicada ampliamente en el capítulo IV, incluyendo el equipamiento de estos vehículos. Durante el recorrido se van registrando elementos importantes como puentes, algunos postes de kilometraje, alcantarillas y demás elementos que resulten significativos dado que su registro se hace con equipo GPS, para obtener sus coordenadas geográficas.



Foto 2.1 y 2.2. Exterior del vehículo de alto rendimiento, tipo Van.



Foto 2.3 y 2.4. Interior de Vehículo de alto rendimiento, Tipo Van.

b.2 EQUIPO PARA EL LEVANTAMIENTO DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN.

El levantamiento del coeficiente de fricción se realiza con el equipo denominado Mu Meter, el cual es remolcado por una camioneta que contiene un tanque de agua, ya que al circular el vehículo va tirando agua para humedecer el pavimento y tomar los datos con un equipo de computo que se encuentra dentro del vehículo. La velocidad del vehículo que remolca al Mu Meter es de alrededor de 80 km/hr.



Foto 2.5 y 2.6. Equipo Mu Meter, remolcado por camioneta



Foto 2.7 y 2.8 Computadora para registrar las mediciones y GPS para georeferenciar la información del Mu Meter.

b.3 EQUIPO PARA LA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.

Para la evaluación estructural del pavimento se utiliza un equipo que mide la respuesta del pavimento al aplicarle una carga, con la cual se forma una cuenca de deflexiones. Este equipo se denomina “Deflectómetro de Impacto”.

El deflectómetro cuenta con 7 sensores y es remolcado por un vehículo; las mediciones se realizan a cada 200m.

La forma en la que se toman las mediciones es aplicando la carga tres veces, ya que la primera es para ajustar el terreno, la segunda para calibrar y medir y la tercera para corroborar que la lectura es correcta, para obtener posteriormente la cuenca de deflexiones.



Foto 2.9 y 2.10 Deflectómetro Dynatest remolcado por vehículo.



Fotos 2.11 y 2.12. Computadora donde se registran las lecturas y madrina del vehículo.

b.4 CURVIÁMETRO.

El Curviámetro es un equipo de alto rendimiento para la medida de deflexiones y radios de curvatura de los pavimentos de carreteras, aeropuertos y plataformas de ferrocarril.

El equipo está montado sobre un camión de dos ejes, estando el eje gemelo trasero lastrado con una carga que se puede ajustar a voluntad entre 8 t y 13 t.

Las medidas se realizan a una velocidad de 5 m/s (18 km/h) y se repiten cada 5 m. En cada punto se determina la deformada del pavimento sobre una longitud de 4 m. De estos, 3 m corresponden a la parte por detrás del eje trasero, en donde hay mínima influencia de la rueda delantera. Posteriormente los datos de deflexiones y radios de curvatura se procesan normalizándose a Viga Benkelman y corrigiéndolos por Temperatura y Humedad para la tramificación en zonas homogéneas.

El camión marca volvo, cuenta con el siguiente equipo:

- Dos cámaras instaladas, una en la parte frontal, lado izquierdo y otra en la parte trasera del vehículo, para observar que la cadena con forma de oruga y adaptada de sensores no sean pisados por las llantas traseras.
- Fuentes de alimentación para los diferentes equipos utilizados para el levantamiento.
- Instrumento de Posicionamiento Global (GPS).
- Distanciómetro.
- Equipo para la identificación y medición de la profundidad de Roderas (curviámetro).
- Dos computadoras en torre, para recabar la información.
- En la cabina del conductor un equipo de GPS y un monitor de la cámara frontal para ubicar o referenciar los puentes, alcantarillas, poblados, postes de kilometraje, entre otros.



Fotos 2.13 y 2.14 Vista general del curviametro



Fotos 2.15 y 2.16 Centro de carga para el levantamiento de la información y cámara trasera.



Fotos 2.17 y 2.18. Computadora para monitoreo y verificación de la información recabada por los sensores y cámaras instaladas



Foto 2.19 Equipo de mando para la operación



Foto 2.20 Vehículo en operación

b.5 EQUIPO PARA LA MEDICIÓN DE: IRI, RODERAS, MACRO TEXTURA Y DETERIOROS, PENDIENTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

Para la lectura de los datos mencionados, se utiliza el mismo vehículo que se usa para la evaluación de los elementos que inciden en la seguridad vial, el denominado “Ángel Naranja”, ya que está provisto de varios sensores que permiten la obtención de los distintos elementos.



Foto 2.21 Vista General



Foto 2.22 Vista General



Foto 2.23 Sensores con los que cuenta el vehículo.



Foto 2.24 y 2.25 Cámaras con las cuenta el vehículo para la toma de imágenes

2.5.2. Análisis de la información.

Una vez que se ha levantado en campo la información de todos los elementos del pavimento, esta es procesada por cada empresa correspondiente, y es integrada en la Dirección General de Servicios Técnicos, la cual a su vez la envía a los Centros SCT de cada estado para que sea analizada y con ello elaborar:

- Programas de Conservación de Carreteras.
- Calificación del Estado Físico de la Red.
- Propuestas de Puntos de Conflicto.
- Análisis de la Seguridad Vial.
- Mejoras en materia de Seguridad Vial en la Red, entre otros.

Actualmente, esta información solo está disponible para personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sin embargo la DGST, está elaborando una plataforma de acceso al público para que pueda ser consultada por cualquier usuario en un futuro próximo.

Con estas acciones que está emprendiendo la SCT, se pretende cumplir con el compromiso asumido ante la ONU y mejorar las condiciones de infraestructura carretera.

CAPÍTULO III.- EL SEÑALAMIENTO Y LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE VELOCIDAD.

3.1.- Introducción

El señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes; tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, así como otros elementos, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas; denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía; prevenir sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza; regular el tránsito señalando la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen su uso; guiar oportunamente a los usuarios a lo largo de sus itinerarios, indicando los nombres y ubicaciones de las poblaciones, los lugares de interés y las distancias en kilómetros, e informando sobre la existencia de servicios o de lugares de interés turístico o recreativo, transmitiéndoles indicaciones relacionadas con su seguridad y con la protección de las vías de comunicación, para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, por lo que, con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, dicho sistema debe ser uniforme en todo el territorio nacional, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

3.2.- Definiciones

Arroyo vial

Franja destinada a la circulación de los vehículos, delimitada por los acotamientos o las banquetas.

Carretera

Camino público, ancho y espacioso, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos, con o sin accesos controlados, que puede prestar un servicio de comunicación a nivel nacional, interestatal, estatal o municipal.

Señalamiento

Conjunto integrado de marcas y señales que indican la geometría de las carreteras y vialidades urbanas, así como sus bifurcaciones, cruces y pasos a nivel; previenen sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza; regulan el tránsito indicando las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de esas vías públicas; denotan los elementos estructurales que están instalados dentro del derecho de vía; y sirven de guía a los usuarios a lo largo de sus itinerarios. Se clasifica en:

Señalamiento horizontal

Es el conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas o dispositivos.

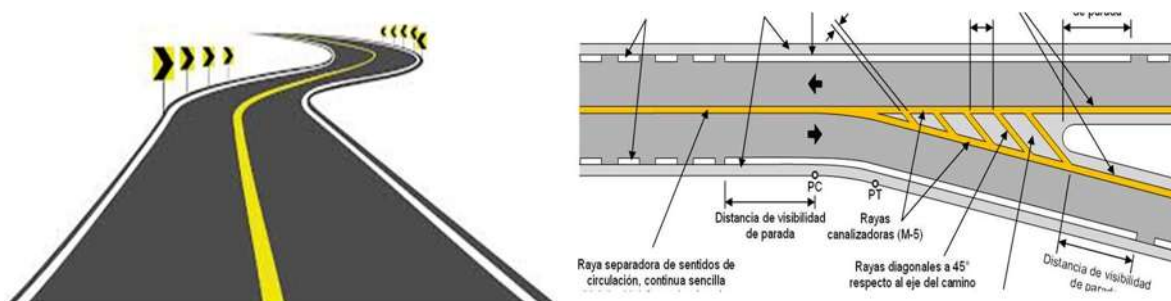


Figura 3.1 Señalamiento horizontal.

Señalamiento vertical

Es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su propósito, las señales son:

Preventivas: Cuando tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.

Restrictivas: Cuando tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad.

Informativas: Cuando tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Turísticas y de servicios: Cuando tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo.

Diversas: Cuando tienen por objeto encauzar y prevenir a los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas, pudiendo ser dispositivos diversos que tienen por propósito indicar la existencia de objetos dentro del derecho de vía y bifurcaciones en la carretera o vialidad urbana, delinear sus características geométricas, así como advertir sobre la existencia de curvas cerradas, entre otras funciones.



Señales Preventivas

Señales Restrictivas

Señales Turísticas y de Servicios

Figura 3.2 Señales verticales.

Clasificación

Las señales verticales, según su función, se clasifican como se indica en la tabla 3.1

Según su estructura de soporte, las señales verticales se clasifican en:

Señales bajas

- En un poste
- En dos postes

Señales elevadas

- Bandera
- Bandera doble
- Puente

Clasificación	Tipos de Señales
SP	Señales Preventivas
SR	Señales Restrictivas
SI	Señales Informativas
SII	Señales informativas de identificación
	* De nomenclatura
	* De ruta
	* De distancia en kilómetros
SID	Señales informativas de destino
	* Previas
	* Diagramáticas
	* Decisivas
	* Confirmativas
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general
STS	Señales turísticas y de servicios
SIT	Señales turísticas
SIS	Señales de Servicios
OD	Señales diversas
OD-5	Indicadores de Obstáculos
OD-6	Indicadores de alineamiento
OD-8	Reglas y tubos guía para vados
OD-12	Indicadores de curvas peligrosas
OD-13	Señales de mensaje cambiabile

Tabla 3.1 Clasificación funcional del Señalamiento Vertical.

Velocidad de operación

Es la velocidad adoptada por los conductores bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la carretera. Se caracteriza por una variable aleatoria, cuyos parámetros se estiman a partir de la medición de las velocidades de los vehículos que pasan por un tramo representativo de la carretera bajo las condiciones prevalecientes (velocidades de punto). Para fines deterministas, suele designarse la velocidad de operación por el percentil 85*** de las velocidades de punto. En vialidades urbanas en operación se refiere a la velocidad establecida por las autoridades correspondientes en los reglamentos de tránsito.

*** Se conoce como percentiles, a los 99 valores que dividen una serie (ordenada en forma creciente o decreciente), en 100 partes iguales. Un percentil equivale al 1% total de las observaciones de una serie estadística. El percentil 85, corresponde al 85% de las observaciones de una serie

Velocidad de proyecto

Es la velocidad de referencia para dimensionar ciertos elementos de la carretera o vialidad urbana. Se fija de acuerdo con la función de la carretera o vialidad urbana, la velocidad deseada por los conductores y restricciones financieras.

Vialidad urbana

Conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos. Se clasifican en:

Vía de tránsito vehicular

Espacio físico destinado exclusivamente al tránsito de vehículos, que según sus características y el servicio que presta, puede ser:

Vía primaria: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia.

Vía de circulación continua: Vía primaria cuyas intersecciones generalmente son a desnivel; las entradas y las salidas están situadas en puntos específicos, con carriles de aceleración y desaceleración. En algunos casos cuentan con calles laterales de servicio en ambos lados de los arroyos centrales separados por camellones. Estas vías pueden ser:

Anular o periférica: Vía de circulación continua perimetral, dispuesta en anillos concéntricos que intercomunican la estructura vial en general.

Radial: Vía de circulación continua que parte de una zona central hacia la periferia y está unida con otras radiales mediante anillos concéntricos.

Viaducto: Vía de circulación continua, de doble circulación, independiente una de la otra y sin cruces a nivel.

Arteria principal: Vía primaria cuyas intersecciones son controladas por semáforos en gran parte de su longitud, que conecta a los diferentes núcleos de la zona urbana, de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables. Puede contar con intersecciones a nivel o desnivel, de uno o dos sentidos de circulación, con o sin faja separadora; puede contar con carriles exclusivos para el transporte público de pasajeros, en el mismo sentido o en contraflujo. Las arterias principales pueden ser:

Eje vial: Arteria principal, generalmente de sentido único de circulación preferencial, sobre la que se articula el sistema de transporte público de superficie y carril exclusivo en el mismo sentido o en contraflujo.

Avenida primaria: Arteria principal de doble circulación, generalmente con camellón al centro y varios carriles en cada sentido.

Paseo: Arteria principal de doble circulación de vehículos con zonas arboladas, longitudinales y paralelas a su eje.

Calzada: Arteria principal que al salir del perímetro urbano, se transforma en carretera, o que liga la zona central con la periferia urbana, prolongándose en una carretera.

Vía secundaria: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular no continuo, generalmente controlado por semáforos entre distintas zonas de la ciudad. Estas vías pueden ser:

Avenida secundaria o calle colectoras: Vía secundaria que liga el subsistema vial primario con las calles locales; tiene características geométricas más reducidas que las arterias principales, pueden tener un tránsito intenso de corto recorrido, movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga, y acceso a las propiedades colindantes.

Calle local: Vía secundaria que se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a las calles colectoras; los recorridos del tránsito son cortos y los volúmenes son bajos; generalmente son de doble sentido. Pueden ser:

Residencial: Calle en zona habitacional.

Callejón: Vía secundaria de un solo tramo, en el interior de una manzana con dos accesos.

Cerrada: Vía secundaria en el interior de una manzana, con poca longitud, un solo acceso y doble sentido de circulación.

Privada: Vía secundaria localizada en el área común de un predio y de uso colectivo de las personas propietarias o poseedoras del predio.

Terracería: Vía secundaria abierta a la circulación vehicular y que no cuenta con ningún tipo de pavimento.

Ciclovía

Vía pública para circulación en bicicleta. Una ciclovía puede ser:

Confinada: En la que sólo se permite el acceso en puntos específicos. Normalmente se ubican en los camellones o fajas separadoras.

Compartida: En la que no existe control de acceso y normalmente comparten el arroyo vial de las carreteras y vialidades urbanas.

Separada: La que opera fuera del arroyo vial de las carreteras y vialidades urbanas, normalmente se ubican en áreas turísticas y recreativas.

Los requisitos generales que debe reunir un señalamiento son:

- Satisfacer una necesidad importante
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro
- Imponer respeto a los usuarios del camino
- Estar en un lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar

3.3 Dispositivos de Control de Velocidad.

Son elementos que se instalan en la superficie del pavimento en posición transversal al eje del camino, que combinados entre sí y con otros elementos de señalamiento horizontal y vertical, constituyen un sistema de control de velocidad que contribuye a que los conductores reduzcan la velocidad a la que circulan sus vehículos, para disminuir la ocurrencia de accidentes en aquellos sitios no regulados por semáforos, en los que las autoridades no puedan ejercer un control adecuado de velocidad por carecer de recursos y donde habitualmente se excedan los límites de velocidad permitidos, particularmente en áreas de conflicto, tales como:

- Cruce de peatones en intersecciones y zonas escolares, de hospitales, comerciales, residenciales o cualquier otra donde sea necesario proteger el flujo peatonal.
- Aproximaciones a zonas urbanas, a intersecciones a nivel con otra carretera o vialidad de mayor importancia o con una vía de ferrocarril, a curvas peligrosas, a casetas de cobro y estaciones de cuerpos de emergencia, como bomberos y ambulancias, entre otros.
- Tramos con pendientes pronunciadas.

Los alertadores de salida del camino son vibradores que se forman en acotamientos y en las franjas separadoras centrales con el propósito de provocar vibraciones y un efecto sonoro en el vehículo que los atraviesa o circula sobre ellos, para avisar al conductor que está abandonando la calzada e invitarlo a rectificar su trayectoria, por lo que también se le conoce como vibradores de bandas.

3.3.1 Rayas logarítmicas Realizadas

Son las rayas con espaciado logarítmico, realizadas o complementadas con botones metálicos, para producir la ilusión óptica y auditiva que el vehículo se acelera, induciendo al conductor a disminuir su velocidad.

Color: estas rayas serán de blanco reflejante.

Ancho de la raya: tendrán 60 cm de ancho y se colocarán de forma transversal al eje de la carretera en el sentido de circulación como se muestra en la figura 3.3.

Longitud. La Longitud total de la zona por marcar, el número de rayas y su separación se determinarán en función de la diferencia entre la velocidad requerida por la restricción y la velocidad de proyecto en el caso de una carretera nueva, o de operación en una vialidad en uso. (Véase tabla 3.2)

	DIFERENCIA DE VELOCIDADES (KM/H)/ NÚMERO DE LÍNEAS REQUERIDAS						
	20/13	30/20	40/26	50/32	60/38	70/44	80/51
SEPARACIÓN ENTRE RAYAS	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25
	11.75	12.55	13.10	13.50	13.70	13.90	14.05
	9.55	10.70	11.50	12.05	12.50	12.80	13.05
	8.05	9.30	10.25	10.90	11.45	11.85	12.15
	6.95	8.25	9.25	10.00	10.60	11.05	11.40
	6.10	7.40	8.40	9.20	9.80	10.30	10.70
	5.50	6.70	7.70	8.50	9.15	9.70	10.10
	4.95	6.10	7.15	7.95	8.60	9.15	9.60
	4.50	5.65	6.60	7.40	8.10	8.65	9.10
	4.15	5.25	6.20	7.00	7.65	8.20	8.65
	3.85	4.85	5.80	6.60	7.25	7.80	8.25
	3.55	4.55	5.45	6.25	6.90	7.45	7.90
		4.30	5.15	5.90	6.55	7.10	7.55
		4.05	4.90	5.60	6.25	6.80	7.25
		3.85	4.65	5.35	6.00	6.55	7.00
		3.65	4.45	5.10	5.75	6.30	6.75
		3.45	4.25	4.90	5.50	6.05	6.50
		3.30	4.05	4.70	5.30	5.80	6.25
		3.15	3.90	4.50	5.10	5.60	6.05
			3.75	4.35	4.90	5.40	5.85
			3.6	4.20	4.75	5.25	5.65
			3.45	4.05	4.60	5.10	5.50
			3.3	3.90	4.45	4.95	5.35
			3.2	3.75	4.30	4.80	5.20
			3.1	3.65	4.20	4.65	5.05
				3.55	4.10	4.50	4.90
				3.45	4.00	4.35	4.75
				3.35	3.90	4.25	4.65
				3.25	3.80	4.15	4.55
				3.15	3.70	4.05	4.45
				3.10	3.60	3.95	4.35
					3.5	3.85	4.25
				3.4	3.75	4.15	
				3.3	3.65	4.05	
				3.2	3.55	3.95	
				3.1	3.45	3.85	
				3.05	3.35	3.75	
					3.3	3.65	
					3.25	3.55	
					3.2	3.45	
					3.15	3.40	
					3.1	3.35	
					3.05	3.30	
						3.25	
						3.20	
						3.15	
						3.10	
						3.05	
						3.00	
						2.95	
SUMA 1	84.15	122.30	158.40	194.40	231.25	266.35	304.20
SUMA 2	91.95	134.30	174.00	213.60	254.05	292.75	334.80

Tabla 3.2 Separación entre rayas con espaciamento logarítmico.

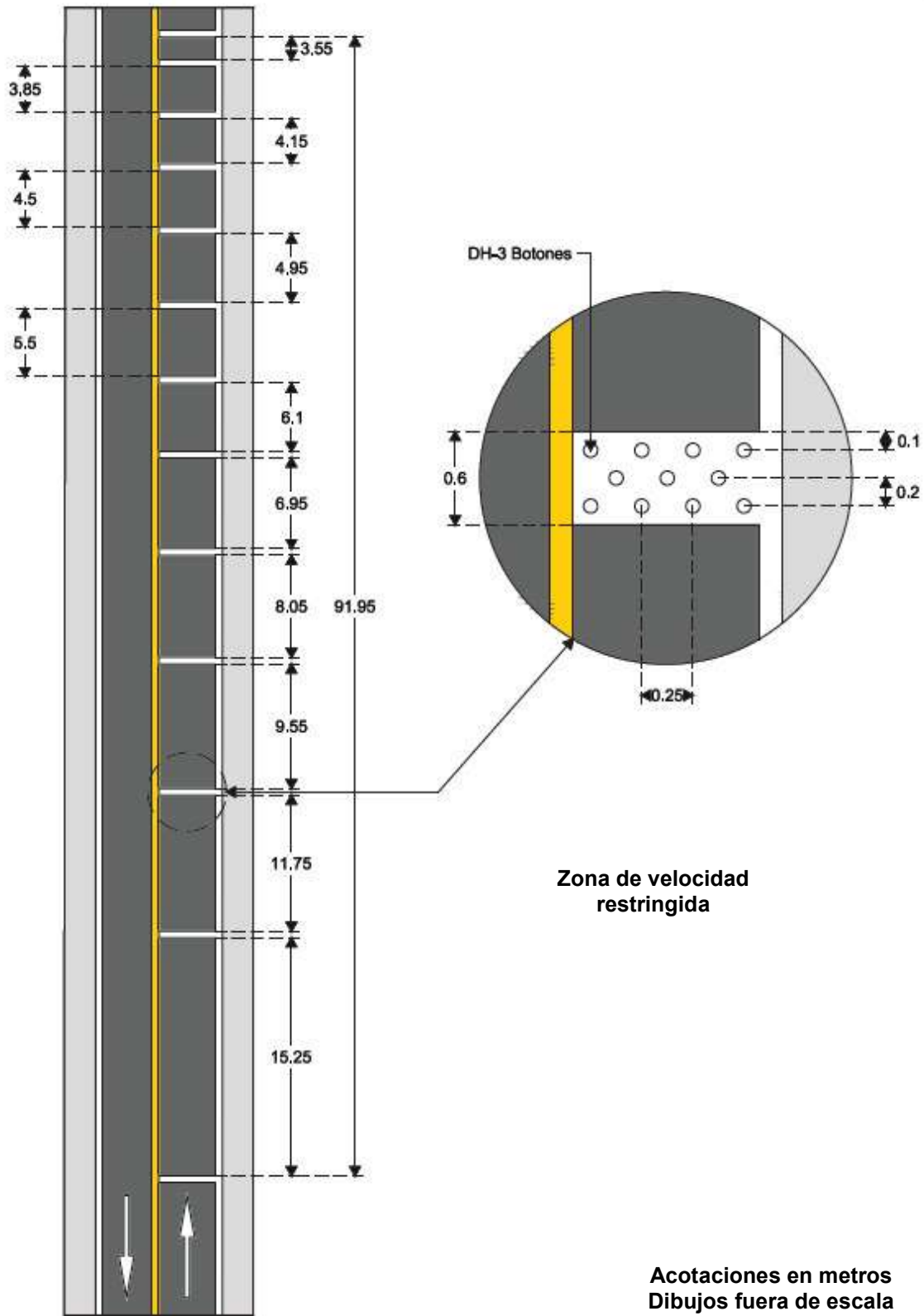


Figura 3.3. Rayas con espaciamiento logarítmico para una velocidad de entrada de 60 km/hr y velocidad de salida de 40 km/hr.

3.3.2 Vibradores.

Son dispositivos que se colocan o construyen en el pavimento para producir variaciones en la superficie de rodadura, con el propósito de provocar vibraciones y un efecto sonoro en el vehículo que los atraviesa o circula sobre ellos, alertando así al conductor sobre la existencia de algún peligro potencial para que reduzca su velocidad o rectifique su trayectoria. Según el tipo y utilización se clasifican como se indica en la tabla 3.3

Clasificación	Tipos de Vibrador
OD-10.1	Vibrador de Botones
OD-10.2	Vibrador monolíticos
OD-10.3	Alertadores de Salida del camino

Tabla 3.3 Clasificación de los Vibradores.

Los vibradores de botones (OD-10.1) y los vibradores monolíticos (OD-10.2) se colocan para anunciar la proximidad a una área de conflicto, con el propósito de advertir al conductor, mediante la vibración y el ruido que se produce al cruzarlos, sobre el peligro potencial de que se trate. Los alertadores de salida del camino (OD-10.3) se colocan en los acotamientos y franjas separadoras centrales, con el propósito de alertar al conductor, mediante los efectos dinámicos y sonoros que se producen al circular sobre ellos, cuando su vehículo se esté saliendo del arroyo vial, para que pueda rectificar oportunamente su trayectoria, principalmente en aquellos tramos donde, por las características del camino o por agotamiento, es posible o frecuente que los conductores dormiten.

3.3.2.1 Vibrador de Botones (OD-10.1)

Los vibradores de botones se integran con los botones metálicos, con un diámetro del orden de 10 centímetros, una superficie de contacto no mayor de 100 centímetros cuadrados y una altura no mayor de 2 centímetros, dispuestos en tresbolillo, como se muestra en la Figura 3.4

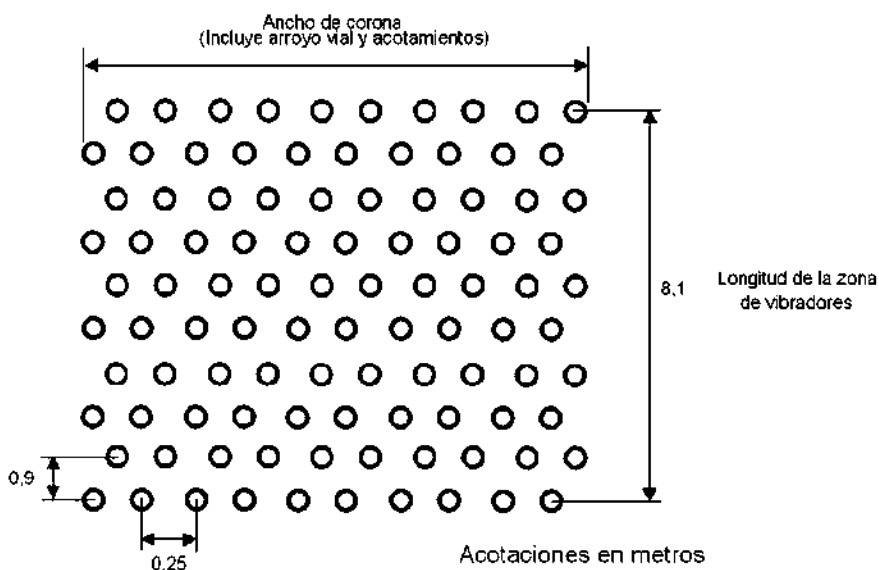


Figura 3.4 Distribución de botones metálicos en zona de vibradores.

3.3.2.2 Vibrador Monolítico (OD-10.2)

Son estructuras onduladas de concreto hidráulico simple; pueden ser preconstruídas o coladas en el lugar, sobre el material de la base o de la sub base, sin sobresalir de la superficie de rodadura, con la forma y dimensiones mostradas en la Figura 3.5.

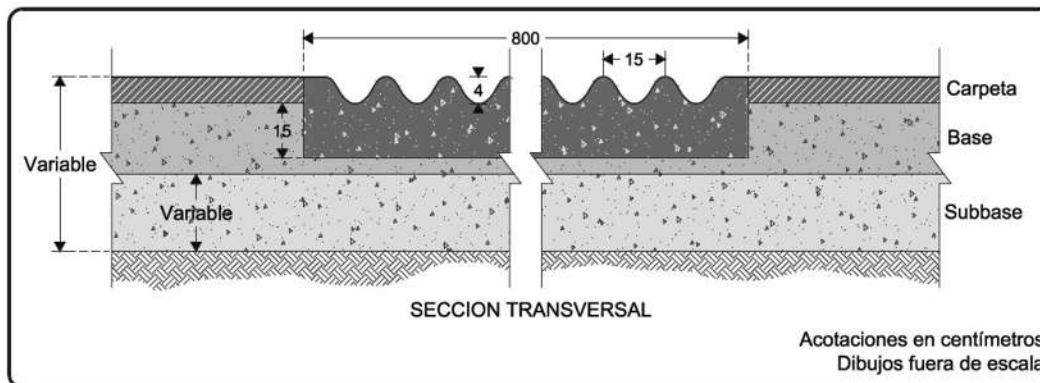


Figura 3.5 Vibrador Monolítico
(Fuente Normativa para la Infraestructura del Transporte NIT)

3.3.3 Alertadores de Salida de Camino (OD-10.3)

Se forman estampando, en los acotamientos y en las franjas separadoras centrales, un patrón de ranuras hechas mediante el desbaste marginal del pavimento con una máquina fresadora especial.

Las ranuras son de forma rectangular y sección transversal cóncava, de 18 centímetros de ancho por 30 centímetros de largo y 1.3 centímetros de profundidad, con una tolerancia para estas dimensiones de 4.5%. Su eje mayor se dispone perpendicularmente al eje del camino. La separación entre ranuras es de 30 centímetros de eje a eje y se ubican a 30 centímetros de la raya en la orilla del arroyo vial, como se muestra en la Figura 3.6.

Las ranuras se estampan en forma continua en toda la longitud del alertador de salida del camino, cuando se trata de acotamientos y franjas separadoras con pavimento asfáltico. Cuando el pavimento es de concreto hidráulico, las ranuras se distribuyen en grupos centrados en las losas, en la dirección del tránsito, de forma que, cuando menos en los 30 centímetros adyacentes a las juntas transversales no se desbaste el concreto

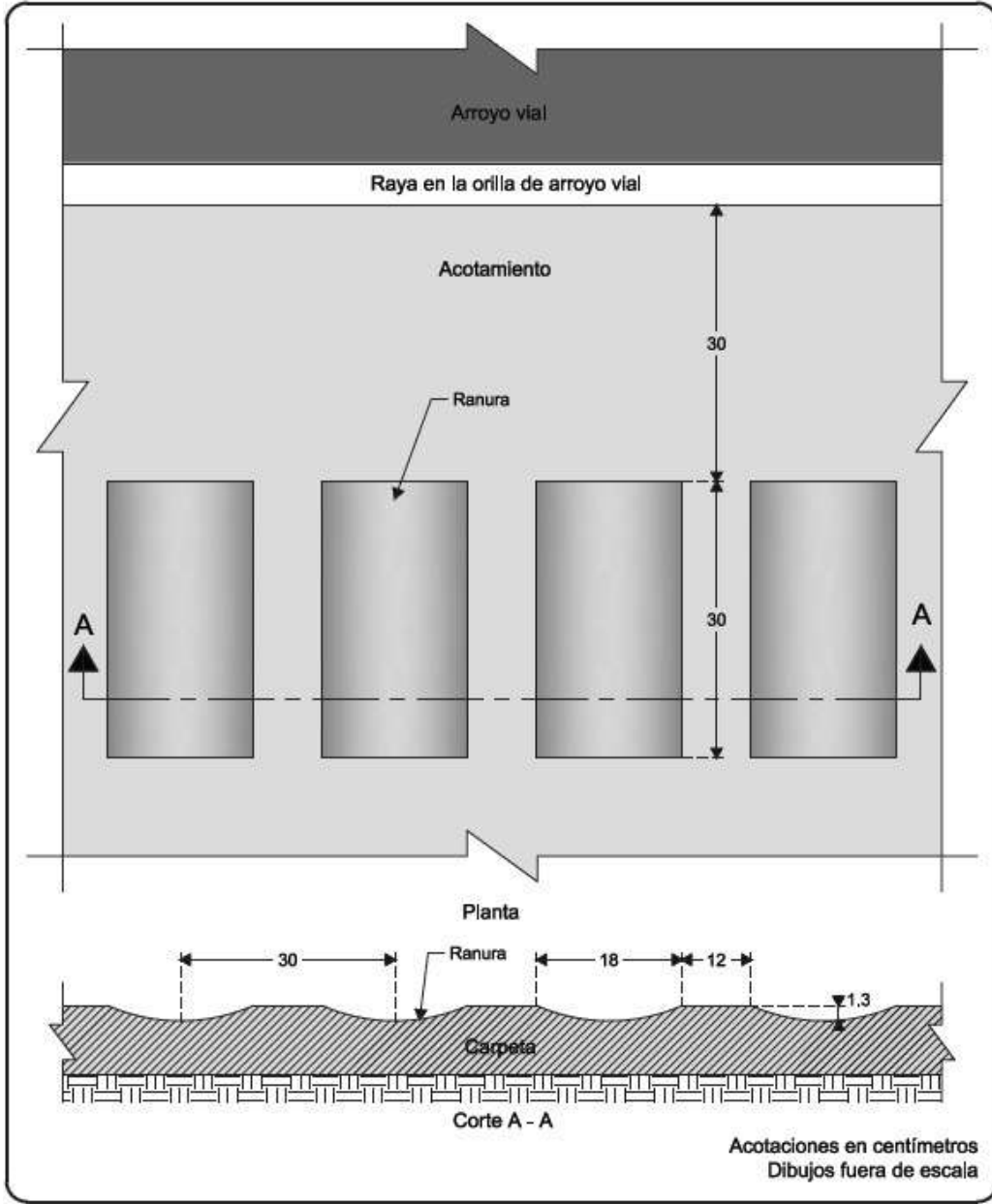


Figura 3.6 Alertadores de salida del camino (Fuente NIT)

3.3.4 Reductores de Velocidad (RV)

Son dispositivos puntuales que se construyen sobresaliendo del pavimento, sólo en casos excepcionales en los que se requiera obligar al conductor a reducir la velocidad del vehículo hasta casi detenerlo.

Los reductores de velocidad (RV) se colocan sólo en casos excepcionales, inmediatamente antes del inicio de una área de conflicto, como un cruce de peatones, una zona urbana, una intersección a nivel con otra carretera o vialidad más importante o con una vía de ferrocarril, y las estaciones de cuerpos de emergencia, como bomberos y

ambulancias, entre otros, para obligar al conductor a reducir la velocidad del vehículo hasta casi detenerlo.

3.3.4.1 Forma y Dimensiones

Son estructuras con superficies planas, que se construyen en el pavimento, con mezcla asfáltica en caliente o en frío, sobresaliendo de la superficie de rodadura 5 centímetros como máximo, con la forma y dimensiones que se muestran en la Figura 3.7.

Cuando existan guarniciones o banquetas, se dejará un espacio 20 centímetros entre éstas y el reductor de velocidad, como se muestran en la misma Figura 3.7, o se colocarán ductos con la capacidad adecuada para permitir el drenaje superficial del pavimento.

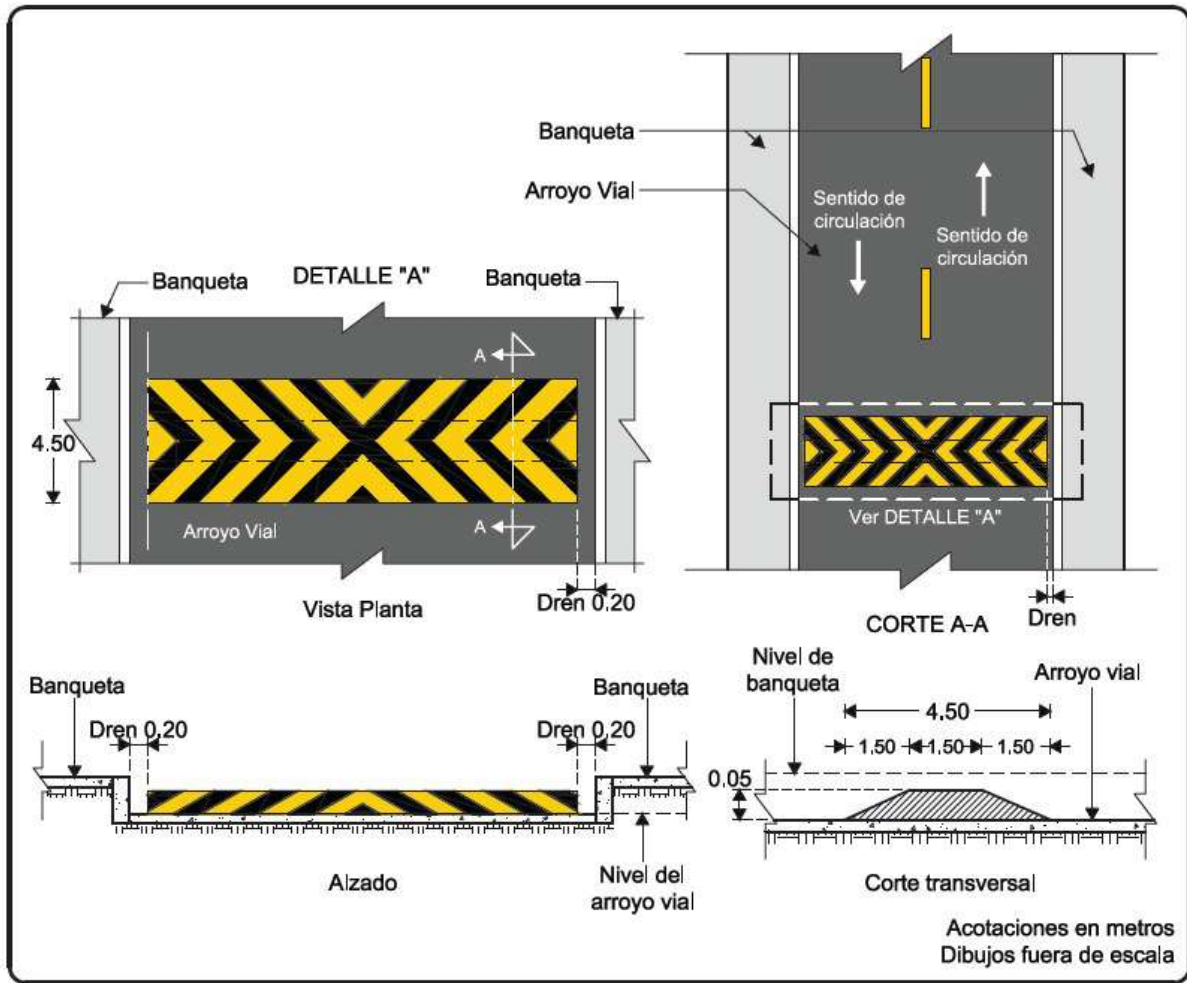


Figura 3.7.- Dimensiones del reductor de velocidad.
(Fuente NIT)

3.3.4.2. Color.

Los reductores de velocidad, se pintarán con franjas diagonales alternadas de color negro y amarillo reflejante de 60 centímetros de ancho, inclinadas a 45 grados hacia ambos lados respecto al eje del camino, abarcando todo el ancho del reductor, para que sea visible en cualquier sentido del tránsito vehicular, como se muestra en la Figura 3.8.

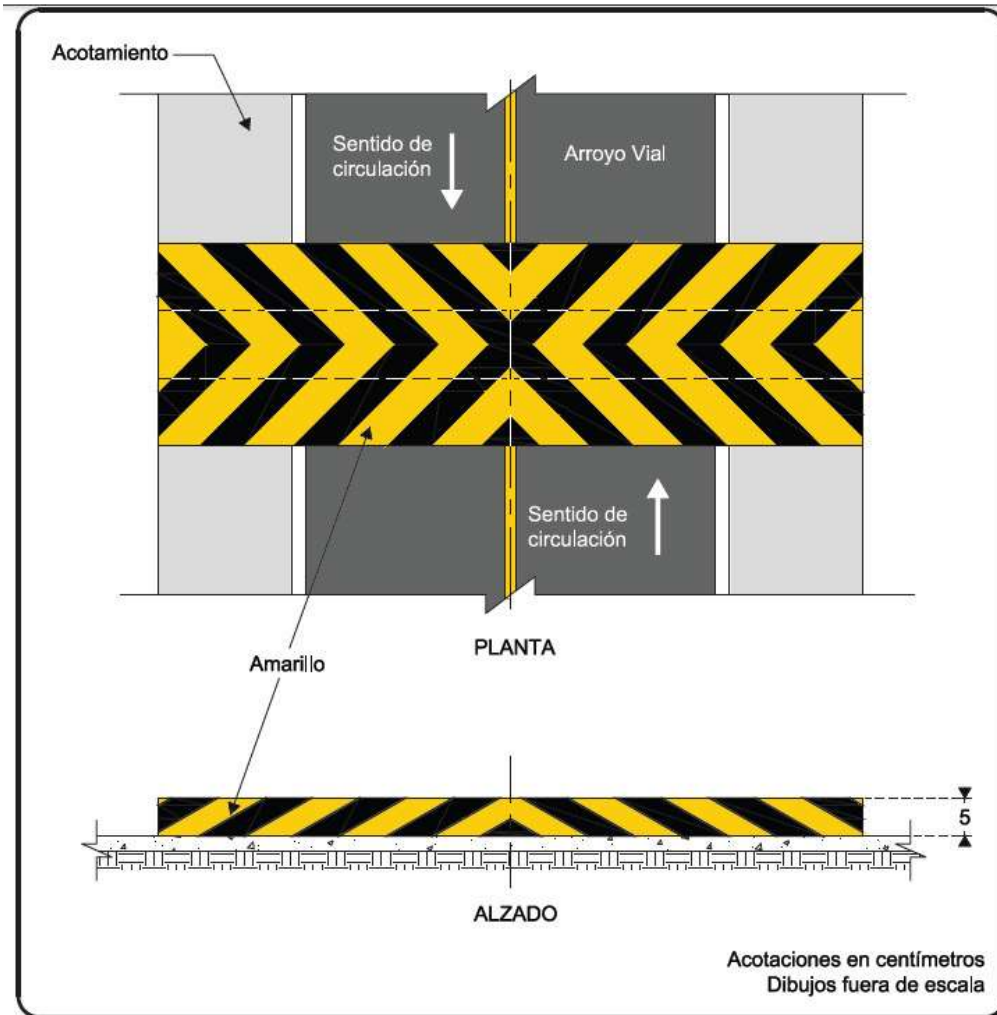


Figura 3.8.- Color de los reductores de velocidad.

3.4 Selección y Ubicación de los dispositivos para el control de la velocidad,

Con base en el estudio de ingeniería de tránsito, se efectuará la selección y ubicación de los dispositivos para control de la velocidad, dependiendo de las características del tránsito y del camino, de las áreas de conflicto que han de protegerse y de la velocidad excedente a la velocidad reglamentada, con que habitualmente circulan los vehículos.

3.4.1 Áreas de Conflicto.

Las áreas de conflicto se agrupan en los seis grupos típicos que se muestran en la Tabla 3.4

Zona	No.	Grupo de Conflicto	Áreas de Conflicto
Urbana	1	Cruce de peatones	En intersecciones y zonas escolares, de hospitales, comerciales, residenciales o cualquier otra donde sea necesario proteger el flujo peatonal. En este grupo se incluyen las aproximaciones a estaciones de cuerpos de emergencia
Rural	2	Aproximación a zona urbana	Entradas a ciudades y poblados
	3	Intersección próxima	Intersecciones a nivel con otra carretera o vialidad de mayor importancia.
	4	Curva cerrada	Curvas en las que, para evitar que los vehículos salgan del arroyo vial, la velocidad deba ser menor del 80% de la velocidad de operación del tramo inmediato anterior a la curva.
	5	Cruce de peatones	En intersecciones y zonas escolares, de hospitales, comerciales, residenciales o cualquier otra donde sea necesario proteger el flujo peatonal. En este grupo se incluyen las aproximaciones a casetas de cobro y estaciones de cuerpos de emergencia
	6	Pendiente pronunciada descendente	Tramos cuya pendiente descendente sea mayor de 6% en más de 5 km, donde los vehículos se aceleran por efecto de la gravedad.

Tabla 3.4 Grupos de Conflicto Típicos.

3.4.2 Sistemas de Control de Velocidad

En función de la velocidad excedente, se definen las cuatro alternativas de solución que se muestran en la Tabla 3.5, que junto con diversos elementos de señalamiento horizontal y vertical, integran los quince sistemas de control de velocidad que se indican en la misma Tabla, para los grupos de conflicto típicos, considerando que además han de incluirse las marcas sobre el pavimento, tales como rayas de alto y rayas para cruce de peatones, según se requiera.

Alternativa de Solución			Grupo de Conflicto					
			Zona Urbana	Zona Rural				
			1	2	3	4	5	6
Designación	Dispositivo para Control de Velocidad		Cruce de peatones	Aproximación a zona urbana	Intersección próxima	Curva Cerrada	Cruce de Peatones	Pendiente Pronunciada Descendente
A	M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico	--	--	--	Sistema 4A	--	Sistema 6A
B	M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico	Sistema 1B	Sistema 2B	Sistema 3B	Sistema 4B	Sistema 5B	Sistema 6B
	OD-10.1	Vibrador de botones						
C	M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico	Sistema 1C	Sistema 2C	Sistema 3C	--	Sistema 5C	--
	RV	Reductor de Velocidad						
D	M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico	Sistema 1D	--	Sistema 3D	--	Sistema 5D	--
	OD-10.1	Vibrador de botones						
	RV	Reductor de Velocidad						

Tabla 3.5.- Sistemas de Control de Velocidad

3.4.3 Selección del sistema

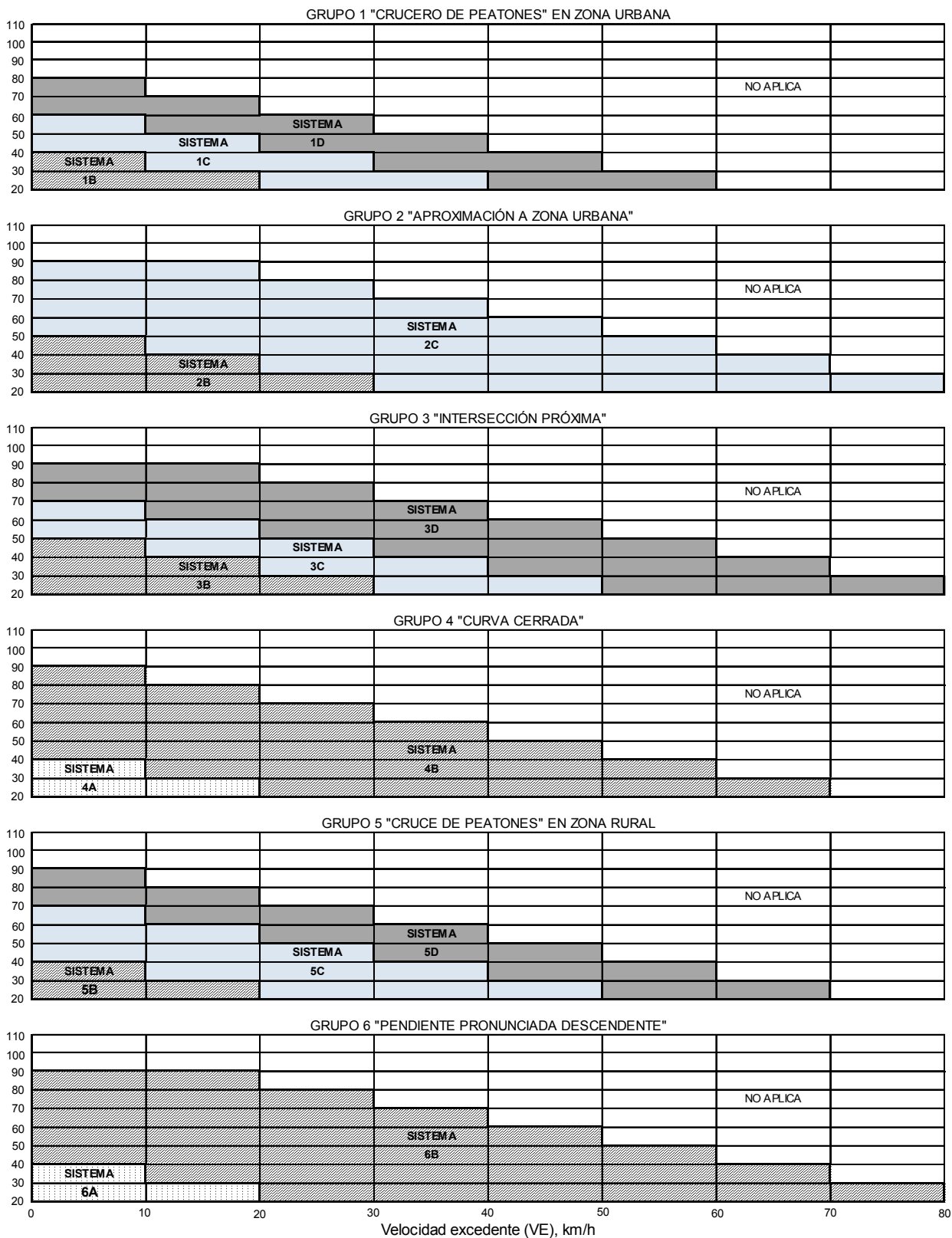
El sistema de control de velocidad adecuado para cada grupo de conflicto, se determinará mediante la gráfica que se muestra en la Figura 3.9, con base en la velocidad excedente (*VE*) que resulta de la diferencia entre la velocidad de operación (*VO*) a la que habitualmente circulan los vehículos en el tramo inmediato anterior al área de conflicto, estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo, y la velocidad restringida (*VR*) que corresponde a la reglamentaria establecida por las autoridades competentes o a la que han de circular los vehículos en el área de conflicto.

Con base en el estudio de ingeniería de tránsito, que proporciona la velocidad de operación (VO) en el tramo inmediato anterior al área de conflicto y conocida la velocidad restringida (VR), se calcula la velocidad excedente (VE) en kilómetros por hora, con la que se traza en la gráfica una vertical hasta interceptar la horizontal correspondiente a la velocidad restringida, en la sección de la gráfica que corresponda al grupo de conflicto que se estudia. El sistema de control de velocidad será el del área de la gráfica en la que caiga el punto de la intersección. Si dicho punto cae en el área denominada *NO APLICA*, ningún sistema de control es aplicable y será necesario realizar un estudio detallado del área de conflicto, para determinar la solución al problema que representa.

3.4.4 Distribución de los dispositivos en el sistema.

Cada sistema se integra con los dispositivos de control de la velocidad apropiados, las marcas sobre el pavimento, tales como rayas de alto y rayas para cruce de peatones, así como las señales preventivas, restrictivas e informativas que se requieran, según el área de conflicto que se desea proteger. En general, para el emplazamiento de los dispositivos de control de la velocidad, se tomará en cuenta lo siguiente:

- Las rayas logarítmicas realzadas (M-9), para una diferencia de velocidades igual a la velocidad excedente.
- Las rayas logarítmicas realzadas (M-9), los vibradores de botones (OD-10.1), los vibradores monolíticos (OD-10.2) y los reductores de velocidad (RV), se ubicarán a todo lo ancho de la corona, incluyendo los acotamientos. En carreteras o vialidades urbanas con faja separadora central limitada con guarniciones o banquetas, se construirán desde éstas hasta el límite exterior del acotamiento o la banqueta opuesta, dejando el espacio, entre las guarniciones o banquetas y los reductores de velocidad.
- Los alertadores de salida de camino se ubicarán en las zonas de riesgo, en las que se tengan registrados accidentes frecuentes, debidos al agotamiento de los conductores o a la falta de visibilidad por condiciones meteorológicas, en los que los vehículos se hayan salido de la calzada.
- Si el área de conflicto se localiza inmediatamente después de una curva vertical y el sistema de control de velocidad requiere un reductor de velocidad, el sistema se emplazará de tal forma que el reductor de velocidad quede a 20 metros antes de la cresta de la curva, para que sea visible por el conductor el vehículo que se aproxime.
- Cuando por las características del área de conflicto, sea necesario colocar más de un reductor de velocidad, la distancia entre ellos no será menor de 20 metros ni mayor de 150.
- En ningún caso se colocarán vibradores o reductores de velocidad sobre los puentes u otras estructuras similares, ni en el interior de túneles, pasos a desnivel y pasos inferiores vehiculares, ni a menos de 25 metros de los accesos de esas estructuras.



Donde:

VE = Velocidad excedente, km/h; VO = Velocidad de operación (85 percentil), km/h; VR = Velocidad restringida, km/h

Figura 3.9.- Gráfica para seleccionar el sistema de control de velocidad

3.5.- Métodos para determinar la velocidad de los vehículos:

3.5.1 Clasificación de los Sistemas de Medida

- Métodos indirectos:

-Medir el tiempo que tarda en pasar un vehículo entre los detectores situados a una distancia fija y conocida.

-Medir el tiempo que tarda en atravesar un coche un lazo de inducción

- Métodos directos:

- Medir la velocidad directamente con algún procedimiento basado en el efecto Doppler, El efecto Doppler ocurre cuando el receptor de la onda se mueve con respecto al emisor, o viceversa. Si el emisor se está moviendo, significa que cada nueva oscilación parte desde una posición ligeramente diferente.

3.5.2 Configuración del Sistema de Medida de Velocidad.

Componentes básicos del sistema empleado para la recogida de datos de tránsito:

Dispositivo de detección: Suministra la señal de presencia y movimiento del vehículo.

Equipo detector o intérprete: Recibe la señal iniciada por el equipo de detección, la amplifica y la interpreta.

Registrador: Realiza los cálculos correspondientes a partir de las Señales recibidas.

Procesador: Realiza la manipulación de los datos para su presentación del vehículo.

3.5.3 Descripción de los principales sistemas de medida.

Los principales métodos indirectos de medida son el enoscopio, los equipos electrónicos y los sistemas de registro con vídeo. El principal sistema de medida directa es el radar.

3.5.3.1 Procedimientos Manuales.

Enoscopio: es el sistema más sencillo para medida de velocidad. Se podría definir como un sistema de baja tecnología basado en la observación directa del paso del vehículo por parte de una persona, midiendo el tiempo que el vehículo tarda en recorrer una distancia conocida.

Consiste en una caja en forma de L abierta en sus extremos dotada de un espejo que permite girar 90 grados los rayos luminosos.

Para la medida de la velocidad se colocan estos aparatos a una distancia conocida. El observador, provisto de un cronómetro mide el tiempo transcurrido entre el paso del vehículo por las dos secciones marcadas por los enoscopios. El paso del vehículo se detecta con facilidad gracias al espejo.

Marcas viales: Procedimiento más sencillo que el anterior. Se establecen dos líneas transversales en la superficie de la carretera a distancia conocida. Un observador provisto de un cronómetro, mide el tiempo que tarda en pasar el vehículo entre ambas marcas, registrándolo para posteriormente calcular la velocidad.

3.5.3.2 Ventajas e inconvenientes de los procedimientos manuales.

Los dos sistemas anteriores emplean como dispositivo de detección una persona. El observador es el tipo de detector más antiguo y más empleado incluso en los estudios centrales de tránsito.

Las ventajas son la versatilidad y su capacidad de realizar tareas complejas en la identificación y clasificación de los vehículos.

El problema es la fiabilidad, ya que cuanto más horas trabaje el observador menor será su fiabilidad y precisión de sus observaciones.

Se ha observado que después de tres horas la persona debe tomar un descanso antes de la tarea, esto limita las posibilidades del sistema cuando se trata de tomar datos durante periodos largos de tiempo.

Otro inconveniente es que el registro de los datos no es instantáneo, el observador tarda tiempo desde que ve el vehículo hasta que realiza la anotación correspondiente. El tiempo de reacción se sitúa entre 0.5 s y 2s. Por lo tanto en caso de tránsito intenso el observador no sería capaz de observar todo lo que deseara.

En la actualidad el desarrollo de sistemas de varios canales y la introducción de microprocesadores y ordenadores en los equipos automáticos, ha desplazado al observador humano.

3.5.3.3 Método del vehículo flotante.

La forma más sencilla de obtener estos datos suelen ser el empleo de vehículos que circulan por la red viaria o tramo de estudio, en el que viajan observadores con instrumentos especiales.

El vehículo flotante trata de mantenerse flotando en la circulación, adelantando tantos vehículos como lo adelantan a él, o bien trata de circular a la velocidad media que el conductor estima que equivale a la velocidad media del tránsito.

Para estos estudios es necesario un vehículo que efectúe varias veces el recorrido que se analiza, que conviene que tenga unas características medias representativas del parque de la zona donde se va realizar el estudio y que esté en condiciones de uso perfectas. Además del cuenta kilómetros normal el coche debe ir provisto de un odómetro, que puede apreciar decámetros con el que debe mantenerse el error de las medidas de distancia por debajo del 2%. Junto con el conductor suelen ir uno o dos observadores,

que hacen las lecturas y toman nota de ellas. Las lecturas corresponden a las distancias recorridas y a los tiempos empleados.

El proceso de medida se inicia partiendo del punto de comienzo del itinerario con el odómetro en cero y poniendo en marcha el cronómetro, cuando debido al tráfico hay que realizar una detención, se para el cronómetro que estaba en marcha y se pone en funcionamiento el otro que estaba parado, con lo que leyendo en el odómetro se tiene la primera distancia recorrida y el tiempo empleado en ello.

Al iniciarse de nuevo la marcha se para el cronómetro que ha medido el tiempo de detección, que se anota, y se pone de nuevo en marcha el otro hasta la siguiente detención, y así sucesivamente hasta el final del recorrido. Cuando además del tramo total se quieren hacer lecturas parciales, se harán en los puntos que los separen y que sean fácilmente identificables. Una condición fundamental para la validez del estudio es que las condiciones de circulación a lo largo de todo el recorrido sean realmente representativas de la mayoría de los vehículos. Si el tránsito es intenso debe exigirse al conductor que vaya lo más rápido que pueda.

Si existe cierta posibilidad de adelantamiento y cambio de carril, se seguirá la norma del coche flotante. Cuando la circulación es muy poco intensa el vehículo flotante es de difícil aplicación.

Para un determinado recorrido se obtendrá el tiempo medio.

Se recomienda efectuar seis recorridos, hallando el tiempo medio, las diferencias entre cada uno de los seis tiempos y la media se suman sin tener en cuenta sus signos. Si esta suma es menor que la media obtenida, se da por válido el resultado y en caso contrario se harán cuatro recorridos más. Lo que equivale a decir que la desviación media ha de ser como máximo 1/6 de la media.

3.5.3.4 Medida de la velocidad instantánea mediante detectores.

Este apartado se refiere a los métodos indirectos de medida que emplean dispositivos de detección diferentes del observador humano.

Se clasifican en dos grupos:

- Dispositivos que detectan automáticamente la presencia de la totalidad del vehículo. (lazos de inducción, cámara de vídeo).
- Detectan automáticamente el paso de algún punto del vehículo, generalmente el eje, denominados detectores puntuales.

Lazos de inducción: aprovecha las propiedades electromagnéticas de una bobina de cable enterrado debajo de la superficie del firme o montada encima del pavimento. Se tienen que colocar dos lazos en cada carril. Por el lazo circula corriente alterna, que genera un campo magnético alterno. Al pasar el elemento conductor la masa metálica del motor de un vehículo sobre el lazo inducen unas corrientes en este que modifican su conductancia.

Este cambio dependerá de:

- Tamaño del objeto.
- Proximidad al cable.
- Grado con que cubra el lazo.

Permite la estimación de la longitud del vehículo y por consiguiente una clasificación en categorías.

La forma más simple de medir la velocidad de los vehículos al pasar por un tramo de la carretera es establecer dos marcas en la calzada y medir el tiempo que tarda el vehículo en pasar de una a otra. La distancia entre estas marcas dependerá de la precisión con que se pueda medir el tiempo.

DetECCIÓN BASADA EN VIDEO: consiste en una cámara de vídeo situada a cierta altura sobre la carretera, que graba el paso de los vehículos. Un sistema informático posterior permite el análisis de las imágenes y la obtención de datos sobre trayectorias, intervalos, intensidades y velocidad.

DETECTORES PUNTUALES: estos sistemas son capaces de detectar el paso de un elemento del vehículo. En general sus ruedas. Por ello se denominan también, detectores de ejes, pueden ser:

- Tubos neumáticos.
- Detectores ópticos
- Interceptores.
- Cables piezoeléctricos.
- Cables tubo eléctricos

3.5.3.5 Medida directa de la velocidad instantánea

RadAR: Tiene la ventaja de no necesitar detectores en la carretera. El aparato lleva incorporada una antena que envía un haz de ondas que se reflejan en el vehículo y son recogidas de nuevo en el aparato. A causa del efecto Doppler el haz de ondas reflejado tiene una frecuencia distinta de la del haz reflejado, siendo directamente proporcional la diferencia de frecuencias a la velocidad del vehículo.

FOTOGRAFÍAS AÉREAS: obteniendo fotografías sucesivas de la carretera y midiendo la distancia recorrida entre dos fotografías sucesivas. En este caso se miden las velocidades de los vehículos en un momento dado. Este método se emplea raras veces.

En los sistemas anteriores se miden las velocidades de los vehículos en un punto dado. La velocidad en un tramo de carretera varía mucho en función de unos vehículos a otros. Incluso cuando se estudia la velocidad de un solo vehículo, se ve que esta no permanece constante aun cuando el conductor quiera mantener una velocidad fija.

CAPÍTULO IV.- PROGRAMA INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE CARRETERAS (iRAP).

4.1 Generalidades

El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP, International Road Assessment Programme) es una organización sin fines de lucro dedicada a salvar vidas mediante la promoción del diseño de carreteras más seguras. iRAP se enfoca a las carreteras de alto riesgo en las cuales 3,500 personas fallecen diariamente a nivel mundial, inspeccionándolas para determinar programas económicos de ingeniería de seguridad vial que puedan reducir un gran número de estas muertes y lesiones graves.

En otras palabras, iRAP contribuye a reducir los elevados costos sociales y económicos provenientes de los accidentes viales que se registran año con año.

De acuerdo a proyecciones elaboradas por la misma empresa, si no hubiera una intervención preventiva en todo el mundo, el número anual de muertes por accidentes de tránsito se incrementaría a 2.4 millones para el año 2030. La mayoría de estas muertes ocurrirían en países de bajos y medianos ingresos, los cuales ya sufren con estadísticas fuertes en esta materia.

El programa iRAP se ha aplicado desde 2002 en más de 70 países en Europa, Asia Pacífico, América del Norte, América Central, América del Sur y África. Las evaluaciones hechas en más de 50,000 km en países de bajos y medianos ingresos alrededor del mundo, han dejado claro que hasta la fecha carecen de elementos básicos de seguridad como senderos, barreras de seguridad, acotamientos pavimentados, entre otras, los cuales son la base para garantizar la seguridad y salud de todos los usuarios de la vía.

La Fundación FIA para el Automóvil y la Sociedad, apoyan financieramente al iRAP. A su vez, los proyectos reciben apoyo del Fondo Global para la Seguridad Vial del Banco Mundial, de: asociaciones automovilísticas, bancos regionales, de desarrollo y de organismos donantes. Por parte de los países desarrollados, cuenta con el apoyo de: los gobiernos nacionales, clubes y asociaciones de automovilistas, organizaciones de caridad, la industria automotriz e instituciones como la Comisión Europea. De igual manera, a través de alianzas con diferentes gobiernos, organismos no gubernamentales y centros de investigación, como el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), iRAP se encuentra mejorando continuamente su metodología para beneficio de la seguridad vial.

iRAP refleja décadas de investigación y experiencia a través de gente profesional dedicada a la seguridad vial alrededor del mundo. A medida que se va avanzando en la Década de Acción para la Seguridad Vial 2010-2020 auspiciada por las Naciones Unidas, se está trabajando continuamente en aterrizar todo ese conocimiento en la práctica y jugar un papel importante en este Plan Global. La información presentada en este capítulo fue obtenida directamente de documentos oficiales disponibles en el sitio oficial en internet de iRAP (www.irap.net).



Figura 4.1 Logo iRAP. (Fuente: www.irap.net)

4.2 Objetivos de iRap.

El objetivo del iRAP es desarrollar un programa de auditorías de seguridad vial para las carreteras, usando equipos automatizados en las inspecciones, con base a la metodología del iRAP. Dentro de este programa se encuentran las acciones siguientes:

- Inspeccionar vías de alto riesgo y desarrollar la “Calificación por Estrellas” y los “Planes de Inversión para Vías Más Seguras”.
- Proveer capacitación, tecnología y apoyo a fin de sostener el desarrollo de la capacidad en los ámbitos nacional, regional y local.
- Rastrear el desempeño de la seguridad de las vías de tal manera que los organismos donantes puedan evaluar los beneficios de sus inversiones.

4.3 Metodología iRap.

iRAP ha desarrollado una metodología para inspeccionar carreteras, detectar, priorizar riesgos, y formular planes de reducción de los mismos. Esta metodología (Figura 4.2) está basada en la investigación y la obtención de evidencia convincente, para lo que ha desarrollado cuatro protocolos que se usan de manera consistente en todo el mundo para evaluar y mejorar la seguridad de las vías:

1. Mapas de Riesgo. Elaborados con información específica de colisiones para precisar el número real de muertes y lesiones en una red vial.
2. Calificación por Estrellas. Brinda una medición simple y objetiva del nivel de seguridad que provee el diseño de una vía.
3. Rastreo del Desempeño. Posibilita el uso de la calificación por estrellas y los mapas de riesgo para rastrear el desempeño de la seguridad vial y establecer posiciones de políticas.
4. Planes de Inversión para Vías Más Seguras. Basados en aproximadamente 70 opciones probadas para mejorar vías que produzcan infraestructuras asequibles y económicas que salven vidas.

La metodología iRAP se desarrolla en tres etapas:

1. Recopilación de información. A partir de un proceso de inspección sistematizado, se obtiene información digital del estado actual de las carreteras utilizando un vehículo especial avalado por iRAP. A su vez, se obtiene información sobre registros de accidentalidad, flujos de tránsito, entre otras.
2. Análisis de Información. Los datos recolectados se procesan en una sola base de datos con un software aprobado por iRAP que asigna calificaciones por estrellas a cada intervalo de carretera.
3. Reporte final. Los resultados se analizan y adjuntan en un reporte final que se constituye en un inventario del estado actual de las carreteras en materia de seguridad vial. El informe también incluye recomendaciones de tramos prioritarios para intervención de acuerdo con el nivel de riesgo, así como una propuesta de contramedidas o acciones que pueden reducir significativamente el nivel de riesgo en los tramos.

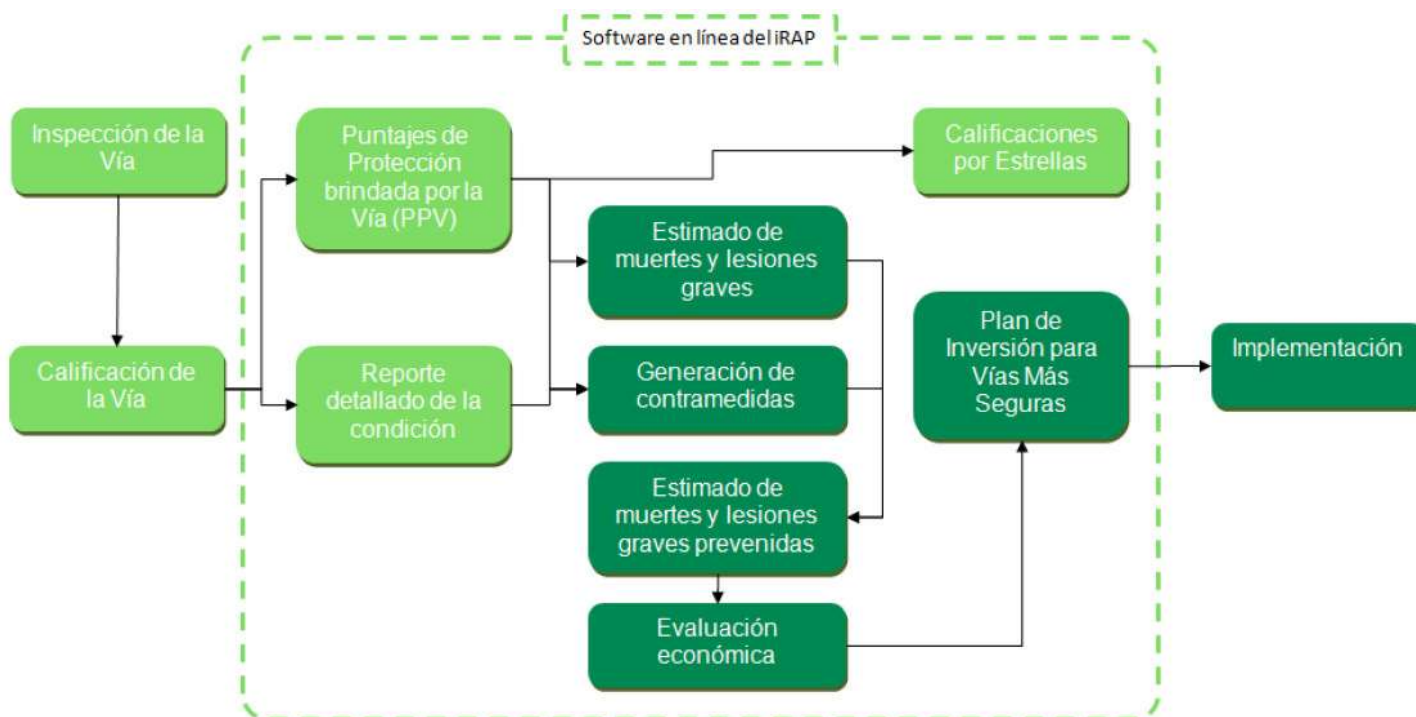


Figura 4.2 Proceso de la inspección vial, la Calificación por Estrellas y los Planes de Inversión para Vías Más Seguras del IRAP.

Fuente: www.irap.net

4.4 Clasificación por Estrellas.

La clasificación por estrellas es una medición objetiva de la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito y su severidad. El objetivo es identificar y registrar los atributos de la carretera que influyen en los tipos más comunes y graves de accidentes, basados en investigación y evidencia científica. **De esta forma el nivel de riesgo de los usuarios sobre una red particular puede ser identificado sin la necesidad de información detallada de accidentes de tránsito**, la cual con frecuencia en el caso de los países de medios y bajos ingresos es deficiente. La investigación muestra que el riesgo de muerte y lesión grave de una persona es más alto en caminos clasificados con una estrella y es más bajo en caminos clasificados con cinco estrellas.

Para evaluar el riesgo de la carretera sin necesidad de conocer a detalles los accidentes:

- Se registran más de 50 atributos
- Se evalúa a cada 100m
- El modelo está basado en estudios de accidentes desarrollados en diversas partes del mundo.

La clasificación por estrellas es particularmente útil para cuantificar objetivamente el nivel de riesgo asociado con el diseño de nuevas vías (donde no hay datos de accidentalidad presentes) propiciando decisiones basadas en evidencia así como su uso en países de gran desarrollo donde relativamente la baja frecuencia de accidentes limita la capacidad de análisis de accidentalidad para influenciar en el monitoreo y priorización de las inversiones.

El sistema otorga entre 1 a 5 estrellas dependiendo del nivel de seguridad que posee una vía, al mismo tiempo que identifica cada nivel con un color en específico como se muestra en la Figura 4.3. La clasificación prevé una escala diferente para cada tipo de usuario, es decir, una vía puede tener cinco estrellas (mínimo riesgo) para el ocupante de un vehículo, pero una estrella (máximo riesgo) para un peatón.

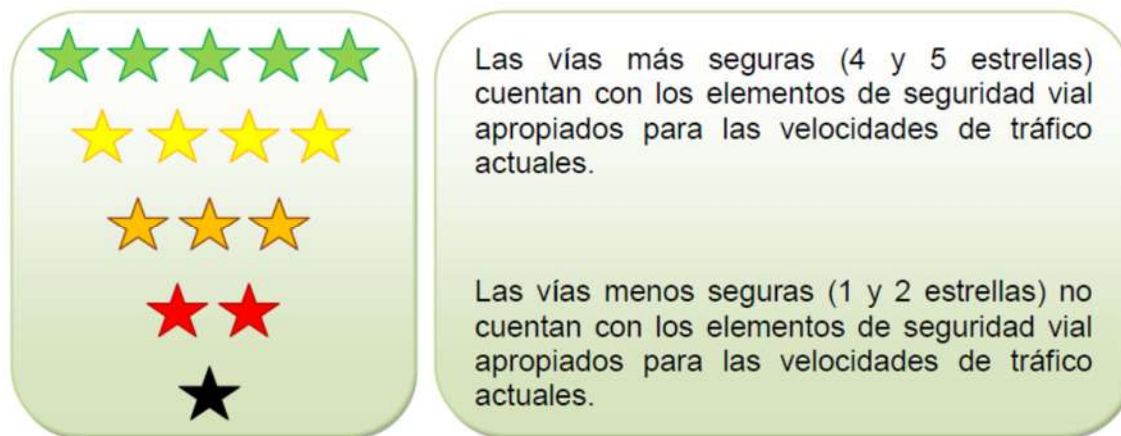


Figura. 4.3. Sistema de Clasificación por estrellas.

En la experiencia de iRAP, para los casos de 4 y 5 estrellas, se ha encontrado que los elementos de la infraestructura vial comúnmente presentes son vías con cuerpos divididos por medio de una faja o barrera ancha, la demarcación adecuada, diseño apropiado de intersecciones, carriles amplios con acotamientos pavimentados, bordes libres de peligros como árboles, postes, estructuras no abatibles, entre otras, además de presentar infraestructura especial para motociclistas, ciclistas y peatones. Por consecuencia, aquellas vías de 1 y 2 estrellas, comúnmente son vías de doble sentido que mantienen límites de velocidad relativamente altos, con curvas e intersecciones de alto riesgo, carriles estrechos sin acotamiento, con demarcaciones deficientes, peligros laterales y por último no cuentan con infraestructura diseñada especialmente para motociclistas, ciclistas y peatones.

4.4.1. Tipos de Inspección Vial

La Clasificación por Estrellas del iRAP se basa en una inspección visual a detalle de todos los elementos que participan en la infraestructura vial del tramo en análisis, y que de acuerdo a las investigaciones realizadas, influyen en la probabilidad de que ocurran colisiones. La clasificación se lleva a cabo mediante dos tipos de inspecciones visuales, en donde el tipo de inspección a utilizar dependerá de la tecnología disponible, la complejidad de la red vial y el grado al cual se pretenda desarrollar el proyecto.

- Inspección visual desde el vehículo. El personal capacitado registra los elementos de la infraestructura vial a medida que se va avanzando en el vehículo, utilizando un Dispositivo de Inspección Rápido (RAP). Este tipo de inspección es de carácter técnico y se utiliza frecuentemente en tramos que no

son demasiado complejos o cuando se requiere de mucho tiempo para transportar el vehículo equipado que pueda realizar otro tipo de inspección.

- Inspección basada en video. En este tipo de inspecciones primero se realiza un video de imágenes digitales secuenciales utilizando un vehículo equipado (foto 4.1) que las va registrando cada 5-10 metros de distancia, logrando obtener una vista panorámica de la vía al tomar fotografías frontales, posteriores y laterales de izquierda y derecha. La principal vista panorámica se calibra para que posteriormente se puedan realizar mediciones de elementos clave de la infraestructura vial. Cabe mencionar que el vehículo también cuenta con GPS que permite correlacionar las fotos con la ubicación real en la vía de estudio. Después de realizado el video, el personal capacitado, conocidos como calificadores o codificadores, realiza una inspección a nivel de escritorio en donde se registran todos los elementos de la vía que tengan una influencia en la seguridad vial del tramo con la ayuda de un software especializado.



Foto 4.1 Vehículo tipo Van para la recopilación de información, cuenta con torretas de protección color ámbar. (Foto propia).

La camioneta tipo Van cuenta con el siguiente equipo (Fotos 4.1 a 4.7):

- Torre tipo servidor, donde se alojan dos CPU
- Cuatro cámaras instaladas, dos en la parte frontal, una lateral lado derecho e izquierda en cada lado y en la parte trasera del vehículo, utilizadas para monitorear el camino en tiempo real y tomar fotografías a cada determinado tiempo.
- Fuentes de alimentación para los diferentes equipos utilizados para el levantamiento.
- Instrumento de Posicionamiento Global (GPS).
- Distanciómetro (DMI).
- Cámaras Digitales de alta resolución.
- Sistema para la Identificación y Cuantificación de Deterioros.
- Equipo para la medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).
- Equipo para la identificación y medición de la Profundidad de Roderas.



Foto 4.2 Servidor para guardar información.



Foto 4.3 Cámara Trasera



Foto 4.4 Equipo de cómputo



Foto 4.5 Sensores laser dinámicos con cámaras fotográficas, para determinar IRI, Deterioros y Deflexiones.



Fotos 4.6 y 4.7 Computadoras para monitoreo y computadora portátil, para inventario de elementos de la infraestructura y GPS.

4.4.2 Procesamiento y Reducción de Datos

Los calificadores asignan a cada elemento de la infraestructura vial, una categoría de acuerdo a su condición. Por ejemplo, el alumbrado en un tramo carretero puede ser registrado como “presente” o “no presente”, y así para cada uno de los elementos a revisar.

En la Figura 4.4 se muestra un ejemplo acerca de algunos de los elementos y categorías que se registran en el software.

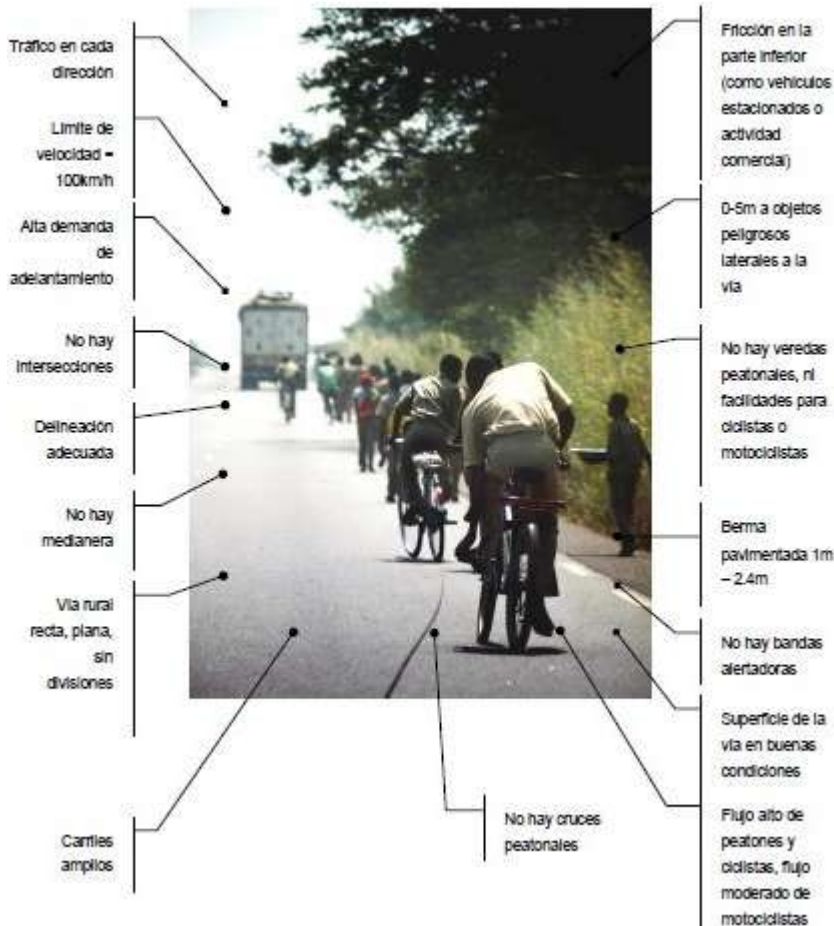


Figura 4.4 Elementos de Infraestructura vial en tramo carretero de África.

A pesar de que las inspecciones visuales desde el vehículo se llevan de manera continua y las inspecciones basadas en video registran imágenes a cada 5 o 10 metros, la calificación por estrellas se basa en **tramos de carretera de 100 metros de longitud**.

Una vez finalizada la inspección vial y el proceso de calificación para cada 100 metros, los datos se cargan a un software especializado del iRAP. Este software desarrollado con la experiencia de organizaciones líderes en seguridad vial, incluyendo el Grupo ARRB de Australia, el TRL de Reino Unido y el Midwest Research Institute de Estados Unidos, fue diseñado con la finalidad de que permita generar el “Puntaje de Protección brindada por la Vía” (PPV) y, a su vez, poder generar la “Clasificación por Estrellas” y los “Planes de Inversión para Vías Más Seguras”.

4.4.3 Atributos.

Todos los atributos incluidos en esta sección son obligatorios para los cálculos del modelo de clasificación por estrellas de iRAP.

En caso de haber dos opciones de codificación en un tramo de 100 metros, se debe registrar el elemento de más alto riesgo.

Las opciones de codificación se presentan en orden de mayor a menor riesgo, los atributos presentados son modificables para cada tipo de proyecto dependiendo del caso, sin embargo son los de mayor uso en las carreteras de México. Ver figura 4.5

N	Atributo
01	Nombre del Codificador
02	Nombre de la Vía
03	Tramo
04	Distancia
05	Largo del Segmento
06	Latitud & Longitud
07	Comentarios
08	Etiqueta de calzada
09	Costo de las Mejoras
10	Flujo de motocicletas observado
11	Flujo de bicicletas observado
12	Flujo peatonal observado - Cruzando la Vía
13	Flujo peatonal observado - Lado derecho
14	Flujo peatonal observado - Lado izquierdo
15	Uso de suelo - Lado Derecho
16	Uso de suelo - Lado izquierdo
17	Tipo de área
18	Límite de velocidad - Automóviles
19	Límite de velocidad - Motocicletas
20	Límite de Velocidad - Camiones
21	Límite de velocidad diferenciales
22	Tipo de separador
23	Bandas alertadoras centrales
24	Severidad lateral - Distancia a la derecha
25	Severidad lateral - Objeto a la derecha
26	Severidad lateral - Distancia a la izquierda
27	Severidad lateral - Objeto a la derecha
28	Bandas alertadoras laterales
29	Ancho de Acotamiento - Lado derecho
30	Ancho de Acotamiento - Lado Izquierdo

N	Atributo
31	Tipo de intersección
32	Canalización de Intersección
33	Volumen de Tránsito en vía intersectada
34	Calidad de la intersección
35	Acceso a propiedades
36	Número de carriles
37	Ancho de carril
38	Curvatura Horizontal
39	Calidad de la Curva
40	Pendiente
41	Condición de la Superficie
42	Resistencia al Deslizamiento
43	Delineación
44	Alumbrado de calles
45	Cruces peatonales - Vía inspeccionada
46	Calidad del Cruce
47	Cruce peatonales - Vía que intersecta
48	Vallas peatonales
49	Aquietamiento de tráfico
50	Estacionamiento de Vehículos
51	Provisión de andén - Lado derecho
52	Provisión de andén - Lado izquierdo
53	Calles Laterales
54	Motovías
55	Ciclovías
56	Obra
57	Restricción visual a distancia

Figura 4.5 Atributos que evalúa iRap para realizar la clasificación por estrellas.

(Fuente: Elaboración propia con datos iRap México).

Los atributos de la vía se recolectan durante la inspección, la cual consta de dos partes:

1. Inspecciones que involucran obtención de imágenes o videos del camino, GPS y distancia
2. Codificación que involucra las imágenes obtenidas del vehículo de inspección.

Los atributos recolectados son aquellos que tienen influencia en la **probabilidad y severidad** de los tipos más comunes de accidentes para usuarios de la vía. Los atributos son registrados en segmentos de 100m.

Un factor de riesgo se define para fines de la metodología iRap como: “Un factor multiplicativo usado para calcular el número de accidentes después de la implementación de una contramedida dada en un sitio específico”.

4.4.4 Captura de Atributos y Reducción de Datos.

Una vez que se realizó el levantamiento de imágenes con el equipo de alto rendimiento (Fotos 4.1 a 4.7), con un software desarrollado por la empresa Servicios Mexicanos de Ingeniería Civil (SEMIC), que es la empresa que se encuentra certificada por iRap, para realizar el levantamiento y procesamiento de la información en base a dicha metodología, se realiza el levantamiento de los atributos a cada 100m, para posteriormente realizar el cálculo de la clasificación por estrellas. (Ver figura 4.6 y 4.7).

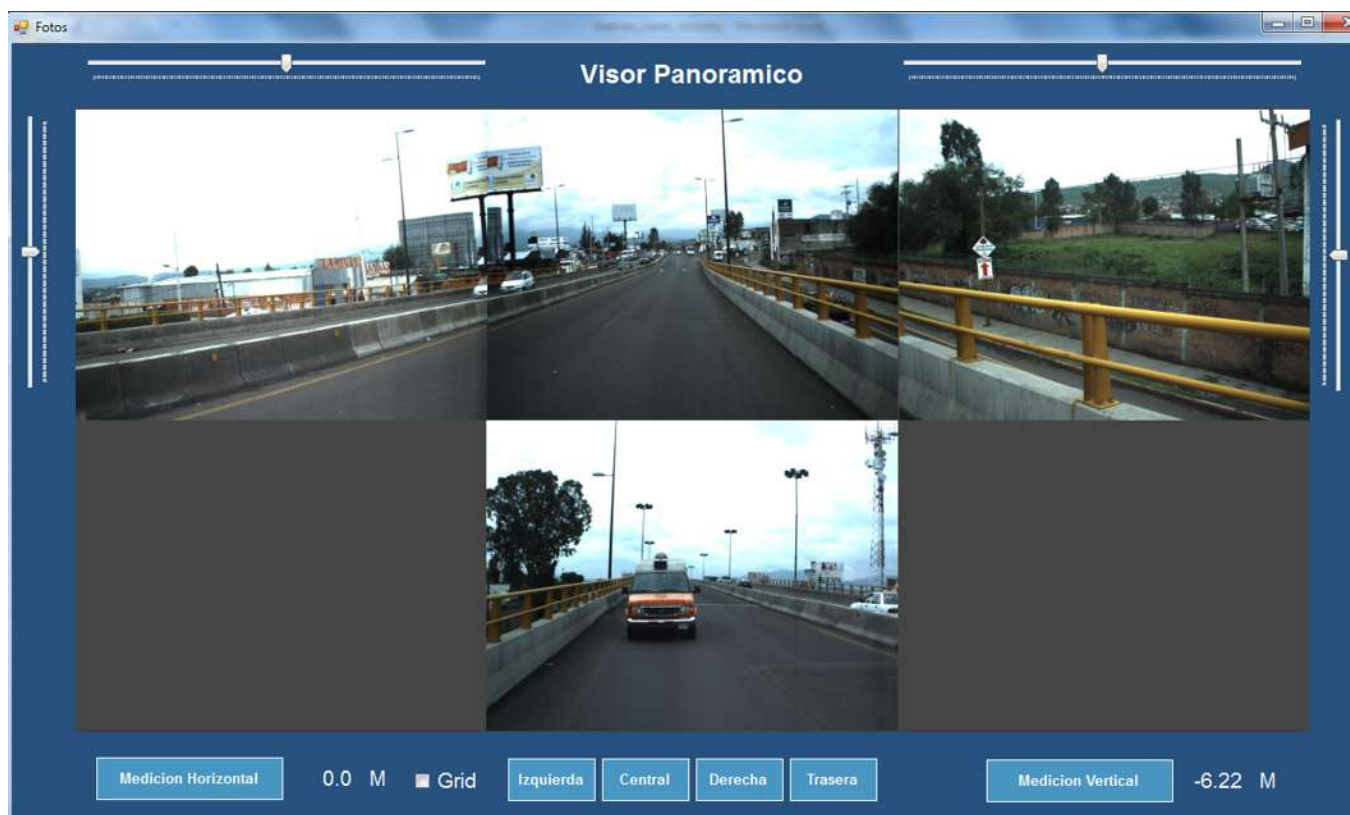


Figura 4.6 Visor panorámico. Carretera Morelia – Quiroga
(Fuente: Software elaborado por SEMIC).

País México Carretera L-095-01 Sentido Carril SI Cadenamiento 0+200 Fotos EX 1 Ver 1.15
 Inicio Anterior 100 Anterior Buscar Guardar Siguiente Siguiente 100 Fin Ex Guardad Modifica

Latitud 19.6998 Longitu -101.24 Altura 1,932. Fecha Evaluador SCT Altura Dif -1.34 Tramo

1 Hit (p 14)	0	22 Severidad lateral objeto D (p 50)	Estructura/puente o edificio n	39 Delineación (p 93)	Deficiente
2 Comentarios (p 14)	CHEVRON DE CARRIL DIVERGENTE (SAL	23 Severidad lateral distancia I (p 57)	0 a <1m	40 Alumbrado (p 95)	Presente
3 Calzada (p 15)	Calzada A de una calzada divid	24 Severidad lateral objeto I (p 57)	Barrera de seguridad - concret	41 Cruces peatonales (p 96)	No existe cruce peatonal
4 Costo de las mejoras (p 17)	Alto	25 Bandas de estruendo en acotamiento (p 58)	Ausente	42 Calidad del cruce peatonal (p 99)	No aplica
6 Flujo de motocicletas (p 20)	Ninguna	26 Ancho de acotamiento pavimento D (p 59)	Ninguno	43 Cruce peatonal vía que intersecta (p 101)	No existe cruce peatonal
7 Flujo de bicicletas (p 21)	Ninguna	27 Ancho de acotamiento pavimento I (p 61)	Angosto 0 a 1m	44 Valla para peatones (p 104)	Ausente
8 Actividad peatonal cruzando la vía (p 22)	Ninguna	28 Tipo de intersección (p 63)	Ninguna	45 Calmantes de tráfico (p 105)	Ausente
9 Actividad peatonal paralela a la vía (p 23)	Ninguna	29 Tránsito en la vía que intersecta (p 71)	No aplica	46 Fricción Lateral (p 106)	Baja
10 Uso del suelo Derecha (p 24)	Sin registro	30 Calidad de la Intersección (p 74)	No aplica	47 Provisión de banqueta D (p 108)	Ninguna
11 Uso del suelo Izquierda (p 27)	Sin registro	31 Acceso a propiedades (p 76)	No aplica	48 Provisión de banqueta I (p 112)	Ninguna
12 Tipo de área (p 28)	Rural	32 Número de carriles (p 78)	2	49 Calle(s) Lateral(es) (p 113)	Ausente
13 Límite de velocidad (p 29)	60km/h	33 Ancho de Carril (p 81)	>= 2.75 a 3.25m	50 Vías para motos (p 114)	Ninguna
15 Límite de velocidad para camiones (p 33)	60km/h	34 Curvatura (p 83)	Ligeramente curva o recta	51 Ciclo vías (p 117)	Ninguna
18 Límite de velocidad diferencial (p 39)	No presente	35 Calidad de la curva (p 85)	No aplica	52 Obras (p 120)	No hay obras
19 Tipo de central (p 40)	Barrera de seguridad - concret	36 Pendiente (p 87)	>=0 a <4	53 Visibilidad (p 122)	Buena
20 Bandas de estruendo centrales (p 47)	Ausente	37 Condición de la vía (p 89)	Buena		
21 Severidad lateral distancia D (p 48)	0 a <1m	38 Resist. a patinaje (agarre) (p 91)	Pavimentada buena		

Figura 4.7 Software de captura de atributos para realizar la clasificación por estrellas.
 (Fuente: Software elaborado por SEMIC).

4.5 Portal Vida iRap

Una vez realizado el levantamiento de la información y realizada la evaluación de atributos en la carretera para los diferentes usuarios de la carretera, la información resultante se sube a un portal denominado “**Vida - iRap**”.

En dicho portal se encuentra el resultado y se observa la clasificación por estrellas resultantes de los tramos auscultados.

Para acceder a dicha información es necesario ser usuario y contar con una contraseña, actualmente solo personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes tiene acceso a dicho portal.

En la figura 4.8 y 4.9, se muestra la interfase del portal en la cual se sube la información levantada con el equipo de alto rendimiento, la cual puede ser consultada por estados a nivel nacional o de un tramo carretero en particular.



Figura 4.8 Portal Vida – iRap
(Fuente: portal vida iRap México)

En la figura 4.9, se presenta un ejemplo de cómo se despliega la clasificación por estrellas de la Red Federal en México, la cual se encuentra en el mismo portal “Vida”,

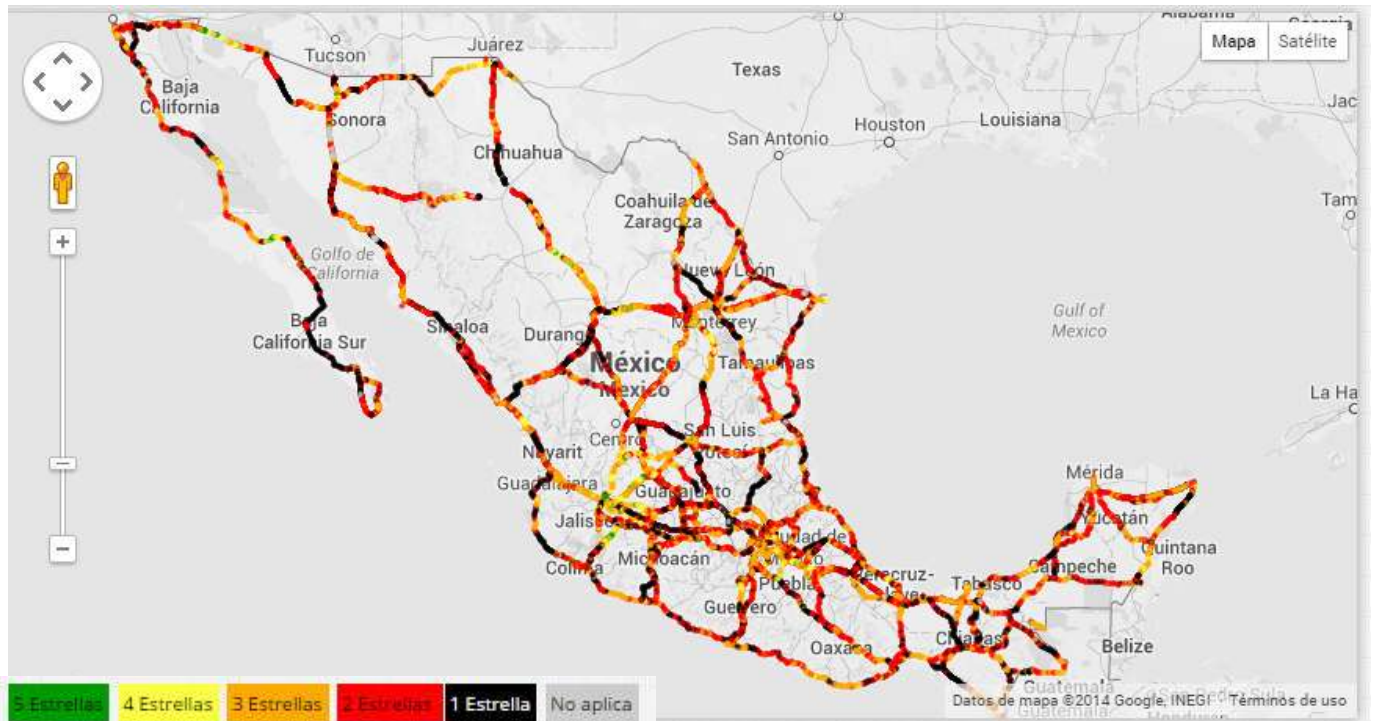


Figura 4.9 Clasificación por estrellas en México, para ocupantes de Vehículo
(Fuente: portal vida iRap México 2012)

De manera similar, se despliega la información, únicamente para el Estado de Michoacán, en la figura 4.10, se puede observar la clasificación por estrellas de las carreteras evaluadas.



Figura 4.10 Clasificación por estrellas de carreteras evaluadas en el Estado de Michoacán en 2012
(Fuente: portal vida iRap México).

4.5.1 Plan de Inversión para carreteras más seguras.

Como resultado de la implementación de la metodología iRAP, se obtiene un “Plan de Inversión para Vías más Seguras” desarrollado por el mismo software denominado VIDA para el cual se hizo el proyecto iRAP México. Este plan resalta aquellas contramedidas propuestas por iRAP para incrementar el nivel de seguridad de las vías, en otras palabras, para incrementar la calificación por estrellas ya sea en 1, 2 ó 3 estrellas dependiendo el caso.

Es importante hacer mención que los datos recabados para obtener este tipo de indicadores económicos son proporcionados directamente por el país en cuestión, de manera que para la realización del plan de inversión iRAP México se utilizaron precios del mercado de la construcción al momento de hacer el estudio, proporcionados por la misma Secretaría de Comunicaciones y Transportes. A su vez, se estima que el beneficio económico de la prevención de muertos y lesionados graves se determina bajo los siguientes criterios:

- En base al análisis de regresión de los datos sobre costos de colisiones disponibles en un país, el valor empírico de la vida estadística era 70 veces el PIB per cápita (precio actual) para el país en cuestión.

- Una investigación de los datos sobre colisiones de los países participantes recomendaba un rango predeterminado de 10 lesiones graves por cada muerte.
- Un análisis de los datos sobre lesiones recomendaba un valor de lesión grave equivalente a 25% del valor de la vida estadística.

El modelo iRAP evalúa el beneficio de implementar una serie de contramedidas de seguridad a lo largo de una red vial en función de las muertes y lesiones graves prevenidas, así como los ahorros económicos alcanzados. Primeramente, se realiza un estimado del número de muertes y lesiones graves que actualmente ocurren en cada tramo de la red con la siguiente ecuación:

$$\text{Número de Muertos} = OV_{MUERTES} + MC_{MUERTES} + C_{MUERTES} + P_{MUERTES} \quad \text{ec. 4.1}$$

Donde:

OV = Ocupantes de vehículos
 MC = Motociclistas
 C = Ciclistas
 P = Peatones

Nota: Ecuaciones como la anterior se utilizan para cada uno de los usuarios de la vía, como motociclistas, ciclistas y peatones.

$$OV_{MUERTES} = (PPV_{OV})(V)(L)(FM_{OV}) \quad \text{ec 4.2.}$$

Donde:

PPVov = Puntaje de protección brindado por la vía para ocupantes de vehículos.
 V = Volumen de tráfico.
 L = Longitud del tramo de carretera (100 m).
 FMov = Factor de mortalidad para ocupantes de vehículos.

$$FM_{OV} = \frac{\text{Número real de muertes de vehículos por año}}{\sum_{j=1}^n (PPV_{OV} \times \text{Volumen del tráfico vehicular} \times \text{Longitud del tramo})} \quad \text{ec 4.3.}$$

El número real de muertes por año en la red vial se determina usando el número de muertes y lesiones reportados en la red vial, así como porcentajes reportados de muertes de ocupantes de vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. Sin embargo, en países en desarrollo, estos datos son frecuentemente escasos, por lo que se trabaja en conjunto con expertos locales y otros indicadores para poder realizar una estimación acertada.

El número de lesiones graves se basa en un rango de diez lesiones graves por cada muerte, es decir, una relación de 10 a 1, basándose en las investigaciones reportadas en "The True Cost of Road Crashes: Valuing life and the cost of a serious injury (El verdadero

costo de las colisiones viales: El valor de una vida y el costo de una lesión grave)”, estudio realizado por iRAP.

El número total de muertes y lesionados graves en la red, es la suma del número de muertes y lesionados graves en todos los tramos de 100 metros de carretera. Estas estimaciones están vinculadas directamente a los volúmenes de tráfico y a la actividad de peatones y ciclistas, por lo que se incluyen en los datos, sin procesar, recolectados durante las inspecciones del iRAP. Las fuentes de volumen de tráfico y la composición del flujo vehicular podrían incluir:

- Estaciones de conteo de tráfico permanentes que se usan en el país (tales como, detectores de vehículos, contadores piezométricos de tránsito, dispositivos infrarrojos).
- Inspecciones de tráfico regulares o conteos específicos de proyectos.
- Conocimientos y estimados de ingeniería a nivel local.
- Revisión del flujo de tráfico en base a imágenes recolectadas durante la inspección con video.

Actualmente, el crecimiento en el volumen de tráfico y los cambios eventuales en la composición no han sido modelados por el iRAP. El potencial de incluir estos factores es parte de las investigaciones en curso, de las consultas con los bancos de desarrollo, los donantes y los organismos encargados del financiamiento de infraestructuras. La posible inclusión de estos factores también estará determinada por las limitaciones de datos dentro de cada país en cuestión.

Realizadas las estimaciones correspondientes, se busca examinar la potencial reducción de muertes y lesiones graves a través de la aplicación de contramedidas de seguridad. Para esto, iRAP ha compilado una base de datos de aproximadamente 70 contramedidas de infraestructura vial que han resultado efectivas en reducir en esta tarea.

Para cada contramedida, se han definido una serie de “gatilladores” (o prerequisites).

Un gatillador debe cumplirse antes de que dicha contramedida se considere adecuada para un tramo de carretera. Los gatilladores se aplican por cada tramo de 100 metros de carretera a lo largo de la red, y generalmente son en función de:

- Calificaciones por Estrellas.
- Condición de la vía.
- Volumen de tráfico.

Un ejemplo de los Gatilladores para mejorar la delineación se muestra en la figura 4.11 el Gatillador 1 exige mejorar la delineación en cualquier tramo de la vía que tenga un flujo vehicular mayor a 0, tenga una delineación deficiente y no haya sido calificado con 5 estrellas (el nivel más seguro) para los ocupantes de vehículos. Sin embargo, el Gatillador 2 exige que incluso si un tramo de la vía fuese calificado con 5 estrellas, aun así se debe proveer una buena delineación en las curvas moderadas y donde los bordes de la carretera sean severos. El Gatillador 3 exige que se proporcione una buena delineación en todos los tramos de la vía donde haya una curva pronunciada o muy pronunciada.

Gatillador	Variable	Requisito
1	Flujo de Tráfico	Mayor a 0
	Delineación	Deficiente
	Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos	1 a 4 estrellas
2	Flujo de Tráfico	Mayor a 0
	Curvatura	Moderada
	Delineación	Deficiente
	Severidad al borde de la vía	Cunetas de drenaje profundo, terraplén empinado, distancia al objeto 0-5 m, distancia al objeto 5-10m
	Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos	5 estrellas
3	Flujo de Tráfico	Mayor a 0
	Curvatura	Curva pronunciada o curva muy pronunciada
	Delineación	Deficiente
	Calificación por estrellas para ocupantes de vehículos	5 estrellas

Figura 4.11 Ejemplo de Gatilladores utilizados por iRAP.
(Fuente: Planes de inversión para vías más seguras iRAP).

El modelo del iRAP incluye más de 300 Gatilladores diferentes para la evaluación de las contramedidas potenciales a lo largo de toda la red vial. Además de los Gatilladores, el modelo emplea una serie de reglas de aplicación para ciertas contramedidas, las cuales garantizan que las recomendaciones propuestas se encuentren alineadas con adecuadas prácticas de ingeniería. Las contramedidas también están sujetas a una jerarquía, siendo la contramedida más completa, la que tiene prioridad sobre todas las demás. Esto garantiza que no se produzca duplicación de tratamientos que tendrían un impacto sobre el mismo elemento vial. Este enfoque supone que las contramedidas exhaustivas se diseñan teniendo a la seguridad como su principal criterio, y el nuevo tratamiento, refleja la mejor práctica en el diseño de seguridad.

Los números de muertes y lesiones graves prevenidas se estiman para cada 100 metros de tramo de carretera bajo la suposición de que la contramedida ha sido implementada y esto se compara con el estimado original de víctimas. La ecuación utilizada para calcular el número de muertes y lesiones graves de ocupantes de vehículos se brinda a continuación.

$$OV_{MUERTES\ DESPUÉS} = (PPV_{OV\ DESPUÉS})(V)(L)(FM_{OV}) \quad \text{ec.4.4}$$

Donde:

PPV_{ov después} = Puntaje de protección brindado por la vía para ocupantes de vehículos después de que se implemente la mejora.

V = Volumen de tráfico.

L = Longitud del tramo de carretera (100 m).

FM_{ov} = Factor de mortalidad para ocupantes de vehículos.

Nota: Ecuaciones como la anterior se utilizan para cada uno de los usuarios de la vía, como motociclistas, ciclistas y peatones.

Por lo que el número de muertes de ocupantes de vehículos (OVmuertes) prevenidas es como sigue:

$$OV_{MUERTES\ PREVENIDAS} = (OV_{MUERTES\ ANTES}) - (OV_{MUERTES\ DESPUÉS}) \quad \text{ec. 4.5}$$

El número total de muertes prevenidas MP, se expresa como:

$$MP = OV_{MP} + MC_{MP} + C_{MP} + P_{MP} \quad \text{ec 4.6}$$

Mientras que el número total de lesiones graves prevenidas se obtiene de la siguiente ecuación:

$$LGP = MP \times 10 \quad \text{ec 4.7}$$

Aplicando estas ecuaciones, se obtiene el número total de muertes y lesiones graves prevenidas en la red sumando todos los tramos de carretera de 100 metros. La siguiente fase del análisis es determinar el valor económico de las contramedidas y garantizar que generen beneficios que excedan sus costos. Esta evaluación económica implica lo siguiente:

- Estimación del valor económico de las muertes y lesiones prevenidas.
- Estimación del costo de las contramedidas.
- Cálculo de un Ratio de Costo-Beneficio (RCB).

Reconociendo que a menudo existen datos limitados sobre el costo de las colisiones en muchos países de bajos y medianos ingresos, el equipo de investigación del iRAP estudió un enfoque práctico y efectivo para valorar la vida en diferentes países. “The True Cost of Road Crashes” ofrece un marco para la valoración de los beneficios de seguridad, un resumen de las principales metodologías en uso a nivel mundial y recomendaciones presentadas para su uso por el iRAP. Las recomendaciones fueron:

- En base al análisis de regresión de los datos sobre costos de colisiones disponibles en un país, el valor empírico de la vida estadística era 70 veces el PIB per cápita (precio actual) para el país en cuestión.
- Una investigación de los datos sobre colisiones de los países participantes, recomendaba un ratio predeterminado de 10 lesiones graves por cada muerte.
- Un análisis de los datos sobre lesiones, recomendaba un valor de lesión grave equivalente a 25% del valor de la vida estadística.

Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores y el estimado de vidas totales y lesiones graves prevenidas por año, el beneficio económico anual de una contramedida individual se calcula como sigue:

$$BEA = (MP \times 70 \times PIB_{PER\ CÁPITA}) + (LGP \times 0.25 \times 70 \times PIB_{PER\ CÁPITA}) \quad \text{ec. 4.8}$$

El costo de las contramedidas se determina previa consulta con la autoridad vial local y los expertos en urbanismo. Dentro de cada categoría se toma en cuenta la posible complejidad y el costo de mejoramiento de la infraestructura en cada ubicación, es decir, costos de mejoramiento bajos, medios y altos. Esto es registrado por el equipo de calificación durante las inspecciones en la red vial. El costo, luego es calculado para todas las contramedidas potenciales identificadas, en base a los datos de los costos unitarios ingresados por el equipo local.

El valor económico de los beneficios del proyecto (a través de muertes y lesiones graves prevenidas) y el costo de las contramedidas se utilizan para generar un ratio de costo-beneficio (RCB) para la contramedida. Todos los beneficios y costos se descuentan durante el periodo de evaluación estándar de 20 años a la tasa de descuento requerida (establecida por la autoridad de financiamiento). La ecuación para calcular el RCB es:

$$RCB = \frac{\text{Valor Actual Neto (VAN) de los beneficios}}{\text{Valor Actual Neto (VAN) de los costos}} \quad \text{ec.4.9}$$

Por lo general, cada contramedida en el plan de inversión inicial del iRAP está sujeta a un RCB umbral de uno. Es decir, el beneficio económico de la contramedida debe exceder su costo. En muchas circunstancias, el RCB 'umbral' para un plan se incrementa por encima de uno, lo cual tiene el efecto de reducir el sobre costo del plan. Esto garantiza que el plan general sea asequible para un país y representa un retorno positivo sobre la inversión y un uso responsable de los fondos públicos. La técnica también puede ser utilizada por el gobierno y por organismos de financiamiento para demostrar lo atractiva y rentable que puede ser la inversión en vías más seguras.

El plan representa el caso práctico para una infraestructura vial más segura que pueda comunicarse eficazmente a las partes interesadas claves, tales como representantes elegidos, organismos de financiamiento, funcionarios públicos e ingenieros y urbanistas. Los componentes típicos de un plan se resumen a continuación.

- Contramedidas recomendadas. Cada una de las contramedidas recomendadas, así como su costo y beneficio, se señalan para la red del iRAP.
- Mapa de prevención de víctimas. Para cada red vial evaluada, iRAP elabora mapas que ilustran los números de muertes y lesiones graves por kilómetro que podrían prevenirse en los próximos 20 años si se implementa un "Plan de Inversión para Vías Más Seguras".
- Ubicaciones de las contramedidas. El Software de "Vías Más Seguras" del iRAP permite a los usuarios identificar exactamente donde se proponen contramedidas.
- Resultados sin procesar. Los datos sin procesar que describen las contramedidas recomendadas cada 100 metros a lo largo de la red vial del iRAP también pueden ser revisados y analizados en más detalle por ingenieros y urbanistas de cada país. Los datos de video recolectados como parte de la inspección del iRAP también pueden servir como una importante herramienta de revisión de escritorio (sin tener que salir al campo) además de las fotografías satelitales provistas en el software de iRAP.

- Se reconoce que los planes se valen de la evaluación basada en videos de los atributos de las vías, el uso del costeo y análisis genérico a nivel de la red. Como en cualquier programa de ingeniería, la implementación requiere de conocimientos locales, de una planificación y diseño detallados. Por lo general, los pasos de planificación e ingeniería que deben tomarse para la implementación de un programa de contramedidas que incluyen:
 - Análisis local de las contramedidas del iRAP propuestas.
 - Estudios de investigación de esquemas preliminares.
 - Diseño y costeo detallados, evaluación final y construcción.

4.5.2 Contramedidas Recomendadas por iRAP.

Las contramedidas recomendadas por iRAP para elevar la clasificación por estrellas, se hace con los Gatilladores que se mencionaron anteriormente, el objetivo es elevar la clasificación con soluciones que no sean costosas de implementar, algunas de las contramedidas sugeridas por iRAP son las siguientes:

1. Ampliación a 4 carriles con barrera central
2. Habilitación de tercer carril de ascenso, más barrera
3. Construcción de carril de rebase/adelantamiento
4. Implementación de barrera central en carreteras de más de un carril por sentido
5. Implementación de barrera central en carreteras de un carril por sentido
6. Bandas de estruendo/Indicadores de alineamiento flexibles en faja separadora
7. Raya separadora de sentidos de circulación doble y rayas diagonales a 45° (Achurado)
8. Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto mayor a 1 m
9. Construcción de acotamiento del lado del conductor (>1m)
10. Bandas de alerta en acotamiento
11. Colocación de barrera de orilla de corona - lado del conductor
12. Colocación de barrera de orilla de corona - lado del copiloto
13. Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) - lado del conductor
14. Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) - lado del copiloto
15. Mejoramiento de terraplén - lado del conductor
16. Mejoramiento de terraplén - lado del copiloto
17. Alumbrado en la intersección
18. Alumbrado en tramo carretero
19. Mejorar señalamiento en curva horizontal
20. Mejorar delineación (señalamiento horizontal y vertical)

Las contramedidas anteriores, se mencionan a manera de ejemplo; iRAP puede proponer más de las que se mencionaron anteriormente.

4.5.3 Ubicación de las contramedidas.

El Software de Vías Más Seguras del iRAP permite a los usuarios identificar exactamente donde se proponen contramedidas, como se muestra en la Figura 4.12.



Figura 4.12 Ubicación de contramedida “Implementación de barrera central en carreteras de más de un carril por sentido”. Carretera: Morelia – Pátzcuaro.

Fuente: portal Vida iRAP

Si se aplicarán a la red carretera todas las contramedidas que el iRAP recomienda, la clasificación por estrellas en el Estado de Michoacán, quedaría como se muestra en la figura 4.13

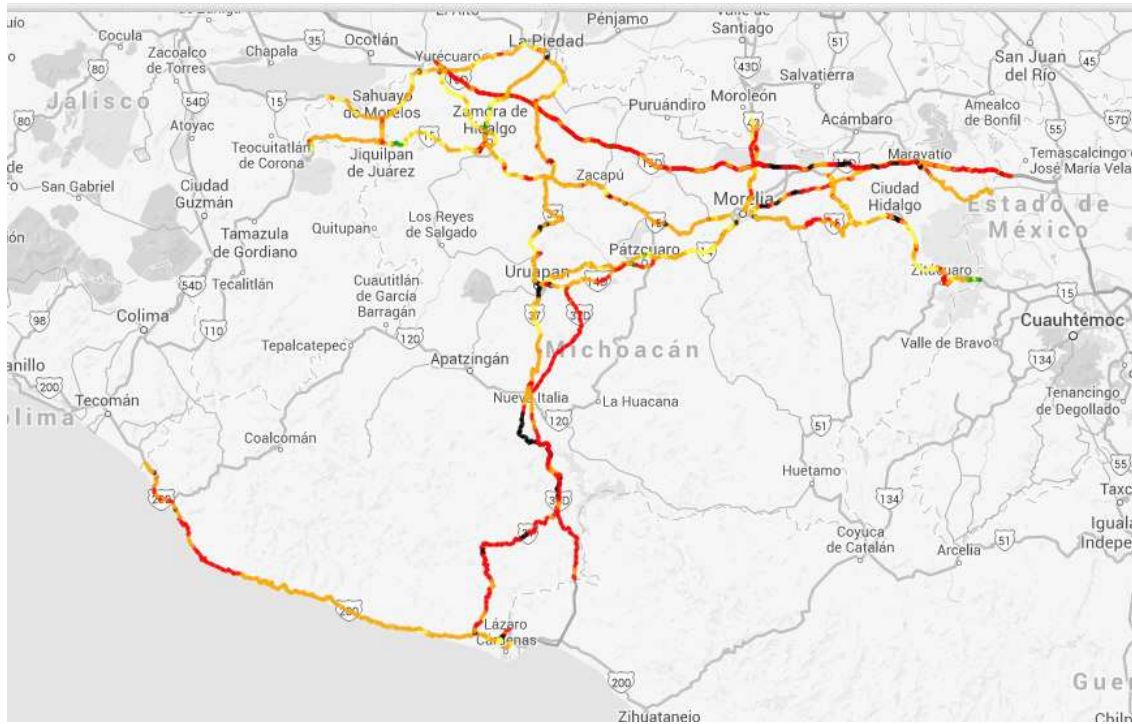


Figura 4.13 Clasificación por estrellas después de aplicar las contramedidas.
 Fuente: portal Vida iRAP.

La figura 4.13 puede ser comparada con la figura 4.10 en donde se puede apreciar como aumenta la clasificación por estrellas, sin embargo no en todos los tramos se pueden aplicar las contramedidas que recomiendan iRAP. En el capítulo V se muestra el análisis de algunas de las contramedidas aquí expuestas.

CAPÍTULO V.- CASO DE ESTUDIO CARRETERA: MORELIA - JIQUILPAN

5.1 Introducción

La Carretera Federal Libre MEX - 015, Morelia – Jiquilpan, tiene su origen en la ciudad de Morelia, Michoacán ubicándose el km 0+000 en las coordenadas: Latitud Norte 19.702° y Longitud Oeste -101.213° , terminando el tramo en el km 203+400, con coordenadas: Latitud Norte 19.987° y Longitud Oeste -102.716° , en el municipio de Jiquilpan, Mich.

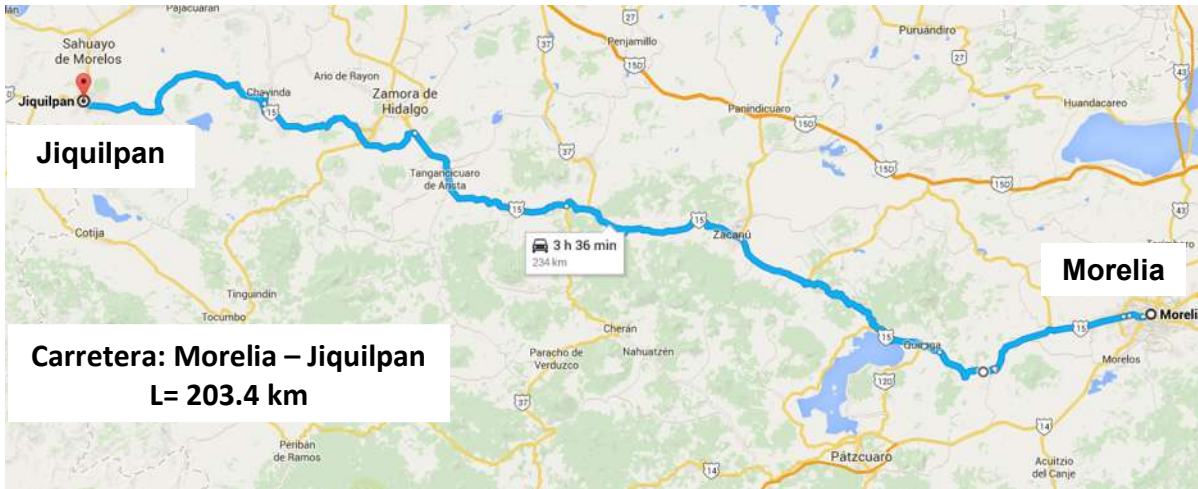


Figura 5.1 Carretera: Morelia – Jiquilpan.
(Fuente google maps).

La sección de construcción predominante (figura 5.2) es de un cuerpo con un ancho de corona promedio de 7.00 m, sin acotamientos y carriles de 3.50 m por sentido de circulación, tiene un grado máximo de curvatura de 35° , con una velocidad de operación de 60 a 90 km/hr; la clasificación técnica predominante de acuerdo, al procedimiento de la SCT, es un camino tipo “D”. En la tabla 5.1 se muestran las características físicas de todo el tramo.

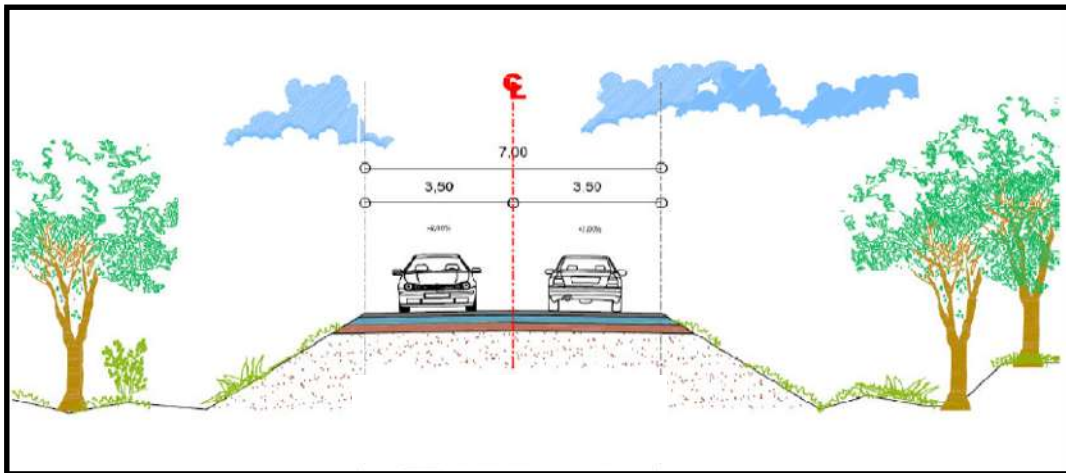


Figura 5.2 Sección tipo predominante.

Tramo	Longitud			Características Físicas				
	Inicio	Termino	Total (km)	No. Carriles	carril (m)	acotamiento (m)	Faja separadora (m)	Tipo de Terreno
Morelia (vías del tren) - T. izq. Coitzio	0+000	7+000	7.00	4 centrales con 2 carriles en las laterales	3.5	no tiene	no tiene	Lomerio
T. izq. Coitzio - T. der. Cuto de la Esperanza	7+000	14+700	7.70	4	3.5	2.5	2.5	Lomerio
T. der. Cuto de la esperanza - Zacapu	14+700	77+600	62.90	2	3.5	no tiene	no tiene	Lomerio
zona urbana de Zacapu	77+600	80+000	2.40	Z O N A U R B A N A				
Zacapu - T. der. Libramiento Nte de Zamora	80+000	139+600	59.60	2	3.5		no tiene	Lomerio
T. der. Libramiento Nte de Zamora - Jacona (zona urbana Zamora y Jacona)	139+600	152+000	12.40	ZONA URBANA ZAMORA Y JACONA				
Jacona - Jiquilpan	152+000	200+000	48.00	2	3.5	no tiene	no tiene	Lomerio
Zona urbana de Jiquilpan	200+000	203+400	3.40	4	3.5	no tiene	no tiene	Lomerio
Longitud total			203.40					

Tabla 5.1. Características físicas del tramo.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), atiende y conserva este tramo, del km 10+000 hasta el km 201+300, de los cuales se han entregado de manera oficial a diferentes municipios 17.7 km, que corresponden a los siguientes tramos:

Municipio de Zacapu, del km 77+600 al km 81+000

Municipio de Zamora y Jacona de Plancarte, del km 139+800 al km 152+000

Municipio de Jiquilpan, del km 201+300 al km 203+400.

5.2. Composición Vehicular.

De acuerdo a los datos viales publicados por la SCT en el año 2015 la Carretera Morelia – Jiquilpan, presenta el siguiente tránsito, Tabla 5.2.

Punto Generador	Estación				Clasificación Vehicular en Porcentaje								
	km.	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	Otros
Morelia	0.000												
T. Izq. Periférico de Morelia	3.100	3	1	23864	2.1	85.2	0.6	6.8	1.2	1.0	2.4	0.3	0.4
T. Izq. Periférico de Morelia	3.100	3	2	21693	1.9	84.4	0.7	7.5	1.2	1.1	2.5	0.3	0.4
T. Izq. Lagunillas	24.900	1	0	6618	0.7	82.1	1.0	8.2	2.9	3.2	1.0	0.3	0.6
T. Izq. Lagunillas	24.900	3	0	6207	1.0	82.0	1.1	9.5	2.2	2.8	0.7	0.2	0.5
T. Izq. Libramiento de Quiroga	40.950	1	0	4202	2.3	84.7	0.6	8.0	0.9	2.5	0.5	0.1	0.4
T. Izq. Libramiento de Quiroga	40.950	3	0	6156	1.3	84.0	0.6	8.5	1.3	3.3	0.5	0.1	0.4
Comanja	64.440	1	0	3843	0.8	81.0	1.2	10.2	2.5	3.0	0.9	0.1	0.3
Comanja	64.440	3	0	5414	0.8	82.7	0.5	9.7	1.9	3.0	0.9	0.1	0.4
T. Der. Zacapu y Villachuato	77.100	1	0	11432	2.8	80.9	0.4	6.9	1.3	5.6	0.8	0.2	1.1
T. Der. Zacapu y Villachuato	77.100	3	0	5547	3.0	81.4	0.5	8.8	2.0	3.0	0.9	0.1	0.3
T. Der. La Piedad	105.020	1	0	3717	0.9	78.0	1.4	11.6	4.0	2.5	1.0	0.2	0.4
T. Der. La Piedad	105.020	3	0	5916	0.6	81.4	1.4	8.3	2.6	3.2	1.2	0.5	0.8
Santo Tomas	115.000	1	0	9692	0.7	80.3	1.5	7.6	2.0	5.3	1.3	0.3	1.0
Santo Tomas	115.000	3	0	10288	0.7	81.4	1.3	7.6	1.8	4.5	1.3	0.4	1.0
T. Der. Etucuario	123.500	1	0	8687	0.7	79.8	1.5	8.5	2.4	4.8	1.3	0.3	0.7
T. Der. Etucuario	123.500	3	0	9263	0.8	81.8	1.5	6.5	2.3	4.9	1.1	0.3	0.8
T. Izq. Tangancicuaro	131.200	1	0	11096	1.4	77.9	1.2	9.8	2.0	5.6	1.1	0.2	0.8
T. Izq. Tangancicuaro	131.200	3	0	12952	1.3	80.5	1.5	8.9	2.1	3.4	1.2	0.3	0.8
T. Izq. Libramiento Sur de Zamora	139.500	1	1	9025	2.7	81.9	2.0	9.9	1.5	1.1	0.7	0.1	0.1
T. Izq. Libramiento Sur de Zamora	139.500	1	2	9561	2.0	80.9	2.1	11.3	1.6	1.2	0.7	0.1	0.1
Zamora	144.440	1	1	7791	2.3	86.9	3.0	5.6	0.4	0.6	1.0	0.1	0.1
Zamora	144.440	1	2	8043	1.8	86.5	3.2	6.3	0.4	0.6	1.0	0.1	0.1
Jacona	148.600	3	0	8382	5.6	76.2	3.4	8.5	1.1	4.0	0.6	0.1	0.5
Tangamandapio	163.000	1	0	5276	1.8	81.1	2.9	9.2	1.6	2.4	0.6	0.1	0.3
Tangamandapio	163.000	3	0	5495	3.6	79.1	3.5	8.1	1.7	2.9	0.6	0.1	0.4
T. Der. Villa Mar	186.200	1	0	3637	1.7	81.1	2.8	8.3	2.5	2.4	0.8	0.1	0.3
Emiliano Zapata	190.340	1	0	5022	2.2	81.8	2.7	7.0	2.4	2.6	0.8	0.1	0.4
Emiliano Zapata	190.340	3	0	5658	2.1	81.2	2.9	7.3	2.1	2.8	0.7	0.3	0.6
T. Der. Libramiento de Jiquilpan	200.000	1	0	8813	3.4	80.7	2.5	6.5	1.8	3.8	0.7	0.1	0.5
Jiquilpan	203.400												

Tabla 5.2 TDPA y composición vehicular

(Fuente: Datos Viales 2015, SCT)

5.3 Clasificación por estrellas de la Carretera Morelia – Jiquilpan y contramedidas para aumentar la clasificación por estrellas.

De acuerdo al portal Vida iRap, la clasificación por estrella de la carretera en estudio es como se muestra a continuación en la figura 5.3.

Dado que iRap, evalúa el riesgo de sufrir un accidente para Ocupantes de Vehículos, Motocicletas, Peatones y Bicicletas; **el caso práctico se enfocará únicamente para ocupantes de vehículos**, ya que es el grupo que más usa el tramo.

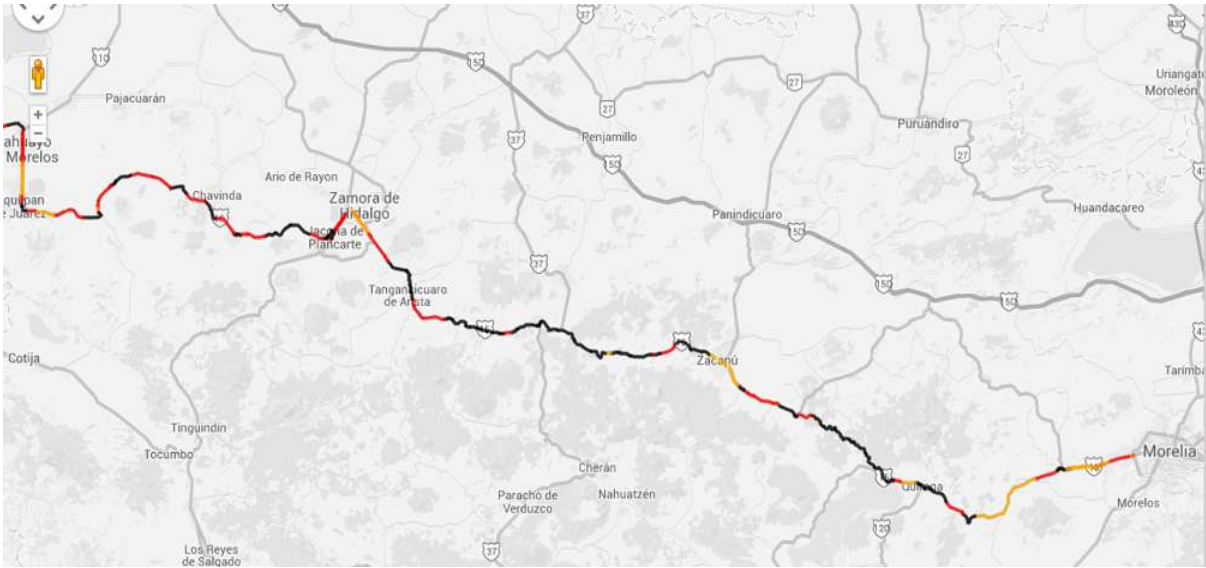


Figura 5.3 Clasificación por estrellas de la carretera. Morelia – Jiquilpan, Clasificación por mapa (Fuente: Portal Vida iRap)

Clasificación por Estrellas	Ocupante de vehículo		Motocicletas	
	Longitud (km)	Porcentaje	Longitud (km)	Porcentaje
5 Estrellas	0.00	0%	0.00	0%
4 Estrellas	0.70	1%	0.30	0%
3 Estrellas	53.30	20%	26.50	10%
2 Estrellas	93.50	35%	101.60	38%
1 Estrella	116.50	44%	135.60	51%
No aplica	0.00	0%	0.00	0%
Totales	264.00	100%	264.00	100%

Figura 5.4 Clasificación por estrellas de la carretera: Morelia – Jiquilpan, Clasificación por tabla (Fuente: Portal Vida iRap)

Obsérvese en la figura 5.4 que según la clasificación por estrellas de iRap, el 44% del tramo en estudio tiene una estrella (L=116.50 km), el 35% dos estrellas (L=93.50km), el 20% tiene tres estrellas (L= 53.30 km) y solo el 1% (0.70 km) tiene 4 estrellas; por lo que de acuerdo a la clasificación se tiene un alta probabilidad de que ocurran accidentes.

La información anterior puede ser presentada de manera gráfica como se muestra en la figura 5.5.

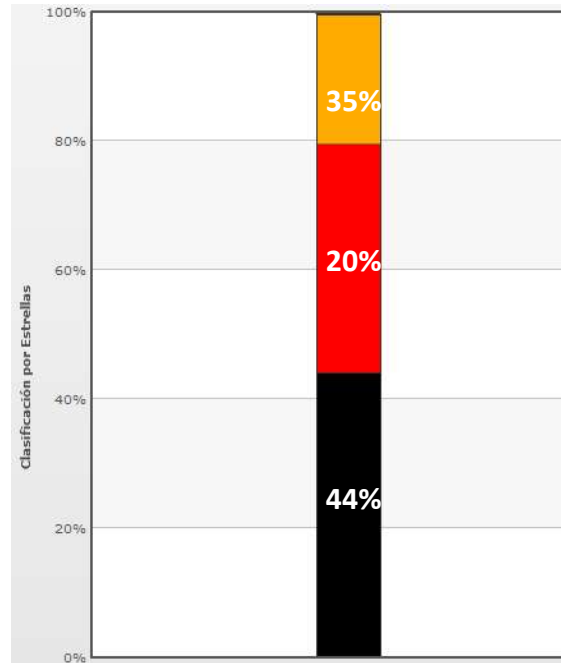


Figura 5.5. Porcentaje de clasificación, respecto a la longitud total para ocupantes de vehículos

Las contramedidas que propone el iRap para aumentar la clasificación por estrellas se muestran en la Tabla 5.3

Número	CONTRAMEDIDA	Longitud/ sitios	MLGs
1	Colocación de barrera de orilla de corona - lado del conductor	100.70 km	1,617
2	Colocación de barrera de orilla de corona - lado del copiloto	98.40 km	1,472
3	Bandas de alerta en acotamiento	199.90 km	880
4	Ampliación a 4 carriles con barrera central	25.50 km	494
5	Mejorar delineación (señalamiento horizontal y vertical)	102.50 km	366
6	Construcción de acotamiento del lado del conductor (>1m)	105.90 km	366
7	Mejorar delineación	32.90 km	327
8	Implementación de barrera central en carreteras de un carril por sentido	20.10 km	208
9	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto mayor a 1 m	41.70 km	205
10	Habilitación de tercer carril de ascenso, más barrera	3.80 km	149
11	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) - lado del copiloto	32.80 km	118
12	Ampliación del ancho de carril hasta 50 cm	10.90 km	113
13	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) - lado del conductor	20.70 km	78
14	Alumbrado en la intersección	134 sitios	72
15	Mejoramiento de terraplén - lado del conductor	4.30 km	25
16	Mejoramiento de terraplén - lado del copiloto	3.10 km	18
17	Adecuación geométrica para giro a la izquierda continuo en intersección con semáforo de 3 ramas	3 sitios	14
18	Construcción de carril de rebase/adelantamiento	0.30 km	12
19	Bandas de estruendo/Indicadores de alineamiento flexibles en faja separadora	3.80 km	8
20	Adecuación geométrica para giro a la izquierda continuo en intersección con semáforo de 4 ramas	1 sitios	7
21	Raya separadora de sentidos de circulación doble y rayas diagonales a 45° (Achurado)	2.70 km	5
22	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto hasta 1 m	3.40 km	5
23	Alumbrado en tramo carretero	1.00 km	3
24	Implementación de barrera central en carreteras de más de un carril por sentido	0.20 km	2
25	Mejorar fricción en la superficie de rodamiento	0.30 km	1
26	Cerca para contener peatones/Valla peatonal	0.20 km	0
<i>MLGs= Muertos y Lesionados Graves salvados</i>			6,566

Tabla 5.3.- Contramedidas propuestas por iRap, para aumentar la clasificación por estrellas

En la tabla 5.3, los datos que se marcan en color gris, son las contramedidas que serán revisadas en los sitios que iRap propone y analizadas, para verificar, y si es posible implementarlas, estas debido a que son económicamente factibles de implementar a corto plazo. Las contramedidas que no están marcadas en color gris, requieren de un proyecto ejecutivo para estudiar su factibilidad e incluso se requieren mayores recursos y tiempo de espera para poderlos implementar, tal es el caso de la contramedida “banda de alerta en acotamiento”, marcada con color amarillo, el cual se ejemplificará que no es posible implementarla de manera inmediata.

El iRap, propone la colocación de la barrera de la orilla de la corona en el lado del conductor y copiloto en varios sitios, sin embargo no se especifica que tipo de barrera se requiere, por lo que se tiene que realizar un análisis para poder determinar el tipo de barrera requerido para el tramo en estudio, de acuerdo con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012 “BARRERAS DE PROTECCIÓN EN CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS”.

De igual forma con la contramedida “Mejorar delineación, señalamiento horizontal y vertical”, se tienen que realizar visitas al sitio, para poder determinar qué tipo de señal se requiere, así como las dimensiones requeridas, este análisis se hará en base a lo indicado en la NOM-034-SCT2-2011 “SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS”.

5.4 Análisis del tipo de Barrera en orilla de la corona (defensa metálica) requerida.

En base a la NOM-037-SCT2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas, la elección del tipo de barrera se hará en base a los siguientes requerimientos:

a) Selección según el nivel de contención:

Con base a la composición del flujo vehicular en términos del tránsito diario promedio anual (TDPA) y la velocidad de operación en el subtramo donde se emplazarán las barreras de la orilla de la corona o separadora de sentidos de circulación, **que se esperan en los siguientes 5 años**, se determinará en nivel de contención mínimo en base a la tabla 5.4.

Velocidad de operación km/h	Nivel de contención (NC) ^[1] mínimo de la barrera				
	Caminos de dos carriles, uno por sentido de circulación			Caminos de dos o más carriles por sentido de circulación	
	Tránsito diario promedio anual (TDPA)			Tránsito diario promedio anual (TDPA)	
	<1 000	1 000 - 9 999	>= 10 000	< 10 000	>= 10 000
Hasta 50	NC - 1	NC - 1	NC - 1	NC - 1	NC - 2
51 - 70	NC - 2	NC - 2	NC - 2	NC - 2	NC - 3
71 - 100	NC - 3	NC - 3 ^[2]	NC - 3 ^[2-3]	NC - 3 ^[2-3]	NC - 3 ^[2-3]
101 - 120	NC - 3	NC - 3 ^[2-3]	NC - 3 ^[4]	NC - 3 ^[4]	NC - 5

[1] NC= Niveles de contención

[2] De contar con autobuses de pasajeros, en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona con un nivel de contención NC-4 como mínimo.

[3] De contar con camiones de carga con masa vehicular mayor de 8 000 kg, en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona con un nivel de contención NC-4 como mínimo.

[4] De contar con camiones de carga con masa vehicular mayor de 18 000 kg, en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona con un nivel de contención NC-5 como mínimo.

Tabla 5.4 Niveles de contención mínimos según las características del tránsito y velocidad de operación.

En la carretera: Morelia – Jiquilpan se tiene una velocidad de operación promedio de 90km/hr y con los datos del TDPA de la tabla 5.2, “TDPA y composición vehicular”, obtenemos de la tabla 5.4 que se requiere un nivel de contención mínimo NC-3.

Analizando las notas 2 y 3 de la tabla 5.4, las cuales dicen que en caso de contar con autobuses de pasajeros en un 25% o más del TDPA, se requiere un nivel de contención mínimo de 4, sin embargo el camino en estudio no se encuentra dentro de esta condición. De igual forma la nota 3 indica que de contar con camiones de carga con masa vehicular mayor de 8,000 kg en un 25% del TDPA, se requiere un nivel de contención mínimo NC-4, pero tampoco se cumple esta condición.

Del análisis anterior, se tiene que de acuerdo a la composición vehicular del tramo, se requiere **un nivel de contención NC-3**.

b) Selección según su deflexión dinámica y ancho de trabajo.

En base a lo indicado en la NOM – 037-SCT2-2012, la clasificación de las defensas en base a su nivel de deflexión es como sigue:

Flexibles: con una deflexión mayor a 160 cm

Semirrígidas: deflexión en un rango de 70 a 160 cm

Rígidas: deflexión dinámica menor a 70 cm.

En el apartado 5.3.2.2.1 de la NOM – 037 se indica: *“para barreras de orilla de la corona (OD-4.1) desplantadas sobre la corona de los terraplenes o balcones, en tangentes o en curvas, se debe de considerar un ancho de trabajo máximo 160 cm y no más de 120 cm cuando se desplanten en el talud”.*

Asimismo en el apartado 5.3.2.3 se menciona: *“Una vez determinado el ancho de trabajo, se selecciona una barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) del tipo requerido, que satisfaga el nivel de contención determinado y **que tenga una deflexión dinámica igual que el ancho de trabajo o menor**”.*

De los enunciados anteriores, como las defensas instaladas en la carretera: Morelia – Jiquilpan se desplantan en terraplén, el ancho de trabajo máximo es de 160 cm, es decir **únicamente se pueden emplear defensas: semirrígidas o rígidas**, descartando las flexibles por el ancho de trabajo indicado en la norma.

c) Guía para la selección de barrera en la orilla de la corona

Una vez analizado el nivel de contención, ancho de trabajo y deflexión dinámica, la NOM-037-SCT2-2012, contiene una tabla que guía para seleccionar el tipo de barrera y la separación entre postes que se requiere para satisfacer con el nivel de contención, deflexión dinámica y ancho de trabajo, como se muestra en la tabla 5.5

Designación y tipo de barreras.	Nivel de contención	Nivel de prueba ^[2]	Deflexión dinámica cm	Barrera			
				Número ^[3]	Descripción del sistema ^[4]		
OD-4.1 Barreras de orilla de corona	OD-4.1.1 Flexibles	NC-2	2	220	SGR02	a	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, sin separadores, en postes débiles de acero a cada 3.81 m, con placas de cimentación.
					SGR02	b	Defensa de acero de dos crestas con traslapes entre los apoyos, sin separadores, en postes débiles de acero a cada 3.81 m, con placas de cimentación.
		NC-3	3	350	SGR01	a	Tres cables de acero en postes débiles de acero IPR a cada 5m, con placas de cimentación.
					SGR01	b	Tres cables de acero en postes débiles de acero U a cada 5m, con placas de cimentación.
	OD-4.1.2 Semirrigidas	NC-2	2	90	SGR04	a	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos con separadores de acero, en postes fuertes de acero a cada 1.91 m.
						b	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1.91 m.
		NC-3	3	90	SGR04	c	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1.91 m.
						SGR03	
		NC-3	3	50	SGR09	a	Defensa de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1.91 m.
						b	Defensa de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1.91 m.
SGR05		Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1.91 m, anclados a las losas de las alcantarillas					
NC-4	4	60	SGR09	C	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos con separadores modificados de acero, en postes fuertes de acero a cada 1.91 m.		

[1] Las barreras de orilla de corona (OD-4.1) contenidas en esta tabla se presentan sólo como ejemplo, de manera ilustrativa más no limitativa, de modo que se puede utilizar otra barrera diferente, siempre y cuando se haya certificado, por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que cumple con el nivel de contención y la deflexión dinámica que se requieran, conforme a lo establecido en la NOM-037-SCT2-2012.

[2] Nivel de prueba que satisface del *Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras* del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (*Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

[3] Números que identifican los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to tandardized Highway Barrier Hardware)*.

[4] Descripción de los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía*

Tabla 5.5 Barreras de orilla de corona aprobadas por la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware)*, que se utilizan con mayor frecuencia.^[1]

De la tabla 5.5, se puede observar que según la guía de selección, para cumplir con el nivel de contención mínimo y la deflexión dinámica, es necesario utilizar una separación entre postes de 1.91m, pudiendo utilizar defensa de dos o de tres crestas.

En la práctica, se ha visto de acuerdo a los proveedores, que el nivel de contención lo puede cumplir la barrera de dos o de tres crestas, esto depende del fabricante y de acuerdo a las especificaciones, por lo que en campo es difícil detectar el nivel de contención existente ya que depende de varios factores como es el tipo de acero, profundidad de hincado de los postes, separación entre postes, etc. Para asegurar el nivel de contención requerido, el fabricante debe de proporcionar el certificado de cumplimiento, el cual debe de indicar de manera fehaciente, el detalle y las especificaciones del sistema de barrera aprobado, bien sea de manera genérica o de manera especial hacia una persona física o moral.

5.4.1 Aspectos importantes a cuidar en las barreras de orilla de la corona.

Es común que al circular por diferentes tramos carreteros, se observan instaladas barreras de protección o comúnmente llamadas defensas metálicas, sin embargo es necesario cuidar algunos elementos como es **la altura y la terminación de la barrera**, que deben de contener, ya que si la barrera de protección está mal instalada, lejos de ayudar a proteger, contener o re-direccionar el vehículo, puede ocasionar el volteo e incluso puede representar un mayor riesgo.

a) Altura respecto al pavimento o rasante.

La altura que debe de contener respecto a la rasante o al pavimento debe de ser de 55 cm, a la mitad de la barrera de protección, ya sea esta de dos o de tres crestas.

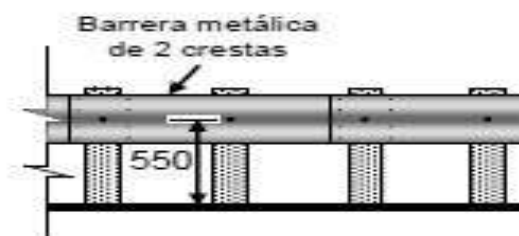


Figura 5.6 Altura de la barrera metálica de protección

b) Terminación de la barrera de protección.

Para asegurar el correcto y seguro funcionamiento de cada barrera, se deben diseñar con dos secciones extremas, una al inicio y otra al final de cada tramo de barrera según sea necesario. Las características mecánicas, los detalles estructurales de las secciones en sí mismas y las geométricas del emplazamiento, deben ser materia del diseño particular de cada caso, lo cual dependerá fundamentalmente de las características del resto de la barrera, las condiciones del suelo y la situación geométrica del camino.

Sección de amortiguamiento: Las secciones extremas deben ser secciones de amortiguamiento cuando se colocan en el extremo de la barrera en el que un vehículo que se aproxima a ella se pueda impactar de frente en ese extremo.

Las secciones extremas deben ser secciones terminales cuando se colocan en el extremo de una barrera de orilla de corona para reforzarla y protegerla, cuando sea reducido el riesgo de que un vehículo se impacte de frente en ese extremo. Se deben instalar sólo en el extremo final de dichas barreras en el sentido de circulación del tránsito, cuando las carreteras o vialidades urbanas, sean de cuerpos separados o de dos o más carriles por sentido de circulación con barreras separadoras de sentidos de circulación.

Las secciones terminales pueden ser: sencillas, también llamadas “cola de pato” ó secciones aterrizadas. Fig. 5.7 y 5.8.

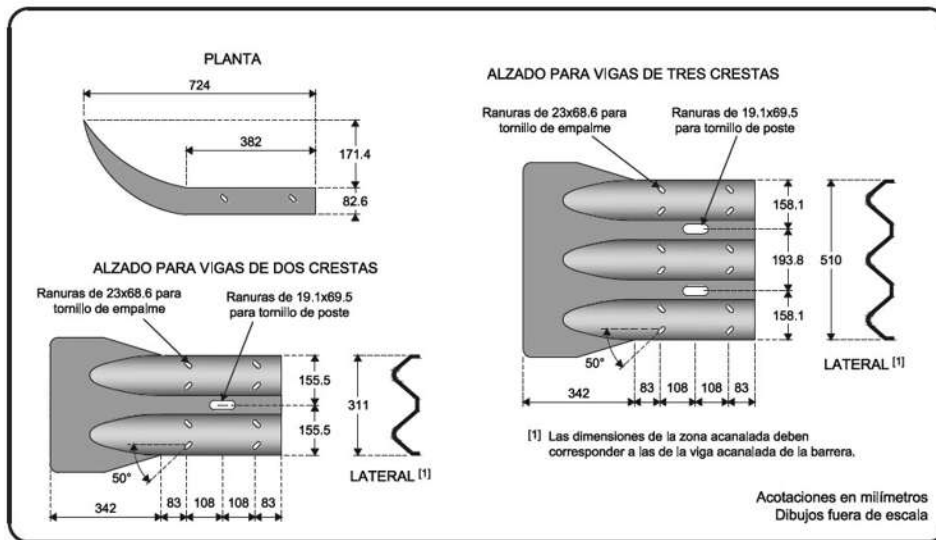


Figura 5.7 Secciones terminales sencillas

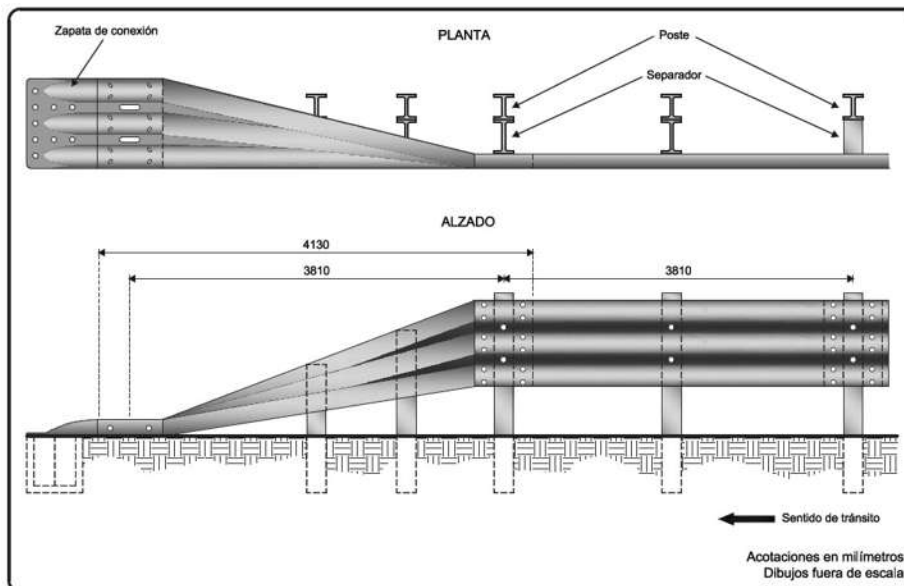


Figura 5.8 Sección terminal aterrizada.

En las carreteras Federales Libres, como el amortiguador de impacto es costoso y no se cuentan con los recursos para colocarse al inicio de las barreras de protección, se coloca generalmente la cola de pato, sin embargo cuando el inicio de la barrera se encuentra de manera paralela al arroyo vial en el sentido de circulación, esta se debe de esvajar para que no funcione como un objeto punzo cortante y pueda penetrar en la cabina del vehículo. De igual forma en el sentido de circulación de frente a los vehículos nunca se deben de aterrizar la sección extrema ya que estas pueden producir el efecto rampa en los vehículos que se impacten y producir el volcamiento.

5.5 Validación de contramedidas.

Para la validación de las contramedidas propuestas por iRap, es necesario ubicar los postes de km físicos en campo, debido a que en esta carretera, como es atendida mediante un Contrato Plurianual de Conservación de Carreteras (CPCC), se reubicaron la mayoría de los postes de kilómetro, por ello el km que indica el iRap donde se aloja la contramedida, no corresponde con el kilómetro físico del camino; para ello se utilizó el google earth, para revisar la ubicación por medio de coordenadas.

Para poder revisar los sitios en los cuales iRap propone las contramedidas, se levantaron en campo con un GPS de mano todos los postes de km existentes en el camino y posteriormente se cargaron al google earth, para conocer su ubicación por medio de coordenadas geográficas.



Figura 5.9. Ubicación de postes de km de campo en google earth.

5.5.1 Revisión de la contramedida “Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras)”.

Para revisar la factibilidad de implementar esta contramedida, se tomaron las coordenadas geográficas, donde iRap propone implementarla, se cargaron a google earth y con la ubicación de los postes de km, se puede obtener de manera aproximada los kilómetros físicos.

El factor de riesgo que considera iRap, de que ocurra un accidente lo realiza en función de la distancia o separación a la que se encuentra el objeto de la orilla del camino, como se muestra en la tabla 5.6 “Factores de riesgo para ocupantes de vehículo”, que indica que si el objeto está más cerca de la orilla del camino, existe mayor severidad en caso de una colisión con el objeto (factor 1) y si está más alejado de la orilla existe menor severidad (factor 0.1).

Distancia a la orilla del camino	Factores de riesgo para Ocupantes del Vehículo
0 a 1 m	1
1 a 5 m	0.8
5 a 10 m	0.5
mayor a 10m	0.1

Tabla 5.6 Factores de riesgo para ocupantes de vehículo.

El iRap, propone 196 sitios de eliminación de obstáculos en todo el tramo, en los cuales de acuerdo a la ubicación, se realizó la revisión en campo para determinar la factibilidad.



Figura 5.10 Ubicación de contramedida



Foto 5.1 Sitio de implementación.

Se puede observar en la figura 5.10 la ubicación donde el iRap propone se implemente la eliminación de obstáculos, con la ubicación del km de campo, se puede establecer el sitio físico. En foto 5.1, no se puede apreciar de manera clara a que obstáculo se refiere la contramedida, debido a que puede ser a los apoyos del puente peatonal, al poste de concreto o al poste de luz ó toda la estructura del puente. En este sitio no es posible eliminar ningún elemento, por lo que este es un ejemplo de algunos sitios donde no es posible implementar algunas de las contramedidas, propuestas por iRap.



Figura 5.11 Ubicación de contramedida



Foto 5.2. Sitio de implementación

En la foto 5.2, se observan los elementos que el iRAP propone eliminar, como puede ser el árbol o el poste de luz, los cuales se encuentran fuera del acotamiento, dado que si un vehículo sale del camino pueden impactar contra estos.

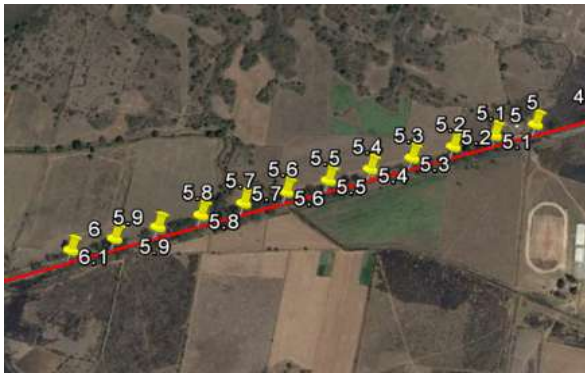


Figura 5.12 Ubicación de contramedida



Foto 5.3 Sitio de implementación.

Como puede observarse en la foto 5.3, en la mayoría de los casos, los obstáculos que propone eliminar el iRap, son árboles que se encuentran a lo largo del camino, tiene mucha congruencia la aplicación de la contramedida, ya que la presencia de árboles cerca del arroyo vial puede provocar la muerte a los ocupantes del vehículo en caso de una colisión. Sin embargo debido a la legislación en materia de impacto ambiental en México, no es sencillo eliminar un gran número de árboles ya que pueden representar un daño a la ecología.



Figura 5.13 Zonas donde se propone eliminar obstáculos (árboles).

Otro ejemplo de lo comentado en el párrafo anterior, es ver en planta los sitios de la contramedida, se observa en la figura 5.13 que en todos los sitios propuestos, existen árboles.

Para ejemplificar lo expuesto en la tabla 5.3 “Contramedidas propuestas por iRap, para aumentar la clasificación por estrellas”, existen tramos con clasificación de una estrella, en algunas se puede observar que son zonas urbanas y existen postes ubicados a menos de 1m del camino, lo que de acuerdo a la metodología representa un gran riesgo



Figura 5.14. Clasificación del camino con una estrella, debido a objetos peligrosos en la orilla del arroyo vial, entre otros factores.



Foto 5.4. Postes cercanos a la orilla del camino, en zona urbana.

De acuerdo a lo ya expuesto, esta contramedida no se analizará detalladamente, ya que no es fácil eliminar los obstáculos propuestos por iRap, debido a que, para derribar o retirar los árboles, tendría que realizarse una exención de impacto ambiental y dependiendo de la especie de árbol, se tendría que realizar una manifestación de impacto ambiental; aunado a los problemas sociales que pudieran suscitarse en algunas zonas por el derribo de estos. Por otro lado para poder eliminar, o mover los postes de electricidad o teléfono, tendría que elaborarse un proyecto ejecutivo, sin embargo el objetivo del presente trabajo es emitir recomendaciones económicas y que pueden implementarse de manera inmediata.

5.5.2 Revisión de la contramedida “Bandas de Alerta en Acotamiento”.

Como se puede observar en la tabla 5.3.- “Contramedidas propuestas por iRap, para aumentar la clasificación por estrellas”, esta contramedida se propone en una longitud de 199.90 km, de una longitud total del camino de 203.40 km, es decir en el 98% del camino; sin embargo este camino no tiene acotamiento, lo que implicaría realizar un proyecto de modernización del camino, para ampliar la corona y poder alojar la banda de alerta.

Esto aparte de costoso por requerir un proyecto ejecutivo y ampliación en ambos lados, no podría implementarse de manera inmediata.

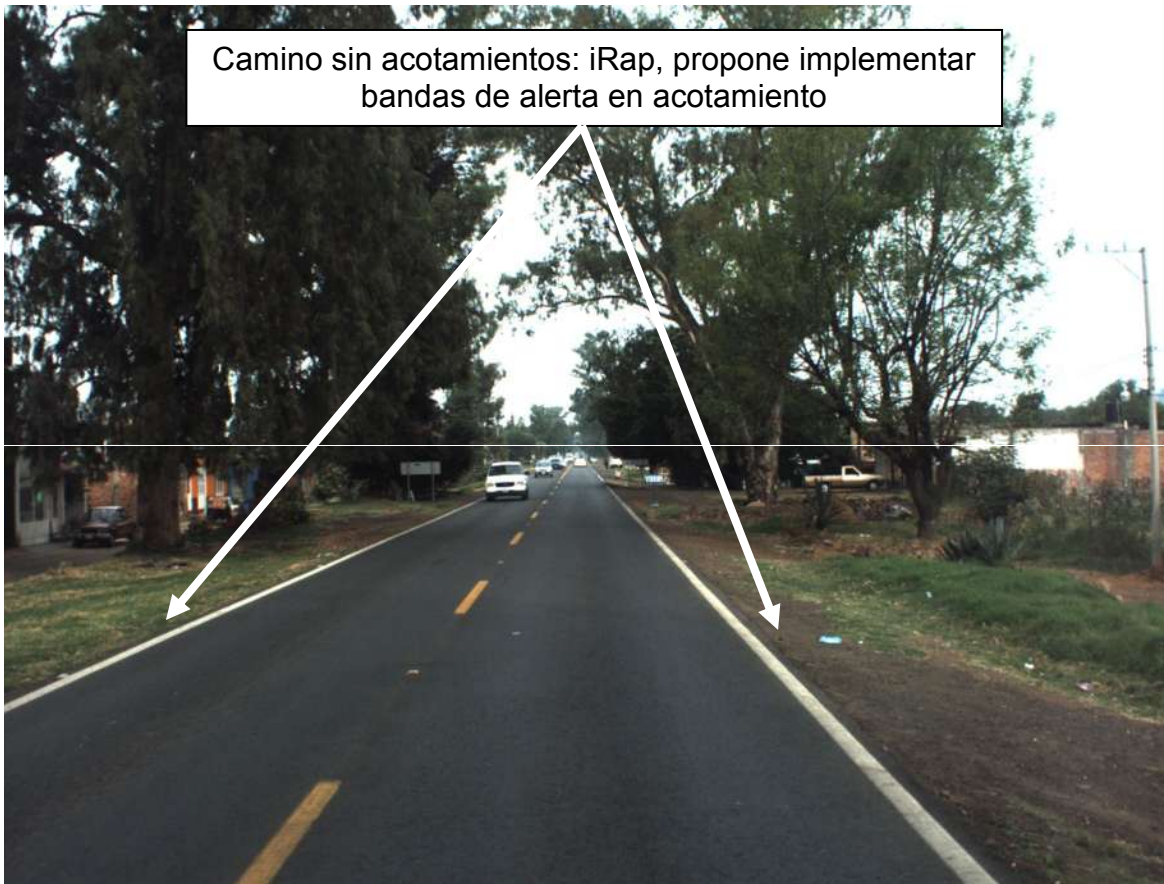


Foto 5.5. Sección actual del camino, sin acotamiento.

5.5.3 Revisión de la contramedida “Colocación de barrera en la orilla de la corona lado del conductor y lado del copiloto”.

De manera similar que la contramedida de “eliminación de obstáculos”, para revisar esta contramedida se cargaron en google earth todos los sitios donde se propone instalar la barrera en la orilla de la corona. Se evaluó sitio por sitio de los propuestos por iRap.

La revisión se realizó en base a la normativa de la SCT y a la Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012, “BARRERAS DE PROTECCIÓN EN CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS”; las cuales indican las condiciones en la cuales se debe de emplazar una barrera.

Del análisis de la normativa, los sitios propuestos por iRap, se clasificaron y se marcaron en una imagen de google earth con los siguientes colores:

AMARILLO: donde de acuerdo al análisis del sitio, se requiere instalar barrera de protección en la orilla de la corona.

ROJO: los sitios en los cuales, de acuerdo a lo indicado en la NOM-037-SCT2-2012, o de acuerdo a las condiciones del sitio, no se requieren barreras de protección o no se puede instalar, debido a que es una zona urbana, es zona de cortes, ó no cumple con la altura de terraplén que indica la norma mencionada.

MORADO: aquellos sitios en donde se propone instalar barrera de protección en la orilla de la corona, pero ya existe este elemento.

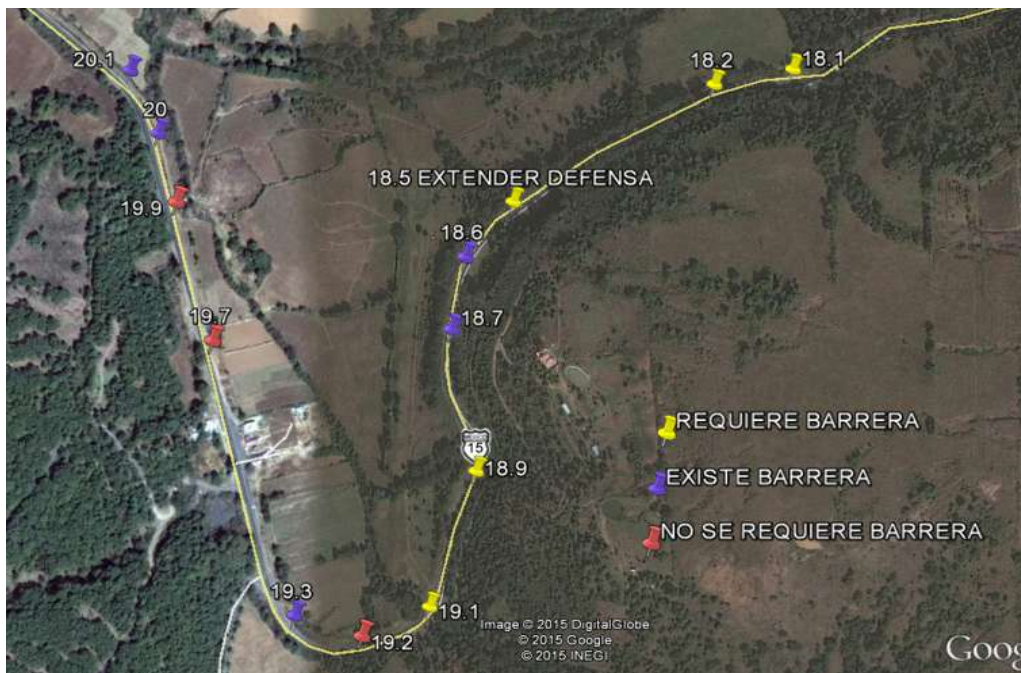


Figura 5.15. Ejemplo de un tramo de evaluación, e identificación de sitios de barrera en orilla de la corona, en google earth.

Para ejemplificar la evaluación realizada, se presentan las siguientes imágenes (fotos 5.6, 5.7 y 5.8):



Foto 5.6 tramo donde existe barrera de protección
(Marcado en morado en google earth)



Foto 5.7. Tramo donde no se puede instalar barrera, propuesta por iRap
(Sitio marcado en color rojo en google earth)



Foto 5.8. Sitio donde iRap, propone barrera de protección y que se requiere instalar. (Sitio marcado en color amarillo en google earth).

Del análisis anterior y de las distintas visitas al sitio, se detectaron sitios donde la barrera en la orilla de la corona se encuentra deteriorada y en mal estado, como se muestra en la foto 5.9; el hecho de que exista el elemento, no es garantía de que funcione adecuadamente o prevenga algún accidente, incluso si el elemento existe y se encuentra en mal estado, este puede ser la causa de aumentar la severidad del accidente, llegando a ser hasta contraproducente que la barrera exista en malas condiciones.



Foto 5.9. Barrera de protección en mal estado.

Como iRap, propone únicamente el sitio donde se debe de instalar la barrera de protección, es necesario realizar un análisis de los elementos existentes y evaluar si cuentan con las características para que cumpla su función, tales como: altura, tipo de terminación, estado físico, entre otros.

Considerando lo anterior, se procedió a realizar un inventario de todas las barreras de protección existentes, realizando también el levantamiento con un GPS de mano para poder cargar en google earth y evaluar en función de la altura del terraplén indicada en la NOM – 037 – SCT2-2012, los sitios en los que se requiere barrera protección.

En la siguiente tabla, 5.7, se presentan los tramos en donde existe la barrera de protección, de acuerdo al cadenamamiento físico del camino, se ingresaron en google earth sus coordenadas para localizar de manera puntual su inicio y término, encontrándose 132 sitios de barrera existente con longitud desde 16 m, hasta 1400 m.

DEFENSA EXISTENTE					COORDENADAS			
No. Elemento	Sentido de circulación	KM INICIAL	KM FINAL	LONGITUD (M)	INICIO		FIN	
					LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
1	2	14+480	14+700	220.00	19.6819	-101.3447	19.6808	-101.3464
2	1	18+640	18+860	220.00	19.6704	-101.3822	19.6692	-101.3839
3	1	18+920	19+020	100.00	19.6690	-101.3844	19.6686	-101.3852
4	1	19+080	19+100	20.00	19.6681	-101.3856	19.6680	-101.3857
5	1	19+620	19+640	20.00	19.6663	-101.3902	19.6662	-101.3904
6	2	19+620	19+640	20.00	19.6663	-101.3902	19.6662	-101.3904
7	2	21+420	21+540	120.00	19.6589	-101.4040	19.6579	-101.4045
8	1	22+060	22+220	160.00	19.6549	-101.4083	19.6538	-101.4092
9	1	22+440	22+560	120.00	19.6518	-101.4094	19.6508	-101.4097
11	1	23+120	23+140	20.00	19.6459	-101.4090	19.6457	-101.4091
12	2	23+120	23+140	20.00	19.6459	-101.4090	19.6457	-101.4091
13	1	23+520	23+540	20.00	19.6425	-101.4103	19.6423	-101.4103
14	2	23+520	23+540	20.00	19.6425	-101.4103	19.6423	-101.4103
10	2	24+600	24+780	180.00	19.6338	-101.4148	19.6327	-101.4159
15	2	24+620	24+780	160.00	19.6336	-101.4148	19.6327	-101.4159
16	2	25+840	25+940	100.00	19.6301	-101.4251	19.6294	-101.4257
17	2	26+080	26+160	80.00	19.6293	-101.4271	19.6294	-101.4278
18	1	26+180	26+260	80.00	19.6295	-101.4279	19.6298	-101.4286
19	2	26+300	26+520	220.00	19.6295	-101.4289	19.6282	-101.4303
20	2	26+880	26+960	80.00	19.6279	-101.4337	19.6280	-101.4345
21	2	27+320	27+380	60.00	19.6283	-101.4375	19.6287	-101.4378
22	2	27+600	27+680	80.00	19.6290	-101.4398	19.6292	-101.4405
23	1	27+900	28+000	100.00	19.6306	-101.4418	19.6305	-101.4428
24	2	28+080	28+160	80.00	19.6301	-101.4434	19.6298	-101.4441
25	1	29+280	29+340	60.00	19.6289	-101.4546	19.6287	-101.4551
26	1	29+480	30+120	640.00	19.6283	-101.4563	19.6245	-101.4601
27	2	30+560	30+680	120.00	19.6214	-101.4614	19.6219	-101.4623
28	1	31+300	31+440	140.00	19.6275	-101.4638	19.6286	-101.4644
29	1	32+280	32+420	140.00	19.6342	-101.4696	19.6350	-101.4706
30	1	33+140	33+420	280.00	19.6374	-101.4769	19.6380	-101.4794

31	1	36+000	36+140	140.00	19.6537	-101.4951	19.6546	-101.4960
32	1	36+520	36+780	260.00	19.6563	-101.4992	19.6567	-101.5015
33	1	37+040	37+180	140.00	19.6566	-101.5037	19.6569	-101.5050
34	1	37+780	37+920	140.00	19.6599	-101.5095	19.6604	-101.5106
35	2	43+660	43+740	80.00	19.6714	-101.5609	19.6713	-101.5617
36	1	43+920	44+060	140.00	19.6719	-101.5633	19.6720	-101.5647
37	2	44+280	44+380	100.00	19.6704	-101.5659	19.6700	-101.5667
38	2	44+700	44+800	100.00	19.6700	-101.5698	19.6703	-101.5707
39	2	46+120	46+220	100.00	19.6796	-101.5759	19.6802	-101.5765
40	1	47+060	47+200	140.00	19.6857	-101.5810	19.6859	-101.5821
41	2	47+280	47+360	80.00	19.6853	-101.5826	19.6851	-101.5832
42	2	49+300	49+380	80.00	19.6954	-101.5946	19.6960	-101.5943
43	1	49+640	49+700	60.00	19.6975	-101.5932	19.6977	-101.5937
44	2	49+700	49+800	100.00	19.6977	-101.5937	19.6975	-101.5946
45	2	50+300	50+460	160.00	19.7005	-101.5980	19.7017	-101.5982
46	1	50+500	50+560	60.00	19.7020	-101.5980	19.7025	-101.5981
47	2	50+620	50+740	120.00	19.7028	-101.5986	19.7036	-101.5993
48	2	51+000	51+180	180.00	19.7058	-101.6001	19.7074	-101.6002
49	1	51+280	51+380	100.00	19.7082	-101.5999	19.7088	-101.6002
50	2	51+740	51+860	120.00	19.7084	-101.6034	19.7088	-101.6043
51	2	52+080	52+260	180.00	19.7100	-101.6053	19.7097	-101.6069
52	2	52+760	53+040	280.00	19.7126	-101.6095	19.7132	-101.6120
53	1	53+320	53+600	280.00	19.7157	-101.6127	19.7159	-101.6150
54	1	54+680	54+820	140.00	19.7200	-101.6235	19.7206	-101.6246
55	1	54+920	54+980	60.00	19.7204	-101.6255	19.7203	-101.6260
56	1	55+560	55+660	100.00	19.7212	-101.6289	19.7219	-101.6294
57	1	56+240	56+380	140.00	19.7259	-101.6318	19.7267	-101.6328
58	1	57+340	57+640	300.00	19.7326	-101.6384	19.7327	-101.6408
59	1	58+220	58+580	360.00	19.7319	-101.6441	19.7347	-101.6451
60	1	58+620	59+000	380.00	19.7349	-101.6455	19.7329	-101.6481
61	2	59+200	59+320	120.00	19.7314	-101.6491	19.7313	-101.6501
62	2	61+540	61+640	100.00	19.7436	-101.6638	19.7430	-101.6644
63	2	61+680	61+760	80.00	19.7431	-101.6648	19.7435	-101.6654
64	1	65+800	65+940	140.00	19.7506	-101.6943	19.7515	-101.6951
65	2	66+900	67+040	140.00	19.7549	-101.7036	19.7553	-101.7049
66	2	75+240	75+300	60.00	19.7875	-101.7726	19.7880	-101.7729
67	2	81+660	81+800	140.00	19.8216	-101.8157	19.8216	-101.8169
68	2	83+260	83+500	240.00	19.8241	-101.8292	19.8245	-101.8311
69	2	94+600	94+680	80.00	19.8191	-101.9229	19.8197	-101.9232
70	2	94+880	94+980	100.00	19.8203	-101.9244	19.8206	-101.9251
71	1	97+320	97+460	140.00	19.8208	-101.9469	19.8199	-101.9475
72	2	97+840	98+440	600.00	19.8167	-101.9485	19.8164	-101.9519

73	2	98+900	99+000	100.00	19.8192	-101.9545	19.8202	-101.9540
74	1	99+060	99+120	60.00	19.8207	-101.9539	19.8211	-101.9543
75	2	102+320	102+440	120.00	19.8309	-101.9818	19.8318	-101.9825
76	2	102+640	102+820	180.00	19.8332	-101.9837	19.8343	-101.9849
77	2	103+360	103+500	140.00	19.8384	-101.9870	19.8396	-101.9870
78	1	103+660	103+680	20.00	19.8410	-101.9869	19.8412	-101.9869
79	1	103+680	103+700	20.00	19.8412	-101.9869	19.8414	-101.9869
80	1	104+400	104+620	220.00	19.8443	-101.9937	19.8456	-101.9952
81	1	104+880	104+960	80.00	19.8462	-101.9976	19.8463	-101.9983
82	1	108+900	108+960	60.00	19.8570	-102.0288	19.8566	-102.0293
83	1	111+580	111+680	100.00	19.8527	-102.0494	19.8524	-102.0502
84	1	113+040	113+160	120.00	19.8476	-102.0615	19.8471	-102.0624
85	2	120+300	120+460	160.00	19.8518	-102.1282	19.8532	-102.1285
86	1	120+500	120+620	120.00	19.8535	-102.1284	19.8546	-102.1284
87	1	120+760	120+840	80.00	19.8557	-102.1290	19.8560	-102.1297
88	1	121+280	121+400	120.00	19.8573	-102.1336	19.8573	-102.1347
89	2	122+320	122+400	80.00	19.8547	-102.1428	19.8547	-102.1435
90	2	122+500	122+520	20.00	19.8553	-102.1442	19.8555	-102.1443
91	1	123+380	123+680	300.00	19.8603	-102.1493	19.8608	-102.1520
92	2	127+520	127+560	40.00	19.8616	-102.1872	19.8619	-102.1875
93	1	127+520	127+560	40.00	19.8616	-102.1872	19.8619	-102.1875
95	2	127+540	127+560	20.00	19.8617	-102.1874	19.8619	-102.1875
94	1	127+600	127+640	40.00	19.8621	-102.1877	19.8624	-102.1880
96	2	127+600	127+640	40.00	19.8621	-102.1877	19.8624	-102.1880
97	1	131+580	131+660	80.00	19.8944	-102.2017	19.8951	-102.2019
98	2	131+580	131+660	80.00	19.8944	-102.2017	19.8951	-102.2019
99	2	133+100	133+300	200.00	19.9079	-102.2044	19.9095	-102.2038
100	1	133+200	133+480	280.00	19.9088	-102.2043	19.9110	-102.2035
101	1	153+120	153+140	20.00	19.9588	-102.3331	19.9588	-102.3333
102	2	153+120	153+140	20.00	19.9588	-102.3331	19.9588	-102.3333
103	1	156+800	156+880	80.00	19.9692	-102.3634	19.9687	-102.3639
104	1	157+880	157+980	100.00	19.9635	-102.3709	19.9627	-102.3711
105	2	158+020	158+100	80.00	19.9623	-102.3712	19.9617	-102.3716
106	1	158+160	158+240	80.00	19.9614	-102.3721	19.9608	-102.3725
107	2	158+560	158+620	60.00	19.9582	-102.3739	19.9579	-102.3743
108	1	158+980	159+220	240.00	19.9589	-102.3774	19.9599	-102.3794
109	2	164+540	164+660	120.00	19.9580	-102.4272	19.9581	-102.4282
110	1	164+800	164+860	60.00	19.9590	-102.4291	19.9592	-102.4297
111	1	164+900	165+000	100.00	19.9592	-102.4300	19.9589	-102.4310
112	2	164+960	165+000	40.00	19.9590	-102.4306	19.9589	-102.4310
113	1	168+060	168+080	20.00	19.9771	-102.4504	19.9772	-102.4505
114	1	168+140	168+260	120.00	19.9775	-102.4510	19.9772	-102.4521

115	2	169+380	169+640	260.00	19.9773	-102.4626	19.9786	-102.4645
116	1	170+120	170+360	240.00	19.9829	-102.4648	19.9849	-102.4657
117	1	170+820	171+120	300.00	19.9884	-102.4677	19.9910	-102.4685
118	1	171+180	172+580	1,400.00	19.9915	-102.4687	19.9984	-102.4788
119	1	176+000	176+180	180.00	20.0130	-102.5034	20.0146	-102.5034
120	2	176+000	176+080	80.00	20.0130	-102.5034	20.0137	-102.5033
121	2	177+940	178+100	160.00	20.0124	-102.5198	20.0131	-102.5211
122	1	183+760	184+480	720.00	20.0287	-102.5702	20.0268	-102.5768
123	2	184+440	184+480	40.00	20.0270	-102.5764	20.0268	-102.5768
124	1	185+220	185+340	120.00	20.0263	-102.5838	20.0258	-102.5848
125	2	185+460	185+500	40.00	20.0251	-102.5856	20.0249	-102.5860
126	1	185+740	185+860	120.00	20.0245	-102.5882	20.0240	-102.5892
127	1	185+900	185+940	40.00	20.0237	-102.5894	20.0233	-102.5894
128	1	186+260	186+380	120.00	20.0218	-102.5918	20.0212	-102.5927
129	1	192+160	192+260	100.00	19.9802	-102.6134	19.9796	-102.6140
130	2	192+160	192+300	140.00	19.9802	-102.6134	19.9794	-102.6143
131	1	199+480	199+520	40.00	19.9813	-102.6768	19.9814	-102.6772
132	2	199+480	199+520	40.00	19.9813	-102.6768	19.9814	-102.6772
LONGITUD TOTAL DE BARRERA EXISTENTE				18,440.00				

Tabla 5.7 Barrera de protección en la orilla de la corona existente.

Como el iRap, recomienda muchos tramos para instalar barrera de protección (L=195.10 km); se realizó un análisis, evaluando de acuerdo a la altura de los terraplenes ($H \geq 2m$), los tramos que representan un gran riesgo para los vehículos que transitan por esos sitios. Estos tramos requieren que se coloque la barrera de protección de manera urgente, como se muestra en la tabla 5.8, siguiente, ya que incluso han sucedido fatalidades debido a la ausencia de estos elementos.

DEFENSA FALTANTE					COORDENADAS			
No. Elemento	Sentido de circulación	KM INICIAL	KM FINAL	LONGITUD (M)	INICIO		FIN	
					LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
1	1	18+860	18+920	60	19.66917	-101.38388	19.66902	-101.38443
2	1	19+280	19+480	200	19.66710	-101.38711	19.66655	-101.38891
3	1	22+220	22+400	180	19.65376	-101.40916	19.65215	-101.40933
4	2	24+580	24+620	40	19.63394	-101.41473	19.63359	-101.41484
5	2	25+780	25+840	60	19.63054	-101.42484	19.63008	-101.42514
6	2	25+940	26+080	140	19.62939	-101.42574	19.62927	-101.42706
7	2	26+160	26+300	140	19.62937	-101.42780	19.62952	-101.42885
8	2	26+500	26+860	360	19.62825	-101.43015	19.62794	-101.43355
9	2	27+100	27+160	60	19.62837	-101.43574	19.62810	-101.43623
10	2	27+560	27+600	40	19.62904	-101.43943	19.62901	-101.43981
11	2	28+040	28+080	40	19.63030	-101.44308	19.63007	-101.44338

12	1	28+660	29+180	520	19.62986	-101.44880	19.62913	-101.45368
13	1	29+340	29+400	60	19.62874	-101.45514	19.62843	-101.45560
14	1	30+120	30+200	80	19.62449	-101.46006	19.62384	-101.45974
15	2	30+400	30+420	20	19.62210	-101.46021	19.62193	-101.46028
16	2	30+480	30+560	80	19.62160	-101.46071	19.62137	-101.46143
17	1	33+500	33+780	280	19.63821	-101.48011	19.63890	-101.48266
18	2	34+240	34+320	80	19.64041	-101.48671	19.64092	-101.48725
19	1	34+900	34+940	40	19.64511	-101.49056	19.64539	-101.49080
20	1	35+980	36+160	180	19.65359	-101.49501	19.65473	-101.49618
21	1	36+480	36+520	40	19.65608	-101.49887	19.65630	-101.49918
22	1	36+860	37+040	180	19.65649	-101.50217	19.65660	-101.50370
23	1	37+920	38+000	80	19.66041	-101.51062	19.66051	-101.51137
24	1	38+120	38+240	120	19.66117	-101.51227	19.66193	-101.51309
25	1	38+320	38+400	80	19.66256	-101.51343	19.66317	-101.51381
26	1	38+480	38+560	80	19.66345	-101.51451	19.66355	-101.51526
27	1	43+460	43+580	120	19.67165	-101.55913	19.67167	-101.56026
28	2	43+580	43+660	80	19.67167	-101.56026	19.67136	-101.56095
29	2	44+020	44+140	120	19.67217	-101.56436	19.67141	-101.56514
30	2	45+900	46+120	220	19.67793	-101.57521	19.67963	-101.57589
31	1	46+260	46+280	20	19.68056	-101.57651	19.68071	-101.57661
32	2	47+200	47+280	80	19.68585	-101.58206	19.68530	-101.58256
33	2	47+360	47+460	100	19.68512	-101.58323	19.68557	-101.58406
34	2	47+660	47+920	260	19.68607	-101.58586	19.68766	-101.58726
35	2	48+500	48+800	300	19.69106	-101.59082	19.69227	-101.59298
36	2	48+860	49+140	280	19.69227	-101.59355	19.69402	-101.59483
37	2	50+960	51+000	40	19.70545	-101.59997	19.70579	-101.60010
38	2	51+440	51+460	20	19.70873	-101.60080	19.70874	-101.60099
39	2	51+620	51+740	120	19.70901	-101.60247	19.70844	-101.60343
40	2	51+860	51+920	60	19.70875	-101.60426	19.70928	-101.60442
41	2	52+260	52+500	240	19.70966	-101.60693	19.71122	-101.60831
42	2	52+680	52+960	280	19.71264	-101.60874	19.71277	-101.61138
43	1	53+600	53+900	300	19.71595	-101.61495	19.71655	-101.61738
44	1	55+100	55+180	80	19.71951	-101.62687	19.71892	-101.62732
45	2	55+180	55+220	40	19.71892	-101.62732	19.71869	-101.62760
46	1	55+500	55+560	60	19.72068	-101.62877	19.72121	-101.62889
47	1	56+040	56+140	100	19.72410	-101.63211	19.72498	-101.63194
48	1	57+640	57+680	40	19.73271	-101.64078	19.73248	-101.64107
49	2	60+540	60+620	80	19.73793	-101.65908	19.73862	-101.65896
50	2	63+320	63+380	60	19.74492	-101.67654	19.74491	-101.67710
51	2	63+740	63+840	100	19.74610	-101.68029	19.74642	-101.68118
52	2	64+920	64+960	40	19.74610	-101.68899	19.74581	-101.68921
53	1	65+940	65+980	40	19.75149	-101.69508	19.75157	-101.69545
54	2	67+800	67+840	40	19.75780	-101.71145	19.75796	-101.71180
55	1	67+800	68+140	340	19.75780	-101.71145	19.76003	-101.71350

56	1	76+900	77+040	140	19.80180	-101.77734	19.80283	-101.77810
57	2	81+480	81+640	160	19.82249	-101.81425	19.82171	-101.81551
58	2	81+800	81+840	40	19.82156	-101.81686	19.82187	-101.81706
59	1	82+440	82+560	120	19.82278	-101.82209	19.82313	-101.82317
60	2	83+920	84+060	140	19.82820	-101.83165	19.82913	-101.83254
61	1	88+500	88+600	100	19.82039	-101.86703	19.82024	-101.86797
62	2	89+560	89+820	260	19.81811	-101.87673	19.81805	-101.87916
63	1	90+540	90+660	120	19.81785	-101.88607	19.81813	-101.88715
64	2	93+520	93+580	60	19.81810	-101.91319	19.81838	-101.91368
65	2	94+680	94+880	200	19.81968	-101.92324	19.82033	-101.92435
66	2	95+400	95+560	160	19.82057	-101.92866	19.82038	-101.93015
67	2	98+500	98+820	320	19.81679	-101.95231	19.81852	-101.95464
68	2	102+040	102+180	140	19.82956	-101.97965	19.83015	-101.98078
69	1	107+280	107+400	120	19.84780	-102.01897	19.84887	-102.01884
70	1	109+220	109+460	240	19.85470	-102.03062	19.85285	-102.03105
71	1	110+940	111+120	180	19.85368	-102.04337	19.85352	-102.04507
72	1	111+820	111+860	40	19.85144	-102.05112	19.85117	-102.05138
73	2	111+820	111+860	40	19.85144	-102.05112	19.85117	-102.05138
74	1	112+940	113+040	100	19.84784	-102.06054	19.84763	-102.06147
75	1	113+160	113+420	260	19.84711	-102.06245	19.84537	-102.06409
76	1	118+980	120+160	1180	19.84999	-102.11601	19.85116	-102.12707
77	2	118+980	120+160	1180	19.84999	-102.11601	19.85116	-102.12707
78	1	120+380	120+500	120	19.85245	-102.12857	19.85350	-102.12838
79	1	120+680	120+760	80	19.85504	-102.12862	19.85566	-102.12901
80	2	122+400	122+480	80	19.85474	-102.14354	19.85518	-102.14413
81	2	122+520	122+900	380	19.85549	-102.14433	19.85873	-102.14535
82	1	123+520	123+580	60	19.86076	-102.15054	19.86098	-102.15107
83	1	125+120	125+140	20	19.86161	-102.16454	19.86173	-102.16468
84	1	125+260	125+420	160	19.86221	-102.16569	19.86225	-102.16721
85	2	127+260	127+520	260	19.86100	-102.18491	19.86161	-102.18722
86	2	131+980	132+060	80	19.89796	-102.20243	19.89867	-102.20258
87	1	132+580	132+600	20	19.90329	-102.20346	19.90346	-102.20350
88	2	133+000	133+100	100	19.90701	-102.20419	19.90790	-102.20437
89	1	133+080	133+200	120	19.90772	-102.20433	19.90879	-102.20434
90	1	133+840	133+900	60	19.91380	-102.20527	19.91425	-102.20558
91	1	134+960	134+980	20	19.91746	-102.21474	19.91749	-102.21493
92	1	136+000	136+020	20	19.91934	-102.22447	19.91938	-102.22465
93	1	136+580	136+620	40	19.92302	-102.22800	19.92333	-102.22819
94	1	137+420	137+460	40	19.92856	-102.23297	19.92887	-102.23317
95	1	158+240	158+380	140	19.96082	-102.37252	19.95969	-102.37310
96	1	158+820	158+980	160	19.95809	-102.37612	19.95887	-102.37741
97	1	159+220	159+280	60	19.95992	-102.37939	19.96013	-102.37992
98	1	159+360	159+460	100	19.96039	-102.38064	19.96038	-102.38158
99	2	162+260	162+480	220	19.95473	-102.40672	19.95504	-102.40871

100	2	164+460	164+540	80	19.95825	-102.42645	19.95796	-102.42715
101	1	168+080	168+140	60	19.97724	-102.45050	19.97746	-102.45102
102	2	170+060	170+120	60	19.98240	-102.46477	19.98294	-102.46481
103	1	170+720	170+820	100	19.98751	-102.46754	19.98840	-102.46771
104	1	171+120	171+180	60	19.99100	-102.46848	19.99151	-102.46869
105	2	177+800	177+940	140	20.01239	-102.51847	20.01237	-102.51979
106	2	178+120	178+220	100	20.01318	-102.52125	20.01379	-102.52196
107	1	185+700	185+740	40	20.02458	-102.58784	20.02452	-102.58822
108	1	186+200	186+260	60	20.02199	-102.59125	20.02180	-102.59179
109	1	186+380	186+420	40	20.02120	-102.59273	20.02093	-102.59298
110	1	186+940	187+040	100	20.01748	-102.59588	20.01685	-102.59681
111	1	187+340	187+500	160	20.01554	-102.59929	20.01451	-102.60036
112	1	191+620	191+760	140	19.98369	-102.61576	19.98281	-102.61485
LONGITUD TOTAL =				15,680.00				

Tabla 5.8 Tramos donde se requiere instalar barrera de protección en la orilla de la corona de manera urgente.

Obsérvese que iRap propone, para la carretera en estudio, que se implemente un total de 199.1 km, de acuerdo a la tabla 5.3 “Contramiedas propuestas por iRAP, para aumentar la clasificación por estrellas” y con el análisis anterior **se requiere de manera inmediata 15.68 km**; es decir el 7.88% con respecto a lo propuesto por iRap. No se debe de confundir, que los sitios que propone iRap en su totalidad no se requieran, más bien debe de considerarse como una primera etapa de instalación de barrera, las contenidas en la tabla 5.8 y como una segunda etapa los sitios restantes propuestos por iRap.

A continuación se presentan algunos sitios referidos en la tabla 5.8 “Tramos donde se requiere instalar barrera de protección en la orilla de la corona de manera urgente”.



Fotos 5.10 y 5.11 Sitios donde hace falta instalar barrera de protección en la orilla de la corona lado derecho, en ambos casos.

Observe en las fotos 5.10 y 5.11 que existen cruces que indican que han fallecido personas en esos sitios, por lo que se requieren de manera urgente defensas en esos tramos.

5.5.4 Revisión de la contramedida “Delineación” (Señalamiento Horizontal).

La adecuada delineación del centro y orillas de la vía ayudan a los usuarios a mantener su posición dentro del carril de circulación, así como proveer información sobre las condiciones que le esperan adelante. La delineación es además una herramienta fundamental en aquellos lugares donde la visibilidad puede ser reducida debido a fuertes lluvias o neblina, así como transitar de noche.

Existen varias alternativas para el mejoramiento de esta condición en términos de seguridad vial, y éstas deberán ser constantes a lo largo de la vía o tramo analizado.

Algunos ejemplos de este tipo de mejoramiento son:

- Líneas Longitudinales. Posiblemente el más común y de menor costo. Consiste en la demarcación con líneas pintadas sobre el pavimento y se utilizan para la división de carriles y delimitar los bordes extremos de la vía donde se permite la circulación vehicular.
- Botones Reflejantes (Violetas). Se utilizan, por lo general, junto con la demarcación pintada para advertir a los conductores de cualquier cambio en el alineamiento que se aproxima. Son muy útiles en zonas oscuras o en la noche donde la visibilidad del usuario se ve reducida.
- Postes indicadores. Colocación de postes de 1 metro de alto aproximadamente y ubicados a 1 metro del borde del camino. Estos elementos ayudan a guiar al usuario por el camino, especialmente en curvas verticales y horizontales, además, pueden ser equipados con reflectores y deberán estar hechos de un material ligero, flexible y durable **que no represente un peligro al costado de la vía.**
- Delineadores direccionales (Chevrone). Se pueden instalar a lo largo de la parte exterior de una curva para dar a los conductores una mejor visibilidad de la curva a medida que se aproximan a esta, y para ayudarlos a posicionar mejor el vehículo al momento de tomar la curva.

De manera similar a las contramedidas anteriores, la contramedida de Delineación, fue cargada en google earth, para observar los sitios en los cuales se propone mejorar el señalamiento horizontal. Fig. 5.16.

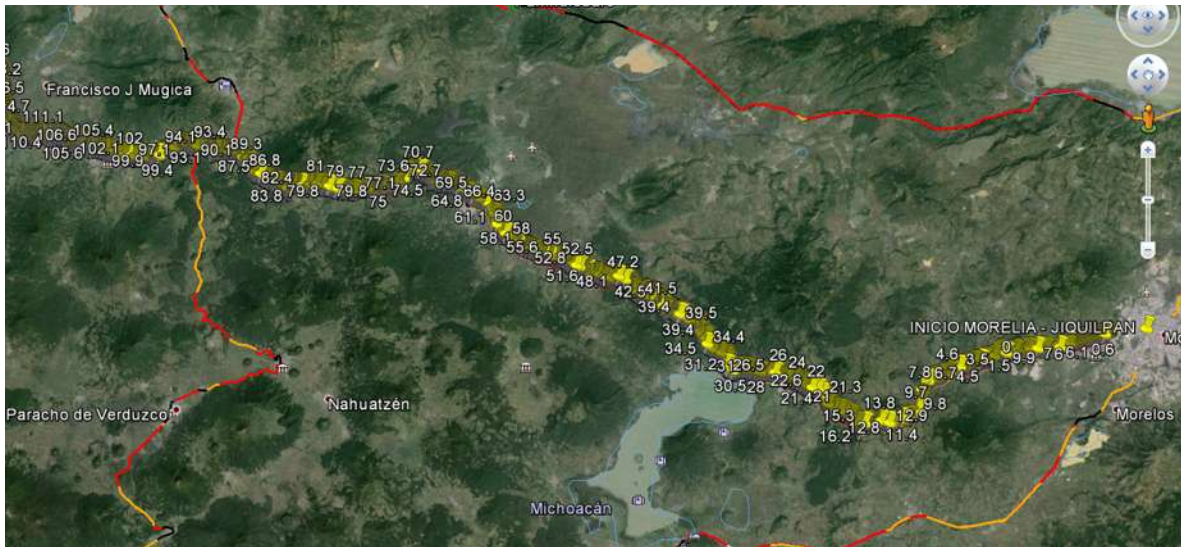


Figura 5.16. Sitios donde se propone mejorar el señalamiento horizontal.
(Fuente google earth).

Se puede observar en la figura 5.16, una saturación de marcas, esto debido a que en todo el tramo, el iRap propone que se mejore el señalamiento horizontal, por lo que se realizó un recorrido para evaluar las condiciones actuales de las marcas instaladas.

Las marcas y dispositivos de señalamiento horizontal que se revisaron fueron:

- a) Raya separadora de sentidos de circulación (Raya M-1), raya separadora de carriles (Raya M-2) y Rayas en la orilla del arroyo vial (Rayas M-3).

Al hacer la revisión de los elementos instalados de señalamiento horizontal, se pudo observar que estos elementos se encuentran en buen estado, siendo reflejantes y se encuentran complementados con botones reflejantes, los cuales en la noche y en zonas oscuras, aportan buenas condiciones de servicio para el usuario, como se puede observar en las fotos 5.12 a 5.15, siguientes:



Fotos 5.12 y 5.13, rayas horizontales en buen estado.



Fotos 5.14 y 5.15, rayas horizontales en buen estado.

b) Rayas Canalizadoras (Rayas M-5).

Se utilizan en carreteras, vialidades urbanas y ciclovías para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito en las entradas, salidas y bifurcaciones, o para separar apropiadamente los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a las isletas o fajas separadoras: La zona neutral se debe marcar mediante rayas diagonales de veinte 20 centímetros de ancho para carreteras y vialidades urbanas, con una inclinación de 45° (de acuerdo a lo indicado en la NOM-034-SCT2-2011). En las fotos 5.16 a 5.21, se muestran sitios donde hacen falta rayas canalizadoras y donde existen.



Fotos 5.16 y 5.17. Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).



Fotos 5.18 y 5.19. Faltan rayas canalizadoras (Rayas M-5).



Fotos 5.20 y 5.21. Ejemplo de zonas en donde si contiene rayas canalizadoras (Raya M-5).

A continuación, se enlistan las 24 zonas como son: entronques, intersecciones o bifurcaciones, en las cuales faltan Rayas Canalizadoras (Rayas M-5), y que se tendrán que complementar con las rayas para canalizar adecuadamente los vehículos que ingresen o salgan de estas; estos sitios fueron ubicados e identificados mediante una marca en google earth, los cuales fueron identificados de los distintos recorridos realizados al camino, tabla 5.9.

KM DONDE SE UBICA LA INTERSECCIÓN	COORDENADAS	
	LATITUD	LONGITUD
13+700	19.685644°	-101.339232°
14+360	19.682795°	-101.344026°
17+980	19.672284°	-101.377543°
18+060	19.671968°	-101.378512°
24+700	19.632643°	-101.416984°
38+660	19.662976°	-101.517465°
38+860	19.662193°	-101.519198°
46+620	19.682184°	-101.577113°
105+160	19.846779°	-102.001318°
109+640	19.851859°	-102.032015°
111+120	19.852866°	-102.049022°
129+800	19.878930°	-102.198881°
130+520	19.885490°	-102.200190°
131+540	19.895626°	-102.202093°
131+940	19.898010°	-102.202608°
133+580	19.912424°	-102.204347°
138+280	19.935000°	-102.238257°
138+900	19.939356°	-102.241730°
140+340	19.949978°	-102.250098°
140+600	19.951773°	-102.251517°
169+360	19.977164°	-102.462625°
178+820	20.017383°	-102.526261°
188+000	20.011899°	-102.604209°
191+960	19.981880°	-102.613236°

Tabla. 5.9. Entronques, intersecciones o bifurcaciones, en las cuales faltan Rayas Canalizadoras (Rayas M-5)

c) Rayas con espaciamiento Logarítmico. (Rayas M-9).

Como se mencionó en el capítulo III de este documento, las rayas logarítmicas son rayas que producen la ilusión óptica de que el vehículo se acelera, dependiendo del sistema de control de velocidad seleccionado, estas pueden o no llevar botones (véase la tabla 3.4 “Sistemas de control de velocidad”).

Estas rayas no son consideradas por el iRap, sin embargo son parte esencial para controlar la velocidad de los vehículos, en el tramo de estudio existen este tipo de rayas, sin embargo, en algunos sitios se encuentran deterioradas por lo que se tienen que repintar; algunos ejemplos de las rayas deterioradas y en buen estado se muestran a continuación:



Fotos 5.22 y 5.23. Líneas con espaciamiento logarítmico y reductor de velocidad.

Se analizaron todos los sitios donde existen estas rayas, siendo un total de 147 sitios, en los cuales se indica el estado en el que se encuentran y las acciones que se recomienda hacer para que cumplan con su función, como se muestra enseguida, tabla 5.10.

No. DE SITIO	DEL KM	AL KM	LONG. (M)	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	¿LA MARCA ES REFLEJANTE?	¿FALTAN BOTONES?	OBSERVACIONES O COMENTARIOS DE LA IRREGULARIDAD DETECTADA	ACCIÓN PARA CORREGIR LA IRREGULARIDAD DETECTADA
1	17+800	17+940	140	1	NO	SI	Próximas a intersección deben de complementarse con botones	Instalar botones
2	18+080	18+220	140	2	NO	SI		
3	24+780	24+900	120	1	NO	SI	Próximas a intersección deben de complementarse con botones	Instalar botones
4	24+960	25+080	120	2	SI	SI		
5	31+920	32+080	160	1	NO	SI	Próximas a intersección deben de complementarse con botones	Instalar botones
6	32+100	32+260	160	2	NO	SI		
7	34+720	34+860	140	1	NO	SI	Cruce de peatones, debe complementarse con botones	Instalar botones
8	34+860	35+000	140	2	NO	SI		
9	37+280	37+420	140	1	SI	SI	Próximas a intersección deben de complementarse con botones	Instalar botones
10	37+480	37+620	140	2	SI	SI		
11	38+740	38+860	120	1	SI	SI	Próximas a intersección deben de complementarse con botones	Instalar botones
12	40+600	40+740	140	1	NO	NO	Existen botones, pero no existen rayas. Sistema con reductor de velocidad cercano a zona urbana	Pintar rayas logarítmicas y del reductor de velocidad.
13	40+720	40+860	140	2	NO	NO		
14	42+540	42+620	80	1	NO	SI	Existe reductor de velocidad	Instalar botones, pintar rayas de logarítmicas y reductor de velocidad
15	42+620	42+700	80	2	NO	SI	Existe reductor de velocidad	
16	43+220	43+360	140	1	NO	NO	Existen botones, pero faltan rayas. Existe reductor de velocidad	Pintar rayas y reductor de velocidad

17	43+360	43+500	140	2	NO	SI	No existen rayas ni botones	Pintar rayas e instalar botones
18	43+500	43+580	80	1	NO	SI	No existen rayas ni botones, existe reductor	Pintar rayas, instalar botones y rayas en reductor de velocidad
19	43+580	43+780	200	2	NO	NO	Existen botones, pero no hay rayas	Pintar rayas y reductor de velocidad
20	50+560	50+660	100	1	NO	SI	Faltan botones	Pintar rayas e instalar botones
21	50+800	50+900	100	2	NO	SI		
22	51+380	51+460	80	1	NO	SI	Faltan botones	Pintar rayas e instalar botones
23	51+620	51+700	80	2	NO	SI		
24	53+180	53+280	100	1	SI	SI	Las rayas no tienen botones	Instalar botones
25	53+420	53+520	100	2	SI	SI		
26	60+040	60+160	120	1	NO	NO	Existen botones, las rayas están deterioradas	Pintar rayas y reductor de velocidad
27	60+160	60+280	120	2	NO	NO		
28	64+760	64+840	80	1	NO	NO	Existen botones, las rayas están deterioradas	Pintar rayas y reductor de velocidad
29	65+280	65+360	80	2	NO	NO		
30	68+420	68+580	160	1	NO	NO	Existen botones, las rayas están deterioradas	Pintar rayas y reductor de velocidad
31	68+600	68+760	160	2	NO	NO		
32	71+420	71+560	140	1	NO	NO	Existen botones, las rayas están deterioradas	Pintar rayas y reductor de velocidad
33	71+720	71+740	20	1	NO	NO	Existe reductor de velocidad muy cercano al anterior	Retirar reductor de velocidad
34	71+740	71+760	20	2	NO	NO		
35	71+900	72+000	100	2	NO	NO	Existen botones, las rayas están deterioradas	Pintar rayas y reductor de velocidad
36	73+540	73+560	20	2	NO	SI	Las rayas no reflejan y no tienen la longitud adecuada	Pintar reductor y pintar rayas a una longitud mínima de 100m
37	73+660	73+760	100	1	NO	NO	Existen botones	Pintar rayas
38	74+040	74+140	100	2	NO	NO	Existen botones	Pintar rayas
39	89+020	89+060	40	1	SI	SI	La distancia longitudinal de las rayas es insuficiente	Ampliar longitud mínimo 100m
40	89+060	89+100	40	2	SI	SI		
41	89+180	89+200	20	1	SI	SI	Distancia longitudinal insuficiente	Ampliar longitud mínimo 100m
42	89+200	89+300	100	2	SI	SI	No contiene botones	Instalar botones
43	92+780	92+860	80	1	SI	SI	Pintura en buen estado, faltan botones	Instalar botones
44	92+860	92+880	20	2	SI	SI	La distancia longitudinal de las rayas es insuficiente	Existen reductores muy cercanos, eliminar reductor
45	92+900	92+920	20	1	SI	SI		
46	92+940	93+080	140	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
47	95+740	95+840	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
48	95+840	95+900	60	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
49	96+000	96+040	40	1	SI	SI	Distancia longitudinal insuficiente	Existen reductores muy cercanos, eliminar reductor

50	96+040	96+140	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
51	97+220	97+300	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
52	97+480	97+560	80	2	NO	SI	No existen rayas	Pintar rayas e instalar botones
53	110+200	110+280	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
54	110+280	110+300	20	2	SI	SI	Longitud de rayas longitudinal insuficiente	Existen reductores, muy cercanos entre ellos, se debe eliminar uno
55	110+340	110+360	20	1	SI	SI		
56	110+360	110+460	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
57	115+960	116+060	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
58	112+060	112+080	20	2	SI	SI	Faltan rayas longitudinales y botones	Existen reductores, muy cercanos entre ellos, se debe eliminar uno
59	112+140	112+160	20	1	SI	SI		
60	112+160	112+260	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
61	113+840	113+920	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
62	113+920	114+000	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
63	114+400	114+500	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
64	114+520	114+620	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
65	114+620	114+700	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
66	114+700	114+800	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
67	115+560	115+660	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
68	115+660	115+760	100	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
69	116+220	116+300	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
70	116+300	116+380	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
71	116+440	116+520	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
72	116+520	116+600	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
73	116+700	116+780	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
74	116+800	116+880	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
75	116+900	116+980	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
76	116+980	117+060	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
77	117+200	117+280	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
78	117+280	117+360	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
79	117+620	117+700	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones

80	117+700	117+780	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
81	118+100	118+180	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
82	118+180	118+260	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
83	118+860	118+940	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
84	118+940	119+020	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
85	119+180	119+260	80	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
86	119+260	119+340	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
87	123+880	123+980	100	1	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
88	123+980	124+020	40	2	SI	SI	La distancia longitudinal de las rayas es insuficiente	Existen reductores, muy cercanos entre ellos, se debe dejar únicamente uno
89	124+040	124+060	20	1	SI	SI		
90	124+060	124+080	20	2	SI	SI		
91	124+120	124+140	20	1	SI	SI		
92	124+160	124+240	80	2	SI	SI	La pintura es reflejante, faltan botones	Instalar botones
93	131+160	131+260	100	1	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	Pintar rayas, reductor instalar botones
94	131+300	131+400	100	2	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	
95	154+220	154+320	100	1	SI	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	Pintar rayas, reductor instalar botones
96	154+320	154+420	100	2	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	
97	164+200	164+300	100	1	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	Pintar rayas, reductor instalar botones
98	164+300	164+400	100	2	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	
99	164+880	164+980	100	1	SI	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	Pintar rayas en el sentido 2 e instalar botones en ambos sentidos.
100	164+980	165+020	40	2	NO	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	
101	165+140	165+180	40	1	NO	SI	La longitud de las rayas es muy corta	Ampliar longitud mínimo 100m, e instalar botones
102	165+180	165+220	40	2	SI	SI		
103	165+380	165+420	40	1	SI	SI	La longitud de las rayas es muy corta	Ampliar longitud mínimo 100m, e instalar botones
104	165+420	165+460	40	2	SI	SI		
105	165+680	165+720	40	1	SI	SI	La longitud de las rayas es muy corta	Ampliar longitud mínimo 100m, e instalar botones
106	165+720	165+760	40	2	SI	SI		
107	165+920	165+960	40	1	SI	SI	La longitud de las rayas es muy corta	Ampliar longitud mínimo 100m, e instalar botones
108	165+960	166+020	60	2	SI	SI		
109	166+160	166+220	60	1	SI	SI	La longitud de las rayas	Ampliar longitud mínimo

110	166+220	166+280	60	2	SI	SI	es muy corta	100m, e instalar botones
111	166+860	166+960	100	1	SI	SI	Las rayas no son reflejantes y no tiene botones	Instalar botones
112	166+960	167+060	100	2	SI	SI		
113	182+420	182+320	100	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones y ampliar mínimo a 100m en el sentido 2.
114	182+320	182+380	60	2	SI	SI	Ampliar longitud de rayas	
115	182+920	182+960	40	1	SI	SI	Faltan botones y longitud de rayas insuficiente	Ampliar longitud de rayas mínimo a 100m.
116	182+960	183+020	60	2	SI	SI		
117	183+140	183+180	40	1	SI	SI	Faltan botones, longitud de rayas insuficiente	Ampliar longitud mínimo a 100 e instalar botones
118	183+180	183+280	100	2	SI	SI	faltan botones	Instalar botones
119	186+440	186+540	100	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones
120	186+540	186+640	100	2	SI	SI		
121	187+060	187+780	720	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones
122	187+780	188+500	720	2	SI	SI		
123	187+440	187+540	100	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones
124	187+540	187+640	100	2	SI	SI		
125	187+720	187+800	80	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones
126	187+800	187+980	180	2	SI	SI		
127	189+640	189+740	100	1	SI	SI	Faltan botones	Instalar botones
128	189+740	189+820	80	2	SI	SI		
129	190+140	190+240	100	1	NO	SI	Rayas sin reflejante y sin botones	Pintar rayas e instalar botones
130	190+240	190+300	60	2	NO	SI	Rayas sin reflejante y sin botones, existen reductores muy cercanos entre si	Pintar rayas e instalar botones, eliminar un reductor y dejar solo uno.
131	190+480	190+540	60	1	NO	SI		
132	190+580	190+680	100	1	NO	SI	Rayas sin reflejante y botones	Pintar rayas e instalar botones
133	190+680	190+780	100	2	NO	SI		
134	191+300	191+380	80	1	SI	SI	Rayas no tienen botones	Instalar botones
135	191+380	191+540	160	2	SI	NO	En buen estado	--
136	191+760	191+920	60	1	SI	NO	En buen estado	--
137	192+000	192+060	60	2	SI	NO	En buen estado	--
138	192+060	192+120	60	1	SI	NO	En buen estado	--
139	192+240	192+400	160	2	SI	NO	En buen estado	--
140	193+800	194+060	260	1	SI	NO	En buen estado	--
141	194+100	194+360	260	2	SI	NO	En buen estado	--
142	199+500	199+620	120	1	NO	NO	Rayas sin reflejante ni botones	Pintar rayas e instalar botones
143	199+740	199+820	80	2	NO	NO		
144	199+860	199+940	80	1	NO	NO	Rayas sin reflejante ni botones	Pintar rayas e instalar botones
145	199+940	200+020	80	2	NO	NO		
146	201+620	201+740	120	1	NO	NO	Rayas sin reflejante ni botones	Pintar rayas e instalar botones
147	201+740	201+860	120	2	NO	NO		

Tabla 5.10. Evaluación de rayas con espaciado logarítmico.

d) Indicadores de alineamiento.

Son señales bajas que se emplazan para delinear la orilla de la vía de circulación en cambios de alineamiento horizontal, para señalar los extremos de los muros de cabeza de alcantarillas y para marcar estrechamiento de una vía de circulación. Sobresalen 75 cm respecto al hombro de la vialidad, y deben de contener un elemento reflejante en la parte superior, dispuesto de tal forma que al hacer incidir en él la luz proveniente de los faros de los vehículos, se reflejará hacia los ojos del conductor en forma de haz luminoso. Los postes pueden ser de concreto hidráulico, de policloruro de vinilo (PVC) o de algún material flexible. Ver foto 5.24 y 5.25.

Se deben de ubicar en el lado exterior de las curvas horizontales, en ambos lados de los tramos en tangente a cada 40m, en estrechamiento de la carretera y en ambos lados para señalar los muros de cabeza de las alcantarillas.

Para el tramo de estudio, únicamente se realizará un inventario de los sitios faltantes de estos dispositivos, que alojan curvas horizontales, ver tabla 5.11.



Fotos 5.24 y 5.25. Ejemplos de indicadores de alineamiento (OD-6) existentes y faltantes.

No. Sitio	SITIOS FALTANTES DE INDICADORES			COORDENADAS			
	KM INICIAL	KM FINAL	LONGITUD (M)	INICIO		FIN	
				LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
1	25+640	25+760	120.00	19.631217	-101.423751	19.630682	-101.424723
2	27+000	27+120	120.00	19.628195	-101.43483	19.628302	-101.435916
3	27+360	27+460	100.00	19.628597	-101.43772	19.629089	-101.438477
4	29+380	29+440	60.00	19.628525	-101.455443	19.628319	-101.455965
5	30+140	30+220	80.00	19.624328	-101.459974	19.623659	-101.459741
6	30+340	30+440	100.00	19.622634	-101.460104	19.621787	-101.460388
7	31+920	32+020	100.00	19.631472	-101.467869	19.632087	-101.468566
8	32+920	33+000	80.00	19.636381	-101.475103	19.636657	-101.475807
9	33+380	33+460	80.00	19.637946	-101.479024	19.638045	-101.479774
10	33+820	33+900	80.00	19.638969	-101.48303	19.639134	-101.483772
11	35+840	35+920	80.00	19.652679	-101.494104	19.65314	-101.494688
12	36+420	36+480	60.00	19.655815	-101.498373	19.656077	-101.498873
13	36+800	37+000	200.00	19.656433	-101.502349	19.656338	-101.503429
14	37+960	38+040	80.00	19.660439	-101.511	19.660684	-101.511706
15	38+220	38+280	60.00	19.661797	-101.512955	19.662219	-101.513308
16	38+600	38+700	100.00	19.663413	-101.515612	19.66307	-101.516488
17	40+260	40+380	120.00	19.668147	-101.529224	19.668553	-101.53027
18	42+500	42+660	160.00	19.66926	-101.550463	19.669462	-101.551963
19	43+000	43+160	160.00	19.670867	-101.554843	19.671281	-101.5563
20	45+900	46+020	120.00	19.677926	-101.575212	19.679001	-101.575309
21	46+280	46+380	100.00	19.680713	-101.576613	19.681515	-101.577009
22	47+500	47+580	80.00	19.685753	-101.584386	19.685999	-101.585096
23	48+620	48+780	160.00	19.691179	-101.591941	19.692238	-101.592794
24	50+080	50+140	60.00	19.699144	-101.596498	19.699474	-101.596948
25	50+320	50+460	140.00	19.700654	-101.598129	19.701746	-101.598231
26	50+620	50+720	100.00	19.702765	-101.598552	19.703417	-101.599182
27	52+560	52+680	120.00	19.711761	-101.608296	19.712641	-101.608738
28	53+320	53+420	100.00	19.715658	-101.612672	19.71625	-101.613304
29	54+480	54+560	80.00	19.71973	-101.621628	19.719916	-101.622358
30	54+700	54+800	100.00	19.720153	-101.623617	19.720596	-101.624383
31	98+680	98+860	180.00	19.817695	-101.953701	19.81887	-101.954597
32	101+400	101+520	120.00	19.827676	-101.974463	19.828276	-101.975409
33	102+000	102+100	100.00	19.829662	-101.97928	19.829709	-101.980176
34	113+360	113+400	40.00	19.845716	-102.063656	19.845477	-102.063941
35	118+980	119+260	280.00	19.849989	-102.116009	19.850492	-102.118821
36	122+940	123+080	140.00	19.85906	-102.145509	19.859897	-102.14647
37	134+420	135+980	1,560.00	19.916474	-102.209693	19.9193	-102.22428
38	190+480	190+560	80.00	19.99386	-102.61712	19.993148	-102.617260

Tabla 5.11. Sitios en curva donde hacen falta indicadores de alineamiento

En todo el tramo de revisión, se detectaron únicamente 38 sitios donde hace falta instalar los indicadores de alineamiento OD-6 en la parte exterior de las curvas, estos se tendrán que colocar en función del grado de curva. El km de la tabla 5.11 corresponde al km físico del camino, se proporcionan las coordenadas, para realizar una localización precisa de los sitios en los que se tiene que atender la recomendación.

En todas las zonas donde existen los indicadores OD-6, se observó que son de concreto hidráulico por lo que se recomienda que cuando se sustituyan estos elementos o se instalen los contenidos en la tabla 5.11 sean de PVC, con el objetivo de no cause riesgo a los usuarios en caso de que se impacte con alguno.

5.5.5 Revisión de la contramedida “Delineación” (Señalamiento Vertical).

Continuando con la revisión de los sitios donde iRap propone mejorar la delineación, de manera similar a las barreras de protección, iRap propone en que zonas o puntos se debe de implementar dicha contramedida, sin embargo no menciona el tipo de señal, dimensiones y características que debe de tener; por lo tanto esta revisión se realizó en dos partes:

Primero: se revisaron las señales existentes, verificando sus características físicas (forma, color, dimensiones, entre otras) y si cumplen su objetivo (que transmitan un mensaje simple y claro, que estén en un lugar apropiado, llamar la atención, imponer respeto a los usuarios, entre otras). Para la revisión de las características físicas, ésta se realizó de acuerdo a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, “Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas”.

Segundo: una vez analizadas las señales existentes, se realizó la revisión de las señales preventivas faltantes, con la finalidad de mejorar las zonas o tramos sinuosos, que carezcan de información para prevenir a los usuarios del camino y la cercanía de zonas de curvas o curvas pronunciadas.

A) Evaluación de las Señales Verticales Existentes.

Se revisaron un total de **2,470 señales**, de las cuales se encontraron **283 señales** defectuosas o que no cumplen con la NOM-034-SCT2-2011, presentándose a continuación la relación de estas últimas.

LOCALIZACIÓN	KIM.	NOMBRE DEL DISPOSITIVO	CLAVE	EL COLOR DEL DISPOSITIVO CUMPLE CON LA NORMATIVIDAD		LA FORMA DEL DISPOSITIVO CUMPLE CON LA NORMATIVIDAD		EL PICTOGRAMA, LETRAS Y NÚMEROS CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD		EL DISPOSITIVO ES REFLEJANTE		LAS DIMENSIONES DEL DISPOSITIVO SON LAS ADECUADAS		OBSERVACIONES O COMENTARIOS DE LA IRREGULARIDAD DETECTADA	ACCIÓN PARA CORREGIR LA IRREGULARIDAD DETECTADA
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
10+780	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X			SEÑAL GRAFITEADA	COLOCAR SEÑAL NUEVA Y DE LADO IZQUIERDO
10+860	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X		X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR FLECHA Y CON LAS DIMENSIONES DE ACUERDO A LA NORMA
11+760	1	CURVA	SP-6	X		X		X		X				SEÑAL GRAFITEADA	LIMPIAR SEÑAL
12+080	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X			SEÑAL SIG GRAFITEADA	COLOCAR SEÑAL SR-9
12+540	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X			SEÑAL SIG GRAFITEADA	COLOCAR SEÑAL SR-9
12+560	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X			SEÑAL SIG GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
12+580	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X		X		X			X			SEÑAL SIG GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
12+800	1	PARADA DE AUTOBUS	SIS-19	X		X		X			X		X	SEÑAL NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117
13+340	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X		X		X			X		SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
13+420	1	VELOCIDAD	SR-9	X		X		X			X			SEÑAL GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
13+480	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X		X		X			X		SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL PREVENTIVA DE ENTRONQUE CON PLACA ADICIONAL

13+620	1	GLORIETA	SP-16	X																X	SEÑAL NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117			
14+120	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X																X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-20 CON PLACA ADICIONAL		
14+260	1	ESTRECHAMIENTO SIMETRICO	SP-20	X																	X	SEÑAL NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117		
14+320	1	CURVA	SP-6	X																	X	SEÑAL NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117		
9+120	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X																		X	SEÑAL GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
15+040	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X																	X	SEÑAL DAÑADA SIN REFLEJANTE	COLOCAR SEÑAL NUEVA Y ELIMINAR LA PLACA ADICIONAL "NO REBASE"		
15+140	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X																		X	SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
17+900	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIS	X																		X	MODULO DE SEÑALES DAÑADO	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
18+220	1	CONFIRMATIVA	SID-11	X																		X	SEÑAL SIN REFLEJANTE Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
20+040	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X																			X	SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
20+300	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X																		X	SEÑAL SIN REFLEJANTE Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
20+800	1	PARADA DE AUTOBUS	SIS-19	X																			X	SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
23+720	1	PARADA DE AUTOBUS	SIS-19	X																			X	SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA

24+440	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
24+520	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-12 CON PLACA ADICIONAL
25+560	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
25+800	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
27+360	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
29+160	1	CAMINO SINUOSO	SP-10												X	X	SEÑAL SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
31+580	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
32+020	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
33+900	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
35+900	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
36+660	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
36+760	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
37+260	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG												X	X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA

38+620	1	PUENTE	SID-15																	SEÑAL FUERA DE NORMA	X								COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
38+800	1	ENTRONQUE	SID-9																	X								SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
38+820	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	X								SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
38+860	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	X								SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
18+400	2	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIS																			X						SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
19+540	2	CAMINO SINUOSO	SP-10																			X						SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
19+660	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18																				X					COLOCAR SEÑAL NUEVA Y ELIMINAR LA PLACA ADICIONAL "NO REBASE"	
19+700	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																				X				SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA		
20+100	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																				X					RETIRAR SEÑAL	
21+000	2	ACCESO A POBLADO	SID-8																				X					SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
22+920	2	ACCESO A POBLADO	SID-8																				X					SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
23+160	2	ACCESO A POBLADO	SID-8																					X				SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA	
25+020	2	ENTRONQUE	SIDT																					X				COLOCAR TABLERO DE MORELIA DE FRENTE	

25+220	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-12 CON PLACA ADICIONAL
26+500	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
26+840	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
28+080	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
32+760	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
34+420	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL DETERIORADA, NO REFLEJA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
36+360	2	ACCESO A POBLADO	SID-8																	SEÑAL DETERIORADA, NO REFLEJA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
37+900	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-12 CON PLACA ADICIONAL
38+680	2	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIS																	MODULO DE SEÑALES DANADO	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
40+500	1	VELOCIDAD	SR-9																	LA SEÑAL CONTIENE PLACA ADICIONAL DE "MAXIMA"	RETIRAR LA PLACA ADICIONAL
41+180	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18																	SEÑAL CON PLACA ADICIONAL "NO REBASE"	RETIRAR LA PLACA ADICIONAL
41+540	1	VELOCIDAD	SR-9																	SEÑAL DETERIORADA Y CON PLACA ADICIONAL "MAXIMA"	COLOCAR SEÑAL NUEVA DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL
41+800	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18																	SEÑAL CON PLACA ADICIONAL "NO REBASE"	RETIRAR LA PLACA ADICIONAL

42+300	1	ESCOLARES	SP-33				X					X							X	SEÑAL NO CUMPLE CON COLOR Y FORMA	COLOCAR SEÑAL DE ACUERDO A LA NORMA
43+060	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X					X							X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
45+600	1	ACCESO A POBLADO	SID-8	X				X											X	SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
45+840	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X												X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
45+920	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X				X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
46+400	1	ENTRONQUE	SIDT	X				X											X	SEÑAL DAÑADA Y DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
46+420	1	BANDERA	SID-13	X							X								X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR TEXTOS DE ACUERDO A LA NORMATIVA
50+940	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG								X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
51+440	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X												X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
51+580	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X				X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
52+960	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X				X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
53+660	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X				X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
54+080	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG				X				X								X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-18

59+680	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG								X										X				SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9	
59+760	1	CURVA	SP-6	X				X						X												SEÑAL NO CUMPLE CON LA ALTURA Y DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 A 2.50M DE ALTURA
59+840	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
61+780	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
62+260	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
62+540	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
64+680	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
66+820	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
68+280	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
68+420	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
71+440	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
72+620	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
72+900	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG																		X					SEÑAL SIG DAÑADA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL

73+180	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG								X			X				SEÑAL SIG DAÑADA	COLOCAR SEÑAL SR-15
73+260	1	VADO	SP-26	X										X				SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
76+440	1	PUENTE	SID-15															SEÑAL NO CUMPLE CON LA DIMENSIONES Y PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
#N/A	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															SEÑAL NO CUMPLE CON LA DIMENSIONES Y PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
41+000	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL
41+100	2	ENTRONQUE	SIDT	X														SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
41+320	2	VELOCIDAD	SR-9	X														SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL
41+640	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X														SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL
43+480	2	ESCOLARES	SP-33															SEÑAL NO CUMPLE CON COLOR Y FORMA	COLOCAR SEÑAL DE ACUERDO A LA NORMA
45+260	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X														SEÑAL DETERIORADA CON PLACA ADICIONAL	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL
46+660	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
47+620	2	BANDERA	SID-13															SEÑAL FUERA DE NORMA	COLOCAR DESTINO DE MORELIA
50+980	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL

52+220	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
53+720	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
53+980	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
54+260	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
54+520	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
59+600	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-18
59+720	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
60+640	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
65+100	2	ACCESO A POBLADO	SID-8							X										SEÑAL DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
68+900	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
69+280	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
72+120	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
73+140	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X					X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-18

74+360	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X									SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	X	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
74+500	2	VELOCIDAD	SR-9	X						X									SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	X	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
81+180	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X						X								SEÑAL GRAFITEADA	X	COLOCAR SEÑAL SR-18
84+760	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X									SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	X	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN LA PLACA ADICIONAL
87+340	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X									SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	X	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN LA PLACA ADICIONAL
88+760	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X						X									SEÑAL DE INFORMACION GENERAL DETERIORADA	X	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
88+880	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X						X								SEÑAL SIG FUERA DE NORMA		COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
89+000	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X															SEÑAL DETERIORADA Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	X	COLOCAR SEÑAL NUEVA DE 86 X 86
92+800	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X						X									SEÑAL DETERIORADA SIN REFLEJANTE	X	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86
95+760	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X						X									SEÑAL DETERIORADA SIN REFLEJANTE		SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
96+980	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X						X								SEÑAL SIG FUERA DE NORMA		COLOCAR SEÑAL SP-7 CON PLACA ADICIONAL
104+820	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X								X							SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	X	COLOCAR SEÑAL SP-12 CON PLACA ADICIONAL
86+140	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG		X							X							SEÑAL SIG FUERA DE NORMA		COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL

88+660	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X										X	SEÑAL DETERIORADA Y CON PLACA ADICIONAL	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
89+500	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG			X					X			X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
93+180	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG			X					X			X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
93+420	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG			X					X			X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-33 CON PLACA ADICIONAL
105+800	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18			X					X			X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
109+500	2	CONFIRMATIVA	SID-11	X							X			X	SEÑAL SID DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
110+020	1	ACCESO A POBLADO	SID-8	X							X			X	SEÑAL SIN REFLEJANTE Y NO CUMPLE CON DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
110+280	1	BANDERA	SID-13	X							X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
111+280	1	BANDERA	SID-13	X							X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
111+600	1	BANDERA	SID-13	X							X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
114+380	1	BANDERA	SID-13	X							X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
112+060	1	PEATONES	SP-32			X					X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL COLOR Y PICTOGRAMA	COLOCAR SEÑAL DE ACUERDO A LA NORMA
113+780	1	BANDERA	SID-13	X							X			X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA

114+860	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
115+980	1	VELOCIDAD	SR-9	X										X						SEÑAL GRAFITEADA Y CON PLACA ADICIONAL	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL "MAXIMA"
116+080	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+100	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+500	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X										X						SEÑAL GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
117+440	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
119+200	1	PEATONES	SP-32											X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL COLOR Y LA FORMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
123+880	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
129+760	1	BANDERA	SID-13	X										X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR ZAMORA EN LA PARTE SUPERIOR
133+900	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG											X						SEÑAL FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SR-9
134+000	1	PEATONES	SP-32											X						SEÑAL NO CUMPLE CON EL COLOR Y LA FORMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
110+200	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG											X						SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL PREVENTIVA SP-12 CON PLACA ADICIONAL
110+280	2	ENTRONQUE	SID-9	X										X						SEÑAL DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA

110+340	2	BANDERA	SID-13	X														X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
110+420	2	ESCOLARES	SP-33															X	SEÑAL NO CUMPLE CON EL COLOR Y LA FORMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
111+340	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
113+840	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
114+420	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
114+900	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+120	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+140	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+760	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
116+780	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
117+500	2	BANDERA	SID-13	X															SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
117+580	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
119+480	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG															X	SEÑAL SIG FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL

119+860	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X										X	SEÑAL DETERIORADA	COLOCAR SEÑAL DE 86 X 86 SIN PLACA ADICIONAL "NO REBASE"
123+940	2	BANDERA	SID-13	X						X											SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
124+020	2	ACCESO A POBLADO	SID-8	X						X											SEÑAL DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
128+640	2	VELOCIDAD	SR-9	X						X											SEÑAL DAÑADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
134+180	2	SEÑAL NO CLASIFICADA	S/C						X												SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL
137+640	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X						X											SEÑAL DETERIORADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
138+220	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X						X											SEÑAL DETERIORADA	RETIRAR SEÑAL, NO SE REQUIERE
141+520	1	VELOCIDAD	SR-9	X						X											SEÑAL NO CUMPLE CON DIMENSIONES Y DETERIORADA	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117 SIN PLACA ADICIONAL
141+560	1	BANDERA	SID-13	X						X											SEÑAL DETERIORADA NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR DE ACUERDO A LA NORMA
142+860	1	BANDERA DOBLE	SID-14	X						X											SEÑAL NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	COLOCAR RUTA Y LETREROS DE ACUERDO A LA NORMATIVA
143+520	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG	X						X											SEÑAL SIN REFLEJANTE Y NO CUMPLE CON LAS DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
143+940	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG						X												SEÑAL FUERA DE NORMA	COLOCAR SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
141+600	2	CONSERVE SU DERECHA	SR-13	X						X											SEÑAL DETERIORADA, NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117

141+640	2	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X																X	SEÑAL DETERIORADA, NO CUMPLE CON DIMENSIONES	COLOCAR SEÑAL DE 117 X 117	
141+700	2	INDICAR DE CURVA PELIGROSA	OD-12	X																X	SEÑAL DETERIORADA	RETIRAR SEÑAL, NO SE REQUIERE	
143+080	2	BANDERA	SID-13	X																	X	EL LETRERO NO CORRESPONDE AL INDICADO EN LA NORMATIVA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
143+660	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
143+900	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
144+080	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
144+260	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
144+340	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
144+540	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X																	X	EL PICTOGRAMA ES INCORRECTO	COLOCAR DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA NORMA
153+420	1	BANDERA	SID-13	X																	X	NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
153+900	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X																	X	NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
154+120	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X																	X	DAÑADA Y NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
154+280	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X																	X	SEÑAL MAL EMPLEADA	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41

155+240	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X														SEÑAL SIN REFLEJANTE Y GRAFITEADA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
160+940	1	ACCESO A POBLADO	SID-8	X														NO CUMPLE CON DIMENSIONES	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
161+080	1	VELOCIDAD	SR-9	X														DAÑADA SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
162+500	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X														DAÑADA SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
162+740	1	CURVA	SP-6	X														DAÑADA SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
164+080	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X														NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
164+280	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X														NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	RETIRAR SEÑAL YA QUE EXISTE UNA SEÑAL SP-41
165+180	1	VELOCIDAD	SR-9	X														DAÑADA SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
166+560	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X														SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41
166+860	1	ESCOLARES	SP-33							X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL QUE CUMPLA CON LA NORMATIVIDAD
167+680	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X														SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SR-9
169+220	1	ENTRONQUE	SID-9	X														NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
174+980		CURVA INVERSA	SP-8	X														SEÑAL SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA

182+100	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X															NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
182+340	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X															NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
187+000	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X															NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
187+160	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X															NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	RETIRAR SEÑAL YA QUE EXISTE UNA SEÑAL SP-41
187+180	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X														X	SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-32
187+340	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X															SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
187+440	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X															NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
187+740	1	ENTRONQUE	SID-9	X															NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
187+940	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X															NO CUMPLE CON LA UBICACIÓN LONGITUDINAL	REUBICAR
188+400	1	VELOCIDAD	SR-9	X															NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
189+440	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X															SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMA
189+560	1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X															SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMA

189+860	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-		X					X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	X			RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMA
190+140	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR		X					X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	X			RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMA
190+300	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-		X					X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	X			RETIRAR SEÑAL YA QUE EXISTE UNA SEÑAL SP-33 DE CRUCE DE PEATONES
191+780	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X					X	X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD		X		RETIRAR SEÑAL YA QUE EXISTE UNA SEÑAL SP-15 DE ENTRONQUE EN Y
191+860	1	ENTRONQUE	SID-9	X					X	X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMA		X		CAMBIAR POR SEÑAL NUEVA QUE CUMPLA CON LA NORMA REUBICAR TABLEROS QUITAR DISTANCIA
194+100	1	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X					X	X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMA		X		RETIRAR TABLERO
197+440	1	SEÑAL NO CLASIFICADA	OT	X					X	X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMA		X		CAMBIAR SEÑAL POR UNA SID-8
199+200	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X				X	X	X			X				X		SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE		X		SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
199+300	1	VELOCIDAD	SR-9	X					X	X			X				X		FALTA REFLEJANTE		X		SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
199+400	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X	X			X				X		SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE		X		SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
199+620	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-					X	X	X				X			X		SEÑAL FUERA DE NORMA	X			SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-32
201+580	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-					X	X	X			X				X		SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	X			RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL

201+700	1	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X						X			X					SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SR-9
201+720	1	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-		X					X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-32
153+640	2	BANDERA DOBLE	SID-14	X						X			X		X			NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
153+720	2	CONFIRMATIVA	SID-11	X				X		X			X		X			NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
153+740	2	ENTRONQUE	SID-9	X				X		X			X		X			NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
154+560	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X				X		X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
154+800	2	SEÑAL RESTRICTIVA	SR-	X				X		X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
155+740	2	ESCOLARES	SP-33						X	X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL Y PONER UNA SP- 33 DE CRUCE DE ESCOLARES QUE CUMPLA CON LA NORMA
155+900	2	ESCOLARES	SP-33						X	X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL Y PONER UNA SP- 33 DE CRUCE DE ESCOLARES QUE CUMPLA CON LA NORMA
156+060	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X				X		X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
156+180	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X				X		X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
157+440	2	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR	X				X		X			X		X			SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL DE CURVA SP-7 DE CODO

161+060	2	ACCESO A POBLADO	SID-8	X						X							NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
163+940	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X							NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
165+160	2	ESCOLARES	SP-33		X						X						SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL Y PONER UNA SP- 33 DE CRUCE DE ESCOLARES QUE CUMPLA CON LA NORMA
166+360	2	ESCOLARES	SP-33		X							X					SEÑAL FUERA DE NORMA	RETIRAR SEÑAL Y PONER UNA SP- 33 DE CRUCE DE ESCOLARES QUE CUMPLA CON LA NORMA
167+020	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X						X							SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41
167+180	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X						X							SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
167+420	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X						X							SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
168+560	2	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN	SIR	X						X							SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL DE CURVA SP-7 DE CODO
169+340	2	CEDA EL PASO	SR-7	X						X							SEÑAL MAL UBICADA	REUBICAR DENTRO DEL CAMINO VECINAL
169+540	2	ENTRONQUE	SID-9	X							X						NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA Y REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
176+620	2	ACCESO A POBLADO	SID-8	X						X							NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
179+580	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X							NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL

181+760	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X						X									NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
183+200	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-		X				X	X									SEÑAL FUERA DE NORMA	SE RECOMIENDA SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-32
183+220	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE NO CUMPLE CON DISTANCIA ENTRE SEÑALES	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 Y REUBICAR
183+380	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
183+620	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
186+220	2	CURVA INVERSA	SP-8	X					X		X								SEÑAL DAÑADA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
187+260	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X					X										NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
183+220	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41
188+020	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
188+280	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X		X								SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
189+080	2	VELOCIDAD	SR-9	X					X										NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
189+860	2	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X					X										SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMA
190+040	2	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SP-41	X					X										SEÑAL FUERA DE NORMATIVIDAD	RETIRAR Y COLOCAR UNA SP-41 CON TABLERO ADICIONAL

191+480	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41
191+620	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
191+860	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA Y SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL
193+180	2	VELOCIDAD	SR-9	X					X				X				NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
194+040	2	VELOCIDAD	SR-9	X					X			X					SEÑAL BAJA SIN REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
196+160	2	PROHIBIDO REBASAR	SR-18	X					X				X				NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	ELIMINAR PLACA ADICIONAL
198+020	2	ACCESO A POBLADO	SID-8	X					X				X				NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
199+320	2	BANDERA	SID-13	X					X				X		X		SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
199+720	2	BANDERA	SID-13	X					X				X		X		SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
199+900	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-					X	X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-32
199+980	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 QUE CUMPLA CON LA NORMATIVIDAD
200+180	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMATIVIDAD
200+340	2	SEÑAL DE INFORMACIÓN GENERAL	SIG-	X					X				X				SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR UNA SEÑAL SP-41 CON PLACA ADICIONAL QUE CUMPLA CON LA NORMATIVIDAD

	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACION	SIR-	X	X	X	X	X	X	X	NO CUMPLE CON EL REFLEJANTE	SUSTITUIR POR SEÑAL NUEVA
200+600	2								X		
200+940	2	ESCOLARES	X		X				X	SEÑAL FUERA DE NORMA	SUSTITUIR POR SEÑAL QUE CUMPLA CON LA NORMATIVIDAD
201+700	2	VELOCIDAD	X			X	X		X	NO CUMPLE CON EL PICTOGRAMA Y REFLEJANTE	ELIMINAR TABLERO ADICIONAL
TOTAL DE SEÑALES DEFECTUOSAS 283											

Tabla 5.12. Señales existentes deterioradas y/o que no cumplen con la normatividad.

Señales de Información General y Señales Informativas de Recomendación, que no cumplen con la norma o deterioradas	137
Señales Informativas de Destino deterioradas o que no cumplen con la Normatividad	64
Señales preventivas dañadas, deterioradas o que no cumplen con la Normatividad	33
Señales restrictivas dañadas, deterioradas o que no cumplen con la Normatividad	41
Señales no clasificadas (Señales que no están dentro de la normativa)	2
Señales Informativas de Servicios, deterioradas o que no cumplen con la Normatividad	6
TOTAL DE SEÑALES	283



Fotos 5.26 y 5.27. Señales de información general fuera de norma.

La señal de la foto 5.26, no cumple con el pictograma y la de la foto 5.27 no cumple con la distancia longitudinal, ya que se encuentra muy cercana a la señal de tope (SP-41).



Fotos 5.28 y 5.29. Señales informativas de recomendación fuera de norma.

Las señales como las mostradas en la fotos 5.28 y 5.29 no proporcionan información fundamental, este tipo de señales cusa distracción a los usuarios al leer mensajes con texto.



Fotos 5.30 y 5.31. Señales dañadas

La foto 5.30 es un ejemplo de señales grafiteadas, el tablero adicional con la leyenda "MAXIMA", se encuentra fuera de norma, no se deben de colocar estos tableros; el dejar estas señales por largos periodos, puede ocasionar que el usuario vaya perdiendo el respeto por las señales existentes. La foto 5.31, muestra una señal sin reflejante y dañada ya que no cumple con la verticalidad.



Fotos 5.32 y 5.33. Señales informativas de destino, fuera de norma.

Las fotos 5.32 y 5.33, no cumplen con las dimensiones y el pictograma, este tipo de señales son también distractores de los usuarios, ya que contienen leyendas que no pueden ser leídas de manera clara y rápida. Estas señales deben de retirarse y colocar las señales de acuerdo a las características que indica la NOM-034-SCT2-2011.



Fotos. 5.34 y 5.35. Señales de destino fuera de norma y dañadas.

En la foto 5.34, la señal informativa de destino no cumple con la distribución de los tableros, el tablero con la flecha de frente debe de ir en la parte superior. En la foto 5.35 se observa la Señal informativa de destino turística dañada, la señal SID-13 (Señal bandera), no cumple en el pictograma, con las dimensiones de texto que indica la normatividad.

B) Señalamiento Vertical Faltante.

En la evaluación del señalamiento vertical faltante, únicamente se propondrán señales preventivas de curva, ello debido a que en los recorridos de campo, se observó que hay tramos con ausencia de estas señales, las cuales son fundamentales para los usuarios, para prevenir de la cercanía de curvas y brindar información para que se conduzca con mayor precaución.

Para la realización de esta actividad, las señales levantadas en campo con el GPS, se cargaron en google earth, esto, debido a que para proponer las señales preventivas, es necesario saber los tramos en donde está el camino sinuoso; las señales preventivas de curva se proponen en función del grado de curva, por lo que, visto el camino en planta es posible determinar si se propone una Señal Preventiva de curva simple (SP-6), curva pronunciada (SP-7) ó de camino sinuoso (SP-8).

A continuación se muestra una imagen a manera de ejemplo de cómo se representaron las señales en google earth

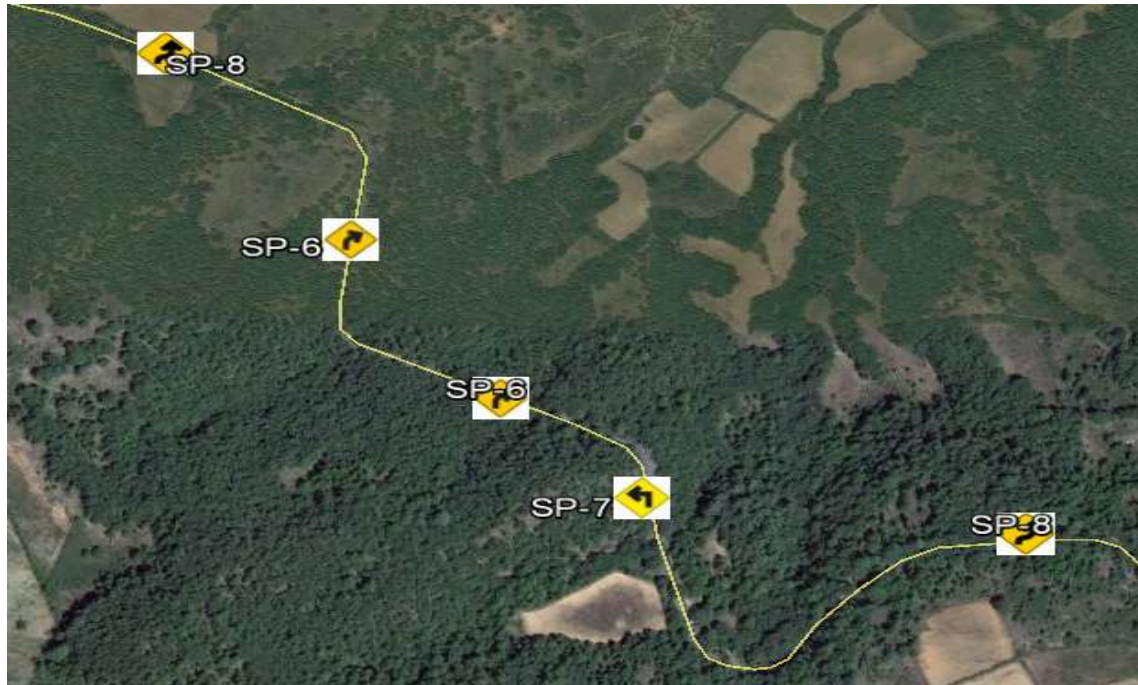


Figura 5.17. Ubicación y representación de señales preventivas existentes en google earth

En la figura 5.17 se ejemplifica como se cargaron al google earth las señales preventivas existentes en el sentido 1, de manera similar se realizó para el sentido 2.



Figura 5.18. Ausencia de señales preventivas en curva.

En la figura 5.18, se puede observar zona de curvas donde no existen señales preventivas, por lo que se tienen que proponer para prevenir a los usuarios, de este modo se realizó el ejercicio en los 204 km de estudio, indicando los km y tipo de señal preventiva que falta instalar. Véase la tabla 5.13.

NÚMERO	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	KM	SEÑAL
1	1	24+520	SP-7
2	1	26+020	SP-6
3	1	26+160	SP-9
4	1	26+560	SP-6
5	1	26+960	SP-6
6	1	27+320	SP-6
7	1	30+000	SP-9
8	1	30+480	SP-7
9	1	33+080	SP-8
10	1	36+460	SP-10
11	1	36+820	SP-9
12	1	38+440	SP-9
13	1	38+720	SP-7
14	1	44+200	SP-7
15	1	45+960	SP-9
16	1	46+200	SP-8
17	1	46+980	SP-9
18	1	49+440	SP-7
19	1	49+580	SP-9
20	1	50+260	SP-9
21	1	51+480	SP-6
22	1	51+680	SP-7
23	1	53+240	SP-7
24	1	53+580	SP-8
25	1	54+340	SP-10
26	1	55+140	SP-7
27	1	58+640	SP-7
28	1	58+820	SP-10
29	1	61+540	SP-6
30	1	61+660	SP-6
31	1	61+800	SP-6
32	1	62+000	SP-6
33	1	62+680	SP-10
34	1	63+180	SP-6
35	1	66+860	SP-6
36	1	67+100	SP-6
37	1	70+060	SP-6
38	1	74+200	SP-6
39	1	75+120	SP-6
40	1	76+800	SP-6
41	1	82+860	SP-9
42	1	84+000	SP-10
43	1	84+560	SP-6
44	1	92+360	SP-6
45	1	93+380	SP-10
46	1	95+260	SP-6
47	1	97+180	SP-7
48	1	97+440	SP-6
49	1	97+620	SP-6
50	1	97+840	SP-7
51	1	98+040	SP-7
52	1	98+320	SP-10

NÚMERO	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	KM	SEÑAL
1	2	14+920	SP-8
2	2	22+320	SP-6
3	2	22+720	SP-10
4	2	25+860	SP-6
5	2	26+060	SP-6
6	2	26+340	SP-9
7	2	27+160	SP-9
8	2	27+600	SP-7
9	2	28+300	SP-9
10	2	29+620	SP-10
11	2	30+060	SP-7
12	2	30+320	SP-8
13	2	30+520	SP-7
14	2	30+820	SP-7
15	2	32+220	SP-6
16	2	33+140	SP-6
17	2	33+700	SP-8
18	2	36+860	SP-8
19	2	40+680	SP-6
20	2	43+920	SP-8
21	2	50+280	SP-10
22	2	52+100	SP-10
23	2	52+840	SP-9
24	2	53+660	SP-7
25	2	53+940	SP-7
26	2	54+900	SP-9
27	2	55+140	SP-6
28	2	55+480	SP-7
29	2	57+540	SP-7
30	2	57+940	SP-10
31	2	58+480	SP-8
32	2	58+940	SP-10
33	2	60+140	SP-6
34	2	61+000	SP-10
35	2	62+200	SP-10
36	2	63+560	SP-7
37	2	65+580	SP-7
38	2	66+160	SP-8
39	2	67+440	SP-8
40	2	70+120	SP-6
41	2	70+520	SP-6
42	2	72+520	SP-6
43	2	74+520	SP-8
44	2	75+520	SP-6
45	2	82+620	SP-10
46	2	84+920	SP-10
47	2	85+880	SP-7
48	2	87+100	SP-6
49	2	87+960	SP-6
50	2	89+100	SP-8
51	2	89+820	SP-8
52	2	90+280	SP-6

53	1	98+880	SP-7
54	1	101+600	SP-8
55	1	101+380	SP-9
56	1	107+120	SP-6
57	1	108+720	SP-6
58	1	109+260	SP-9
59	1	110+740	SP-6
60	1	111+480	SP-6
61	1	111+780	SP-6
62	1	121+160	SP-7
63	1	122+220	SP-9
64	1	123+460	SP-9
65	1	157+240	SP-6
66	1	164+200	SP-6
67	1	168+940	SP-6
68	1	170+040	SP-8
69	1	172+900	SP-8
70	1	173+640	SP-6
71	1	174+080	SP-6
72	1	176+040	SP-7
73	1	176+340	SP-6
74	1	184+960	SP-10
75	1	175+280	SP-6
76	1	195+000	SP-6
SEÑALES PREVENTIVAS FALTANTES S1			76
53	2	90+940	SP-8
54	2	91+720	SP-6
55	2	92+220	SP-8
56	2	95+600	SP-10
57	2	97+040	SP-6
58	2	97+680	SP-9
59	2	98+140	SP-9
60	2	98+480	SP-7
61	2	101+960	SP-7
62	2	102+260	SP-7
63	2	103+000	SP-8
64	2	103+540	SP-9
65	2	107+160	SP-7
66	2	107+920	SP-10
67	2	109+580	SP-7
68	2	113+680	SP-10
69	2	115+400	SP-6
70	2	122+680	SP-6
71	2	123+280	SP-6
72	2	125+500	SP-8
73	2	127+760	SP-7
74	2	133+580	SP-8
75	2	134+400	SP-6
76	2	137+640	SP-10
77	2	156+580	SP-10
78	2	158+300	SP-6
79	2	162+580	SP-6
80	2	165+540	SP-7
81	2	166+180	SP-7
82	2	168+460	SP-8
83	2	170+720	SP-6
84	2	173+340	SP-6
85	2	176+720	SP-8
86	2	179+720	SP-8
SEÑALES PREVENTIVAS FALTANTES S2			86

Tabla 5.13 Señales preventivas faltantes en sentido 1 y 2.

Total de señales preventivas faltantes en curvas = 158 en ambos sentidos, para todo el tramo en estudio.

5.6 Revisión de elementos que iRap no evalúa y que inciden en la seguridad vial.

Durante los recorridos realizados al tramo carretero, se observó la presencia de algunos elementos que representan un peligro a los usuarios y que no son evaluados por iRap.

a) Guarniciones dentro del arroyo vial.

Existen tramos en zona de retornos, en los cuales las guarniciones por la falta de pericia del conductor, funcionan como rampa, debido a que erróneamente los usuarios que circulan, se introducen en los carriles de cambio de velocidad y no alcanzan a percibir la presencia de estos elementos, ocasionando que se impacten contra estos, como se muestra en las siguientes imágenes.



Fotos 5.36 y 5.37. Guarniciones en retornos que funcionan como rampas.

En las fotos 5.36 y 5.37, se muestran las guarniciones en mal estado, debido a los impactos de los vehículos; para evitar accidentes en estas zonas, se deben de redondear las guarniciones para evitar que se sigan impactando los vehículos.

NO. SITIO	KM	SENTIDO
1	10+380	1
2	11+240	1
3	11+080	2
4	153+420	1

Tabla 5.14 Sitios donde se tienen que redondear guarniciones.

En la tabla 5.14 los sitios 1 al 3 se alojan en zonas donde existen varios fraccionamientos de casa habitación, por lo que se tiene que realizar la acción de manera urgente debido a que tienen gran afluencia vehicular y se presentan accidentes de manera continua; desgraciadamente las autoridades de tránsito ya no registran los accidentes en estos sitios.

5.7 Análisis de Accidentes y detección de zonas de conflicto.

Una vez revisadas las contramedidas más económicas propuestas por iRap, se realizará un análisis de los accidentes que han ocurrido desde el año 2012 en la carretera, se analizarán las zonas en las cuales han ocurrido un mayor número de accidentes, analizando si caen dentro de los tramos en los que se hicieron diferentes recomendaciones de mejoras (instalar barrera de protección, señalamiento etc.), ó se requieren algunas otras medidas.

De acuerdo al análisis estadístico que realiza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con las partes de accidentes que recibe por parte de la Policía Federal Preventiva, se presentan los siguientes datos:

SALDOS	2012	2013	2014
# ACCIDENTES	94	99	96
# MUERTOS	25	21	16
# HERIDOS	100	99	112
DAÑOS MATERIALES (MILLONES \$)	4.242	3.810	5.894

Tabla 5.15 Accidentes y saldos de la carretera Morelia – Jiquilpan
(Fuente: Estadística de Accidentes de la SCT).

Con los mismos datos de las partes de accidentes, se puede obtener la clasificación, con lo cual se puede analizar el tipo de accidente mayor ocurrido en el camino, como se muestra en la tabla 5.16 y figuras 5.19 a 5.21.

ACCIDENTES 2012		ACCIDENTES 2013		ACCIDENTES 2014	
TIPO DE ACCIDENTE	NÚMERO	TIPO DE ACCIDENTE	NÚMERO	TIPO DE ACCIDENTE	NÚMERO
A (SALIDA DEL CAMINO)	30	A (SALIDA DEL CAMINO)	31	A (SALIDA DEL CAMINO)	39
B (VOLCADURA)	3	B (VOLCADURA)	2	B (VOLCADURA)	2
E (OTROS)	0	E (OTROS)	1	E (OTROS)	0
F (PEATON)	1	F (PEATON)	3	F (PEATON)	2
G (IMPACTO ENTRE VEHICULOS)	43	G (IMPACTO ENTRE VEHICULOS)	51	G (IMPACTO ENTRE VEHICULOS)	42
H (IMPACTO POR ALCANCE)	7	H (IMPACTO POR ALCANCE)	6	H (IMPACTO POR ALCANCE)	7
J (IMPACTO VEHICULO ESTACIONADO)	1	J (IMPACTO VEHICULO ESTACIONADO)	1	J (IMPACTO VEHICULO ESTACIONADO)	0
N (IMPACTO OBJETO FIJO)	9	N (IMPACTO OBJETO FIJO)	3	N (IMPACTO OBJETO FIJO)	3
O (OTROS OBJETOS)	0	O (OTROS OBJETOS)	1	O (OTROS OBJETOS)	2
TOTAL	94	TOTAL	99	TOTAL	96

Tabla 5.16 Clasificación de accidentes

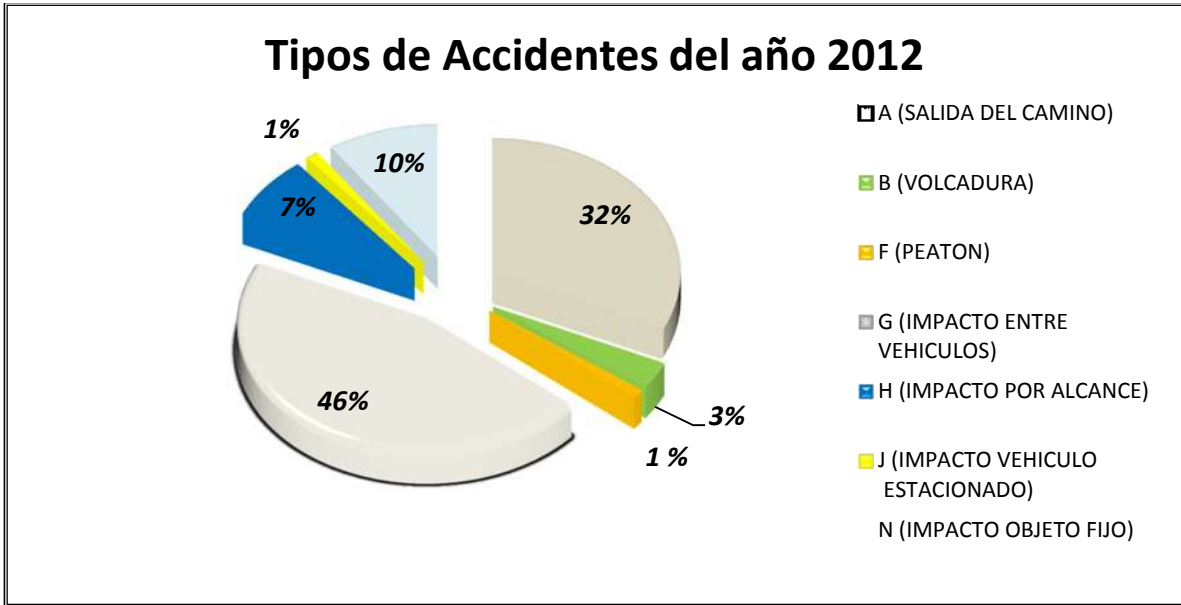


Figura 5.19 Porcentaje de accidentes del 2012 de acuerdo a su tipo.

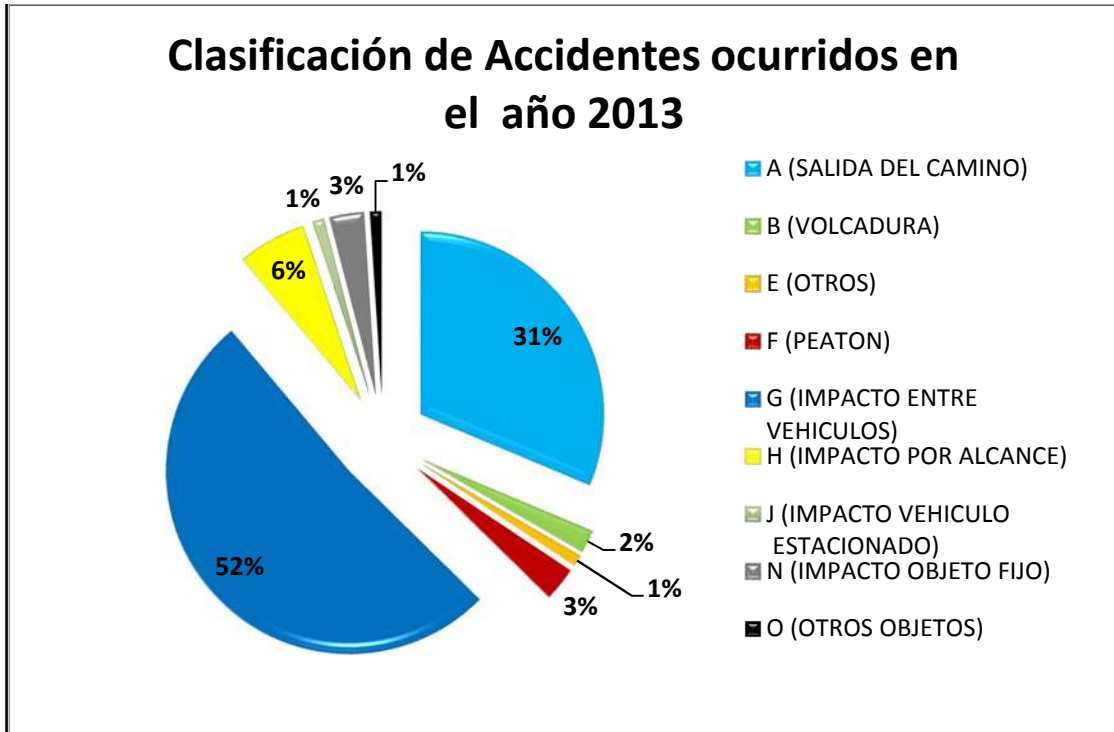


Figura 5.20 Porcentaje de accidentes del 2013 de acuerdo a su tipo.

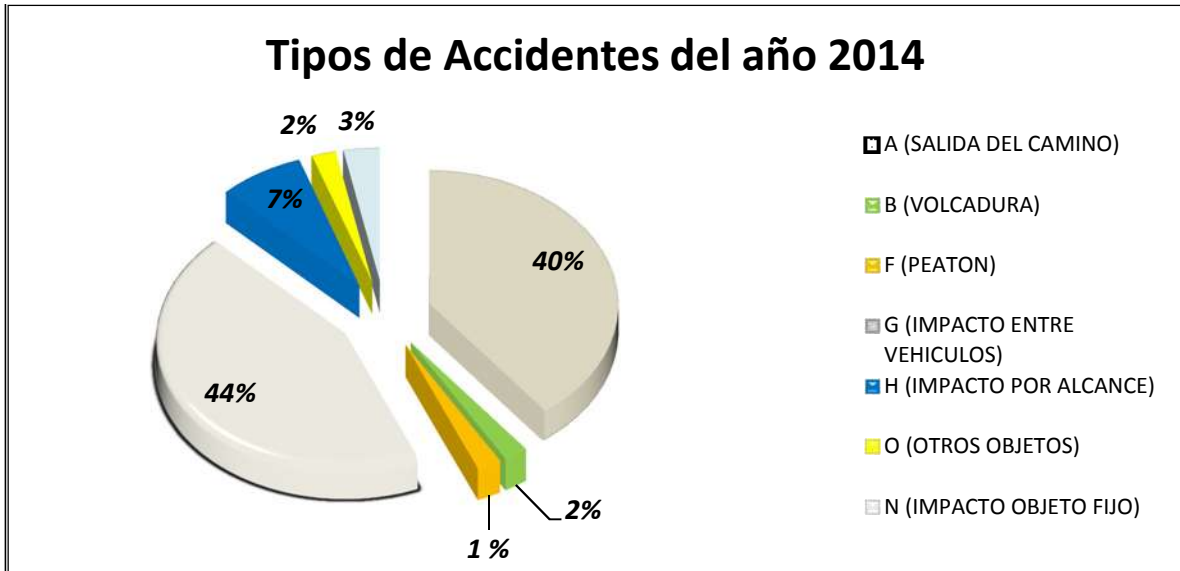


Figura 5.21 Porcentaje de accidentes del 2014 de acuerdo a su tipo.

Para analizar los sitios de mayor ocurrencia de accidentes, se hará en función de la severidad del accidente, en aquellos lugares que ocurren dejando saldos de muertos y lesionados, debido a que en algunos sitios se presentan accidentes con solo daños materiales; esto no significa que donde ocurren solo daños materiales no sean importantes de atender, sin embargo, existen zonas que requieren mayor atención debido a la severidad.

Para evaluar los sitios en función de la severidad del accidente se adoptará el criterio que utiliza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para fines de análisis, que es el siguiente:

1 Muerto equivale a 6 accidentes en el sitio.

1 herido equivale a 2 accidentes en el sitio.

A continuación, se presentan los accidentes por km indicando los saldos, tipo de accidentes y a quien se atribuye el accidente para los años 2012, 2013 y 2014. Figura 5.22 a 5.24

Accidentes por km del año 2012

DEL KM: 70+000
AL KM: 104+000

S	M H	DAÑOS MATERIALES	C	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES						E	R	I	D	T	O	S	R	O
				1	5	10	15	20	25									
1	1	6,000	G															
2	3	23,000	G G	*	*	*	*	*										
3	8	38,000	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	10,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	2	28,000	A A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
6	4	15,000	N	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
7	1	40,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
8	4	15,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9	3	38,500	A A H	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
10	1	10,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
11	1	45,000	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
12	7	160,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
13	2	25,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES

DEL KM: 105+000
AL KM: 139+000

S	M H	DAÑOS MATERIALES	C	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES						E	R	I	D	T	O	S	R	O
				1	5	10	15	20	25									
1	1	200,000	A	*	*													
2	1	20,000	B	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	1	10,000	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	30,000	G															
5	2	156,500	A G	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	1																	
7	1																	
8	1																	
9	1																	
10	1																	
11	1																	
12	1																	
13	1																	
14	1																	
15	1																	
16	1																	
17	1																	
18	1																	
19	1																	
20	1																	
21	1																	
22	1																	
23	1																	
24	1																	
25	1																	
26	1																	
27	1																	
28	1																	
29	1																	
30	1																	

NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES

CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE
A	SALIDA DEL CAMINO	C	COLISION SOBRE EL CAMINO
B	SIN COLISION SOBRE EL CAMINO	D	OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO
C	YQLADURA	E	OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE
D	CAIDA DE PASAJERO	F	VEHICULO MOTOR MAL ESTACIONADO
E	INCENDIO	G	FERROCARRIL
F	OTROS	H	BICICLETA
G	COLISION SOBRE EL CAMINO	I	ANIMAL
H	PEATON(A TROPELLAMIENTO)	J	OBJETO FUJO
I		K	OTROS OBJETOS
J		L	
K		M	
L		N	
M		O	
N			
O			

ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES
 * UN MUERTO=6 ACCIDENTES
 * UN HERIDO=2 ACCIDENTES

Accidentes por km del año 2012

DEL KM: 140+000 AL KM: 174+000		DEL KM: 175+000 AL KM: 203+400	
M H U E R I T D O S S	DAÑOS MATERIALES (\$) R I D O S S	M H U E R I T D O S S	DAÑOS MATERIALES (\$) R I D O S S
140		175	
144		179	F
149		184	G
154	70,000	189	G
159		194	N A
164		199	J A
169	70,000 40,000	204	G G A
174	30,000 95,000	209	

DEL KM: 140+000 AL KM: 174+000		DEL KM: 175+000 AL KM: 203+400	
M H U E R I T D O S S	DAÑOS MATERIALES (\$) R I D O S S	M H U E R I T D O S S	DAÑOS MATERIALES (\$) R I D O S S
140		175	
144		179	5,000
149		184	45,000
154	70,000	189	65,000
159		194	40,000
164		199	73,000
169	70,000 40,000	204	27,000 5,000 15,000
174	30,000 95,000	209	110,000

CLAVE	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES		CLAVE	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES	
	5	10		5	10
175					
179					
184					
189					
194					
199					
204					
209					

CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE
A	SAUIDA DEL CAMINO	G	COLISION SOBRE EL CAMINO
SIN	COLISION SOBRE EL CAMINO	H	OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO
B	VOLCADURA	J	OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE
C	CAIDA DE PASAJERO	K	VEHICULO MOTOR MAL ESTACIONADO
D	INCENDIO	L	FERROCARRIL
E	OTROS	M	BICICLETA
F	PEATON (ATROPELLAMIENTO)	N	ANIMAL
		O	OBJETO FUJO
			OTROS OBJETOS

CLAVE	ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES
♣	UN MUERTO = 6 ACCIDENTES
♣	UN HERIDO = 2 ACCIDENTES

Figura 5.22. Accidentes por km ocurridos en el año 2012

Accidentes por km del año 2013

DEL KM: 70+000
AL KM: 104+000

DEL KM: 70+000 AL KM: 104+000	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES					DAÑOS MATERIALES (\$)	C	CLAVE	CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE
	5	10	15	20	25	30	M H U E R I T O S S				
70							1	A			
74	1	2					1	G			
79											
84							1	1	8	153,000	
89							1	1	32,000		
94							1	1	100,000		
99							1	1	400,000		
104							1	1	37,000		
											30,000

DEL KM: 105+000
AL KM: 139+000

DEL KM: 105+000 AL KM: 139+000	NÚMERO Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES					DAÑOS MATERIALES (\$)	C	CLAVE	CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE
	5	10	15	20	25	30	M H U E R I T O S S				
105							1	4	60,000		
109							1	2	150,000		
114							1	3	20,000		
119							1	1	105,000		
124							1	1	80,000		
129							1	1	10,500		
134							1	2	100,000		
139							1	2	29,000		

ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES
 * UN MUERTO = 6 ACCIDENTES
 * UN HERIDO = 2 ACCIDENTES

CLAVE CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE CLAVE CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE

A SALIDA DEL CAMINO COLISION SOBRE EL CAMINO

B SIN COLISION SOBRE EL CAMINO OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO

C VOLCA DURA OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE

D CAIDA DE PASAJERO VEHICULO MOTOR MAL ESTACIONADO

E INCENDIO FERROCARRIL

F OTROS BICICLETA

G COLISION SOBRE EL CAMINO ANIMAL

H PEATON (ATROPELLAMIENTO) OBJETO FLEJO

I OTROS OBJETOS

Accidentes por km del año 2013

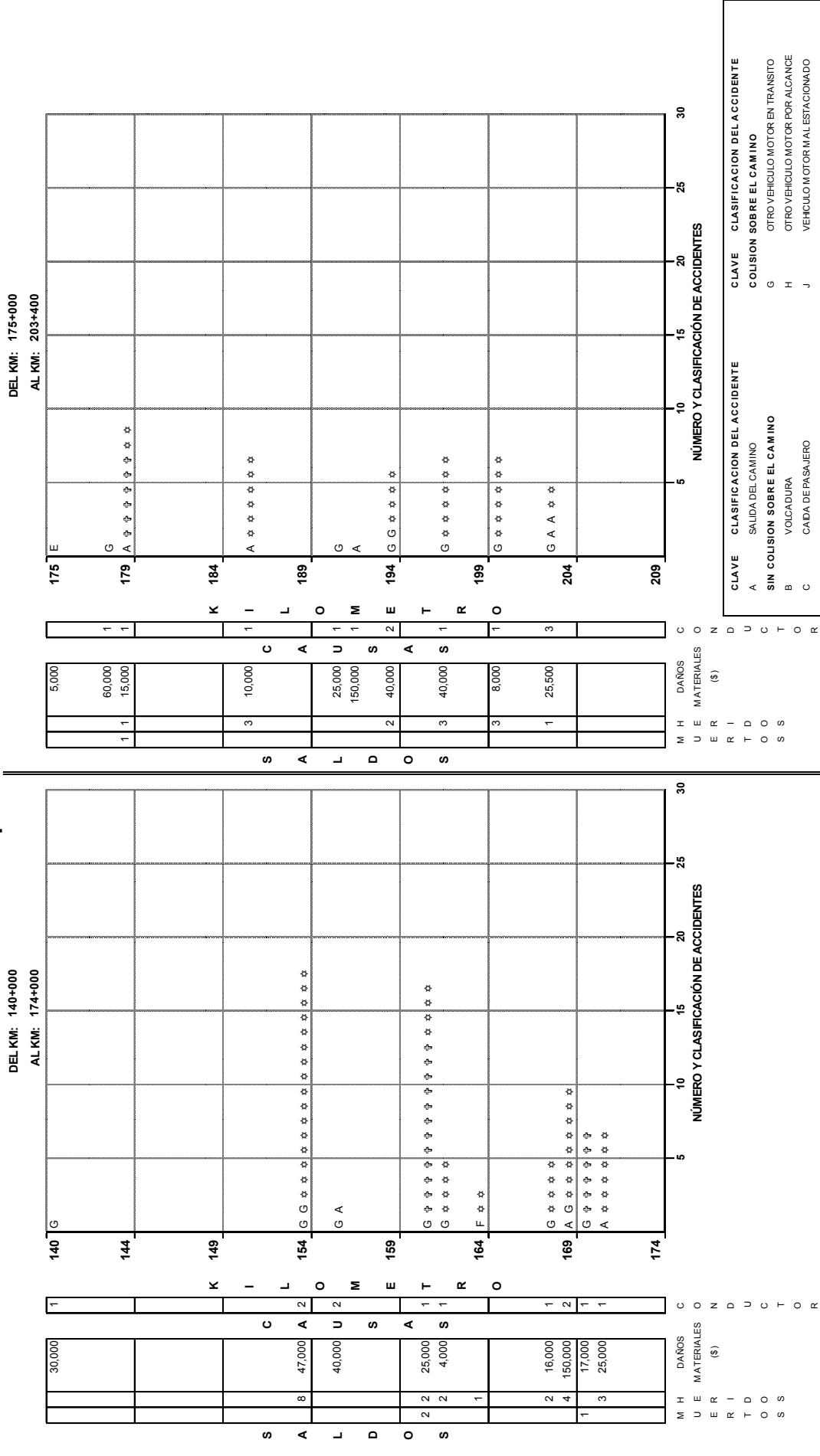


Figura 5.23. Accidentes por km ocurridos en el año 2013

Accidentes por km del año 2014

DEL KM: 0+000
AL KM: 34+000

SECTOR	DAÑOS MATERIALES (\$)	TIPO DE ACCIDENTE	5	10	15	20	25	30
S	500	N **						
A	80,000	G						
L	70,000	G **						
D	198,000	G G G N						
O	15,000	A						
S	35,000	G ** ** *						
A	25,000	G **						
S	235,000	G G G ** *						
R	70,000	H **						
O	30,000	A						

M H DAÑOS
U E MATERIALES O
E R (\$)
R I
T D U
O O C
S S T
O R

DEL KM: 35+000
AL KM: 69+000

SECTOR	DAÑOS MATERIALES (\$)	TIPO DE ACCIDENTE	5	10	15	20	25	30
S	6,000	F ** *						
A	150,000	A						
D	50,000	A ** ** *						
O	50,000	A ** ** *						
S	50,000	A ** ** *						
A	20,000	B ** ** *						
R	10,000	A ** *						
O								

M H DAÑOS
U E MATERIALES O
E R (\$)
R I
T D U
O O C
S S T
O R

CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE
A	SALIDA DEL CAMINO	G	COLISION SOBRE EL CAMINO
B	SIN COLISION SOBRE EL CAMINO	H	OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO
C	YOLCADURA	J	OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE
D	CAIDA DE PASAJERO	K	VEHICULO MOTOR MALESTACIONADO
E	INCENDIO	L	FERROCARRIL
F	OTROS	M	BICICLETA
G	COLISION SOBRE EL CAMINO	N	ANIMAL
H	FEATON (ATROPELLAMIENTO)	O	OBJETO FIJO
I			OTROS OBJETOS

ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES
 * UN MUERTO = 6 ACCIDENTES
 ** UN HERIDO = 2 ACCIDENTES

Accidentes por km del año 2014

DEL KM: 70+000
AL KM: 104+000

CATEGORIA	DAÑOS MATERIALES (\$)	CANTIDAD	NUMERO Y CLASIFICACION DE							
			5	10	15	20	25	30		
1	58,000	1	A **							
1	85,000	1	G * * * * *							
2	81,000	4	G * * * * *							
1	30,000	1	A * * * * *							
2	15,000	1	A * * * *							
2	30,000	1	A * * * *							
1	45,000	2	H G * * * * *							
1	30,000	1	H							
2	60,000	1	A B * * * * *							
4	140,000	4	G A * * * * *							
4	280,000	4	A G G A * * * * *							
1	45,000	1	A							
1	70,000	1	G A * * * * *							

DEL KM: 105+000
AL KM: 139+000

CATEGORIA	DAÑOS MATERIALES (\$)	CANTIDAD	NUMERO Y CLASIFICACION DE							
			5	10	15	20	25	30		
1	10,000	1	A							
1	800,000	1	A * * * *							
2	65,000	1	G * * * *							
1	722,000	1	H A * *							
1	10,000	1	N * * * *							
2	985,000	1	G * * * * *							
1	65,000	1	G * * *							
1	35,000	1	G * *							
1	30,000	1	A * *							
3	22,000	1	G * * * *							
1	30,000	1	A							
1	30,000	1	G							
1	58,000	1	G A * *							
1	33,000	1	F G * * * *							
1	130,000	3	G G H * * * *							
1	20,000	1	G * *							
1	20,000	1	A * * * * *							
4	60,000	4	G * * * * *							
2	93,000	3	G G G * * * *							
1	65,000	1	G							

CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE	CLAVE	CLASIFICACION DEL ACCIDENTE
A	SALIDA DEL CAMINO	G	COLISION SOBRE EL CAMINO
B	COLISION SOBRE EL CAMINO	H	OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO
C	CAIDA DE PASAJERO	J	OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE
D	INCENDIO	K	VEHICULO MOTOR MAL ESTACIONADO
E	OTROS	L	FERROCARRIL
F	COLISION SOBRE EL CAMINO	M	BICICLETA
	PEATON (ATROPELLAMIENTO)	N	ANIMAL
		O	OBJETO FUJO
			OTROS OBJETOS

ACCIDENTES EQUIVALENTES A DAÑOS MATERIALES
 * UN MUERTO = 6 ACCIDENTES
 ** UN HERIDO = 2 ACCIDENTES

Con las figuras anteriores, se realizó la comparación entre años, es decir se seleccionaron aquellos sitios con mayores accidentes y se compararon sus causas para posteriormente analizar una posible solución.

Por ejemplo, se puede observar que entre los km 10+000 y 12+000 en los años analizados (2012 - 2014), se presentan 10 accidentes, por lo que se seleccionó la zona para analizar las causas y una posible acción para aumentar la seguridad. De manera similar se realizó en todo el tramo.

Obsérvese que la mayoría de los sitios en los que ocurrieron accidentes, caen dentro de las acciones que se recomendaron anteriormente, como es la instalación de barrera de protección en la orilla de la corona de manera urgente, **con lo que se ratifica la necesidad de instalar la barrera en los sitios suferidos.**

A continuación se presenta la tabla 5.17, en la cual se analizan las condiciones físicas del sitio y una posible acción de solución para incrementar la seguridad y disminuir la severidad o el número de accidentes.

SITIOS	DEL KM	AL KM	TIPO ACCIDENTE	CONDICIONES DEL SITIO	ACCIONES PARA AUMENTAR SEGURIDAD
1	10+000	12+000	10 COLISIONES ENTRE VEHÍCULOS 4 COLISIONES CON OBJETO FIJO	EXISTEN CASAS HABITACIÓN, RETORNOS, ZONAS CON GUARNICIONES SIN REDONDEAR.	REDONDEAR GUARNICIONES QUE SE INDICAN EN EL APARTADO 5.6, TABLA 5.14
2	13+000	14+000	5 COLISIONES ENTRE VEHÍCULOS 2 COLISIONES CON OBJETO FIJO	EXISTE INTERSECCIÓN MAL CANALIZADA. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	MODERNIZAR INTERSECCIÓN
3	19+000	21+000	1 SALIDA DEL CAMINO Y 3 COLISION ENTRE VEHICULOS	TRAMOS AISLADOS CON FALTA DE BARRERA DE PROTECCION	TRAMO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 2).
4	22+000	23+000	4 COLISIONES ENTRE VEHICULOS	TRAMO SINUOSO, EXISTE RAYA CONTÍNUA DE NO REBASE	COLOCAR SEÑALES SR-18 DE NO REBASE
5	24+000	25+000	6 COLISIONES ENTRE VEHÍCULOS	EXISTE ENTRONQUE	REFORZAR SEÑALAMIENTO EN ENTRONQUE
6	27+000	28+000	1 SALIDA DEL CAMINO 3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 CHOQUE CON OBJETO FIJO	EXISTEN TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN, ZONA DE CURVAS, RAYA DE NO REBASE	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 9 y 10).
7	46+000	47+000	2 SALIDAS DEL CAMINO	ZONAS CON AUSCENCIA DE BARRERA DE PROTECCION	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 30 Y 31).
8	57+000	58+000	2 SALIDAS DEL CAMINO	EXISTEN TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN, ZONA DE CURVAS, RAYA DE NO REBASE	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 48)
9	69+000	70+000	1 SALIDA DEL CAMINO Y 2 COLISIONES ENTRE VEHICULOS	EXISTEN DOS ENTRADAS DE INCORPORACIÓN AL CAMINO, EXISTE RAYA CONTINUA DE NO REBASE	INSTALAR DISPOSITIVO DE CONTROL DE VELOCIDAD.
10	74+000	76+000	3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 SALIDA DEL CAMINO	ALMACEN DE LA PEPSI, ZONA DE CASAS	INSTALAR DISPOSITIVO DE CONTROL DE VELOCIDAD

11	83+000	86+000	5 SALIDAS DEL CAMINO 6 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 CHOQUE CON OBJETO FIJO	TRAMO SINUOSO DE CURVAS, TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 60).
12	90+000	93+000	7 SALIDAS DEL CAMINO 3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 VOLCADURA	TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCION. TRAMO SINUOSO. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS.	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 63).
13	97+000	98+000	3 SALIDAS DEL CAMINO	TRAMO SINUOSO, BARRERA DE PROTECCION EXISTENTE, RECIEN INSTALADA	NO SE REQUIEREN ACCIONES, LA BARRERA ESTA RECIEN INSTALADA Y EN BUENAS CONDICIONES
14	104+000	105+000	2 SALIDAS DEL CAMINO 1 COLISION ENTRE VEHICULOS	TRAMO SINUOSO DE CURVAS, EXISTE BARRERA DE PROTECCIÓN Y RAYA CONTINUA DE NO REBASE	COLOCAR SEÑALES SR-18 DE NO REBASE
15	107+000	108+000	4 SALIDAS DEL CAMINO	TRAMO SINUOSO, TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCION	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 69).
16	113+000	114+000	2 SALIDAS DEL CAMINO 3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS	EXISTE BARRERA DE PROTECCION DAÑADA, FALTA EN 1 TRAMO BARRERA. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 75).
17	119+000	122+000	3 SALIDAS DEL CAMINO 3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 CHOQUE CON OBJETO FIJO	ZONAS DE INCORPORACION AL CAMINO, TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN. (IMPACTOS HAN DEJADO MUERTOS).	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 78 y 79).
18	125+000	128+000	6 SALIDAS DEL CAMINO 3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS	TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCION. EXISTEN INCORPORACIONES AL CAMINO. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 83 AL 85).
19	129+000	131+000	11 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 2 SALIDA DEL CAMINO 1 ATROPELLAMIENTO	EXISTE INTERSECCION MAL CANALIZADA. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	MODERNIZACIÓN DE ENTRONQUE
20	132+000	134+000	1 SALIDAS DEL CAMINO 8 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 VOLCADURA	EXISTEN DOS INTERSECCIONES, TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	MODERNIZACION DEL ENTRONQUE DEL KM 132+000
21	137+000	139+000	8 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 2 ATROPELLAMIENTOS DE PEATON	TRAMO CON CURVAS LIGERAS, LINEAS DE NO REBASE. EXISTE RESTAURANTE "EL SABINO", EN SALIDA DE CURVA SIN ACCESO ADECUADO. EN EL KM 138+500 EXISTE ESTACION DE SERVICIO, SEGÚN PARTES DE ACCIDENTES ES LA CAUSA DE LAS COLISIONES. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	SE REQUIERE CANALIZAR ADECUADAMENTE EL ACCESO DEL KM 138+500 Y SE REGULARICE EL ACCESO DEL RESTAURANTE "EL SABINO".
22	161+000	162+000	2 COLISIONES ENTRE VEHICULOS 1 SALIDA DEL CAMINO	TANGENTE SIN ACOTAMIENTO EN PENDIENTE PRONUNCIADA. EXISTE RAYA DISCONTINUA DE REBASE	INSTALAR DISPOSTIVO DE CONTROL DE VELOCIDAD
23	167+000	169+000	2 CHOQUES ENTRE VEHICULOS 1 SALIDA DEL CAMINO 1 CHOQUE CON OBJETO FIJO	TRAMO SINUOSO, EXISTE ACCESO A PARTICULAR SIN ADECUACIÓN GEOMÉTRICA, EN TRAMOS AISLADOS FALTA BARRERA DE PROTECCIÓN	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 101).

24	171+000	172+000	3 SALIDAS DEL CAMINO 5 CHOQUE ENTRE OBJETOS	TRAMO SINUOSO DE CURVAS, EXISTE RAYA DE NO REBASE. TRAMOS AISLADOS SIN BARRERA DE PROTECCIÓN. ESTE TRAMO HA PRESENTADO ACCIDENTES EN LOS TRES AÑOS ANALIZADOS	TRAMO, SE ENCUENTRA DENTRO DE LA TABLA 5.8 "TRAMOS DONDE SE REQUIERE INSTALAR BARRERA DE PROTECCION DE MANERA URGENTE". (NO. ELEMENTO 104).
25	194+000	195+000	3 COLISIONES ENTRE VEHICULOS	CURVA VERTICAL SIN VISIBILIDAD, EN TANGENTE, EXISTE REDUCTOR DE VELOCIDAD	INSTALAR DISPOSITIVO DE CONTROL DE VELOCIDAD
26	197+000	198+000	2 CHOQUES ENTRE VEHICULOS 1 SALIDA DEL CAMINO	TANGENTE SIN ACOTAMIENTO Y CURVA VERTICAL, EXISTE RAYA DE NO REBASE.	MONITOREAR SITIO, SI SIGUEN ACCIDENTES, SE DEBERÁ DE HACER UN ESTUDIO ESPECIAL. PROYECTO GEOMÉTRICO.
27	200+000	202+000	3 CHOQUES ENTRE VEHICULOS	TANGENTE SIN ACOTAMIENTOS, EXISTEN COMERCIOS EN AMBOS LADOS DEL CAMINO	INSTALAR DISPOSITIVO DE CONTROL DE VELOCIDAD

Tabla 5.17 Sitios con mayor ocurrencia de accidentes en los años 2012 a 2014, con las condiciones físicas del sitio y una posible acción de solución.

A continuación se presentan algunas imágenes para representar las condiciones físicas contenidas en la tabla anterior.



Foto 5.38. Intersección del km 13+000 (Sitio 2 de la tabla 5.17)



Figura 5.25 Vista en planta de la intersección del km 13+000

Obsérvese en la foto 5.38 que la intersección carece tanto de señalamiento vertical y horizontal, en las ramas que no pertenecen a la carretera troncal, no existe una adecuada canalización (se recomendaron rayas guías anteriormente), por lo que se debe de señalar adecuadamente o en su caso realizar una modernización del entronque.

En la figura 5.25 se ubicaron los sitios en los accidentes reportados, puede observarse que existen varios movimientos que pueden confundir al usuario, por no saber donde alojarse para dar una vuelta. El iRap este sitio lo clasifica con una estrella.



Fotos 5.39 y 5.40. Intersección km 129+800. (Sitio 19 de la tabla 5.17).

Se puede observar que en la intersección de las fotos 5.39 y 5.40, no se cuenta con rayas guías, no cuenta con carril de almacenamiento para los vehículos que se incorporan para dirigirse hacia Jiquilpan. Este entronque se debe de modernizar, ampliando la sección para alojar carril de almacenamiento de vuelta izquierda, se requiere proyecto geométrico.



Foto 5.41. Acceso a restaurant en km 137+440

Obsérvese en la foto 5.41, que este acceso representa un gran peligro debido a que no cuenta con carriles de incorporación y desincorporación de la carretera, se aloja en una curva horizontal así como en curva vertical, restringiendo la visibilidad. Este acceso debería de cerrarse por el riesgo que representa. (Sitio 21 de la tabla 5.17).



Foto 5.42. Acceso a estación de servicio ubicada en el km 138+540.

Este acceso a estación de servicio, foto 5.42, a pesar del señalamiento horizontal en buenas condiciones, según los levantamientos de accidentes de la Policía Federal Preventiva, es el sitio donde ocurren varias colisiones entre vehículos, los vehículos que salen de la estación de servicio, tiene el carril de almacenamiento 100 m más adelante del sitio donde se tomó la imagen, para incorporarse hacia Jiquilpan. La solución es restringir este movimiento colocando una barrera central y canalizar adecuadamente el movimiento. (Sitio 21 de la tabla 5.17).

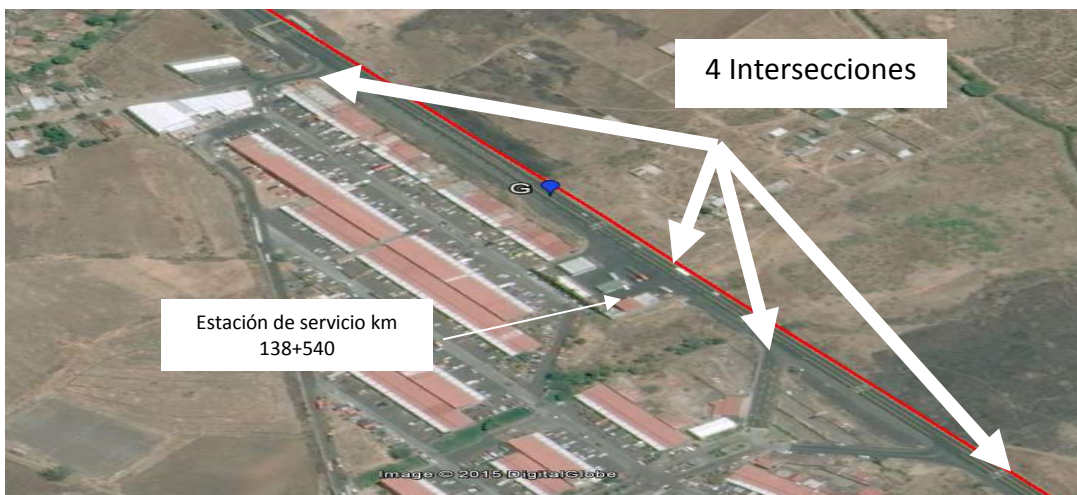


Figura 5.26 Intersecciones

Del km 138+140 al km 138+750, figura 5.26, en 610 m existen 4 intersecciones, por lo que si no están debidamente canalizadas y señalizadas, serán causa de un gran número de accidentes en este tramo.

5.8 Implementación de dispositivos de control de velocidad.

Como puede observarse en las figuras 5.19 a 5.21 “Porcentaje de accidentes de acuerdo a su tipo”, el mayor tipo de accidentes en la carretera Morelia – Jiquilpan es la colisión entre vehículos, siguiendo la salida del camino; la salida del camino puede solucionarse con la instalación de barreras de protección en la orilla de la corona, sin embargo la colisión entre vehículos depende de varios factores mencionados en el capítulo 1, resaltando los siguientes:

1. Exceso de velocidad.
2. Rebasar de manera imprudente o en zonas donde de acuerdo a las características geométricas del camino, no se debe de realizar el rebase.
3. No ceder el paso en las intersecciones o accesos.

El exceso de velocidad puede ser regulado mediante la implementación de dispositivos de control de velocidad, ya que es uno de los objetivos; recordando la definición descrita en el capítulo III de esta investigación, “*Son elementos que se instalan en la superficie del pavimento en posición transversal al eje del camino, que combinados entre sí y con otros elementos de señalamiento horizontal y vertical, constituyen un sistema de control de velocidad que contribuye a que los conductores reduzcan la velocidad que circulan sus vehículos, para disminuir la ocurrencia de accidentes*”.

Por lo que se propusieron en aquellos sitios que se alojan en tangente con pendiente pronunciada en los que han sucedido un gran número de accidentes, así como en aquellas zonas donde el camino esta sinuoso y se tiene un gran número de curvas pronunciadas.

La elección del sistema es descrita en el capítulo III, por lo que en esta sección solo se menciona el sitio y tipo de sistema que se propone implementar.

De acuerdo a la tabla 5.17 “Sitios con mayor ocurrencia de accidentes en los años 2012 a 2014”, se proponen en los sitios 9,10, 22, 25 y 27, dispositivos de control de velocidad.

- Entre el km 75+000 y 77+000 figura 5.27.

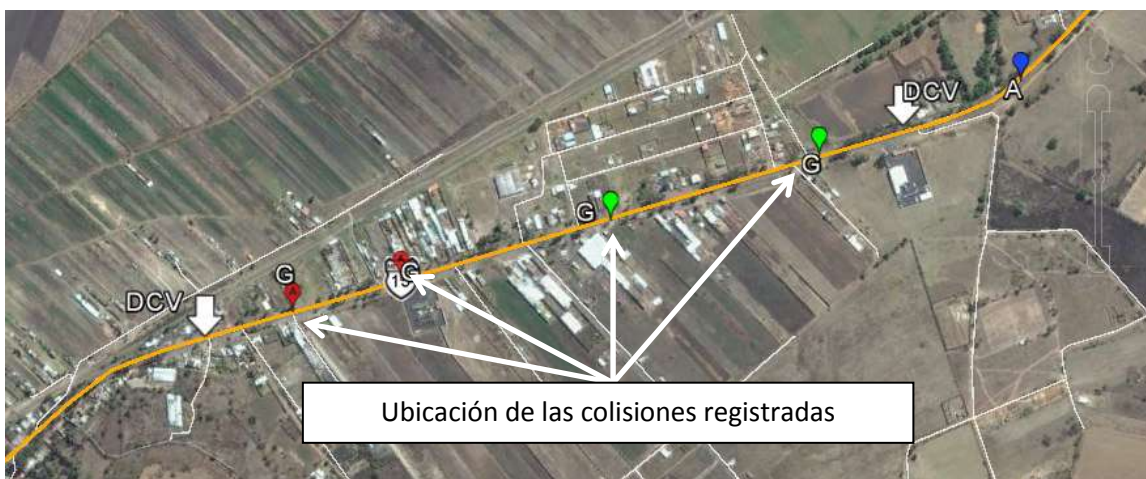
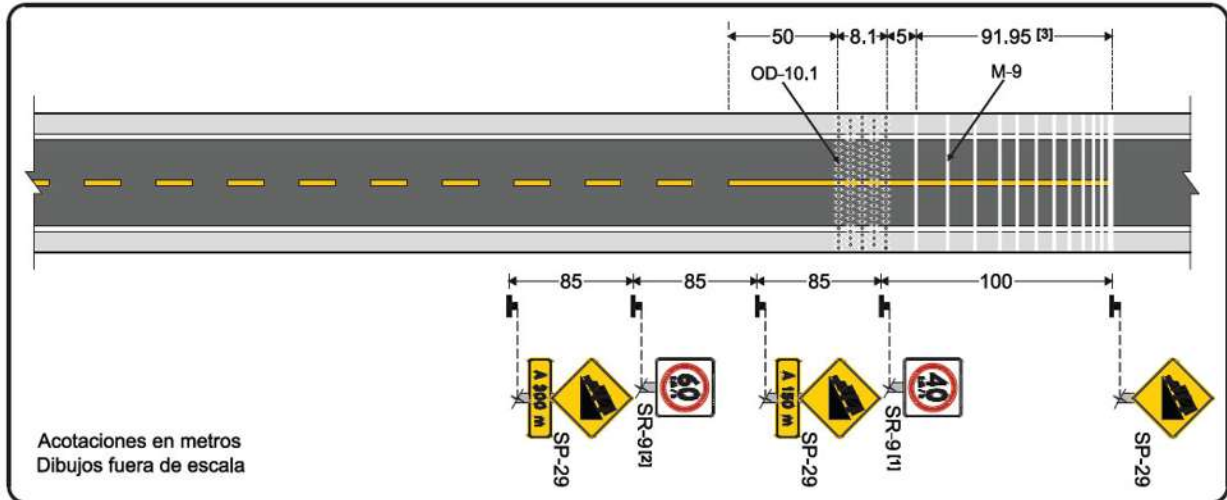


Figura 5.27 Ubicación en planta de accidentes.

El sistema de control de velocidad que se propone implementar es un “Sistema 6B”, integrado por rayas con espaciamiento logarítmico y Vibrador de Botones, como el que se muestra a continuación, figura 5.28.



- [1] Dependerá de la velocidad reglamentaria.
- [2] Es indispensable instalar las señales SR-9 VELOCIDAD necesarias para disminuir gradualmente la velocidad de operación.
- [3] Para esta longitud se tendrá que considerar la distancia y el número de líneas logarítmicas requeridas para cada caso en el que sea necesaria la restricción.

Figura 5.28. Sistema de control de velocidad 6B para pendiente pronunciada descendente

(Fuente: Manual de Señalización vial y dispositivos de seguridad).

- Entre el km 193+000 y 195+000



Figura 5.29. Zona de colisión entre vehículos km 193+000 al km 195+000



Foto 5.43. Pendiente pronunciada km 194+000

En la foto 5.43 se observa que existen rayas logarítmicas con botones, por lo que se recomienda complementar este sitio con todas las señales preventivas y restrictivas que se indican en la figura 5.28; complementar también con vibrador de botones en lugar de las rayas amarillas transversales que se observan. Se puede apreciar en la figura 5.29 que la clasificación de acuerdo a iRap es de una y dos estrellas, (color negro y rojo).

- Km 200+000 al km 202+000

En este sitio existen reductores de velocidad y rayas logarítmicas, en la tabla 5.10, No. de sitio 145 a 147, “Evaluación de rayas con espaciado logarítmico”, se propuso complementar con botones y pintar rayas nuevamente, por lo que únicamente se considera necesario realizar esta acción.

De manera similar se propone implementar dispositivos de control de velocidad en zonas de curvas donde se han registrado colisiones, la selección de estos sitios se realizará con el apoyo de la tabla 5.17 “Sitios con mayor ocurrencia de accidentes en los años 2012 a 2013”. Los sitios donde se propone instalar los dispositivos son:

1. Del km 27+000 al km 28+000 (sitio 6 de la tabla 5.17)
2. Del km 69+000 al km 70+000 (sitio 9 de la tabla 5.17)
3. Del km 83+000 al km 86+000 (sitio 11 de la tabla 5.17).
4. Del km 90+000 al km 93+000 (sitio 12 de la tabla 5.17)
5. Del km 113+000 al km 114+000 (sitio 16 de la tabla 5.17)
6. Del km 119+000 al km 122+000 (sitio 17 de la tabla 5.17)
7. Del km 125+000 al km 128+000 (sitio 18 de la tabla 5.17)
8. Del km 167+000 al km 169+000 (sitio 23 de la tabla 5.17)

A manera de ejemplo se presenta la ubicación en planta de algunos sitios en los que se muestra, que las colisiones se registran o presentan en tramos de curvas pronunciadas, por lo que es necesario controlar la velocidad en estos sitios, figura 5.30 a 5.32.



Figura 5.30. Zona de accidentes del km 27+000 al km 28+000

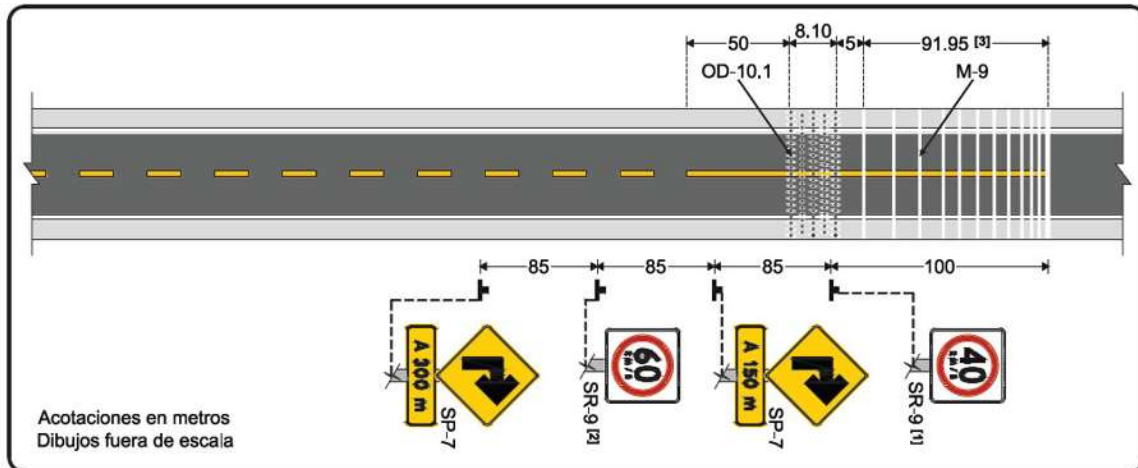


Figura 5.31. Zona de accidentes del km 69+000 al km 70+000



Figura 5.32. Zona de accidentes del km 90+000 al km 92+000

El sistema de dispositivo de control de velocidad que se propone para los 8 sitios, con el objetivo de que los usuarios disminuyan su velocidad antes de ingresar a la zona de curvas es el 4B, que se muestra a continuación, el cual se compondrá de las siguientes señales que se colocarán antes del ingreso a la curva cerrada con el espaciamiento que se muestra en la figura 5.33



[1] Dependerá de la velocidad reglamentaria.

[2] Es indispensable instalar las señales SR-9 VELOCIDAD necesarias para disminuir gradualmente la velocidad de operación.

[3] Para esta longitud se tendrá que considerar la distancia y el número de líneas logarítmicas requeridas para cada caso en el que sea necesaria la restricción.

Figura 5.33 Sistema de control de velocidad 4B para curva cerrada
(Fuente: Manual de Señalización vial y dispositivos de seguridad).

El sistema deberá de colocarse con todo el señalamiento horizontal que se indica, *incluyendo la zona de vibrador de botones*, en el caso de que a la llegada del sitio se tenga una curva inversa, la señal SP-7, será sustituida por una señal de codo inverso SP-9 con el tablero adicional y espaciado como se indica en la figura 5.33.

A continuación se propone el cadenamiento en el cual debe de iniciar el sistema de control de velocidad para cada sentido de circulación, para cada uno de los 8 sitios. Tabla 5.18

NÚMERO	DEL KM	AL KM	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	ESTACIÓN DE INICIO DEL SCV**	OBSERVACIONES
1	27+000	28+000	S1	26+660	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
			S2	28+560	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
2	69+000	70+000	S1	69+200	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
			S2	70+760	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
3	83+000	86+000	S1	82+680	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
			S2	86+080	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
4	90+000	93+000	S1	89+200	Existen rayas pintadas, complementar con botones y Señales SP-7, instalar vibrador de botones como se indica en el sitio 41 de la tabla 5.10
			S2	92+940	Existen rayas pintadas, complementar con botones y Señales SP-7, instalar vibrador de botones como se indica en el sitio 46 de la tabla 5.10
5	113+000	114+000	S1	112+460	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
			S2	--	Existe ya un SCV con reductor, reforzar de acuerdo a lo indicado en el sitio 62 de la tabla 5.10
6	119+000	122+000	S1	--	Existe ya un SCV con reductor, reforzar de acuerdo a lo indicado en el sitio 85 de la tabla 5.10
			S2	--	Existe ya un SCV con reductor, reforzar de acuerdo a lo indicado en el sitio 86 y 87 de la tabla 5.10
7	125+000	128+000	S1	124+160	Existen rayas, complementar con señales SP-9 y de acuerdo a lo indicado en el sitio 91 de la tabla 5.10
			S2	127+900	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
8	167+000	169+000	S1	167+660	Sustituir las SP-7 por señales SP-9
			S2	169+000	Sustituir las SP-7 por señales SP-9

**SCV = Sistema de Control de Velocidad

Tabla 5.18. Sitios donde se proponen Sistemas de Control de Velocidad

El inicio de la implementación de Sistema de Control de velocidad referido en la tabla 5.18, se realizó procurando que se inicie en tangente, previo a la llegada del tramo sinuoso o de la curva pronunciada.

Para ejemplificar la manera de colocación véase el sitio No. 1 sentido 1, de la tabla 5.18 (pág. 178) auxiliándose con la figura 5.33 (pág. 177)

- En el km 26+660 se deberá de colocar una señal SP-9 con tablero adicional de distancia de 300 m
- 85 m después, es decir en la estación 26+745, se deberá de colocar una señal Restrictiva de velocidad SR-9 de 60km/hr.
- Posteriormente a 85m (estación 26+830), colocar una señal SP-9 con tablero adicional de 150m.
- 85m más adelante (estación 26+915), colocar señal restrictiva de velocidad SR-9 de 40 km/hr
- 5m adelante (estación 26+920), colocar rayas con espaciamiento logarítmico en los próximos 100m.
- En la estación 26+907 (8.10m atrás de la señal SR-9) colocar zona de vibradores en una longitud de 8.10m

De esta forma se integra el dispositivo de control de velocidad y de manera similar se propone realizar en los 8 sitios propuestos para ambos sentidos.

La separación de las rayas con espaciamiento logarítmico se realizará considerando una velocidad reglamentaria de 60 km/hr, y una velocidad de salida de 40 km/hr, ya que estos sitios son tramos sinuosos; el detalle de la separación para esta condición se encuentra descrito en capítulo III, en particular en la figura 3.3.

5.9 Análisis de sitios con mayor riesgo de accidentes de acuerdo a la metodología iRAP.

Como se mencionó en el capítulo IV, la metodología iRAP, otorga un puntaje al camino inspeccionado en base a diferentes atributos, dentro del portal Vida iRAP, es posible conocer aquellos tramos que obtuvieron un puntaje muy alto (zonas de 100 m con alta probabilidad de accidentes).

La opción del portal Vida iRAP, que representa lo comentado anteriormente, es graficar la “Distancia VS Clasificación por estrellas”, como la que muestra en la figura 5.34

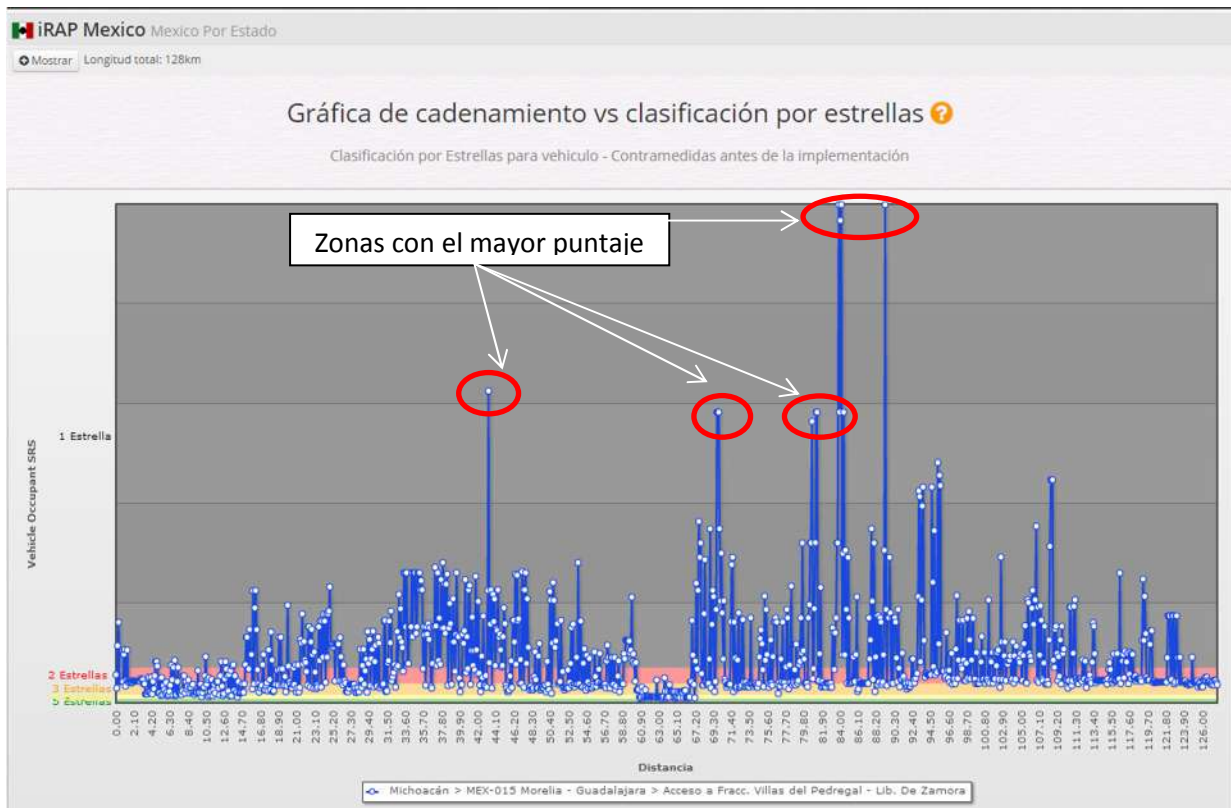


Figura 5.34 Distancia VS Clasificación por estrellas.
(Fuente: portal Vida iRAP)

En la figura 5.34 se muestra en el eje de las abscisas el kilometraje del camino y en el eje de las ordenadas la clasificación por estrellas, observándose en su mayoría que el tramo se encuentra dentro de una estrella; dentro de esta zona se pueden observar varios “picos”, en los cuales de acuerdo a la evaluación de iRAP, el puntaje alto representa una alta probabilidad de accidentes; algunas de estas zonas se situaron en google earth (obteniendo las coordenadas de la evaluación de iRAP, debido a que el kilometraje de iRAP, no corresponde al kilometraje físico del camino) y se analizaron con el registro de accidentes para establecer una comparativa entre estos.



Figura 5.35. Ubicación de sitios con mayor puntaje. (1 estrella).

En la figura 5.35, los puntos en blanco con el número, son los sitios con su correspondiente puntaje obtenido de acuerdo a la evaluación iRAP, **en estas zonas, no han ocurrido accidentes de acuerdo al análisis realizado de 2012 a 2014.**

De manera similar se ubicaron algunas zonas que de acuerdo a la metodología iRAP, hay menos probabilidad de que ocurra un accidente, estas zonas son las que tienen un puntaje bajo (zonas con 3 estrellas).



Figura 5.36. Ubicación de sitios con menor puntaje (3 estrellas).

La figura 5.36 es una zona clasificada de acuerdo a la metodología iRAP, con tres estrellas, al cargar los datos de accidentes se observa que en esta zona han ocurrido 3 accidentes (colisiones de frente).

Realizando un análisis similar en otro sitio clasificado con 3 estrellas y cargando los accidentes se encontró una zona con 5 accidentes. Figura 5.37

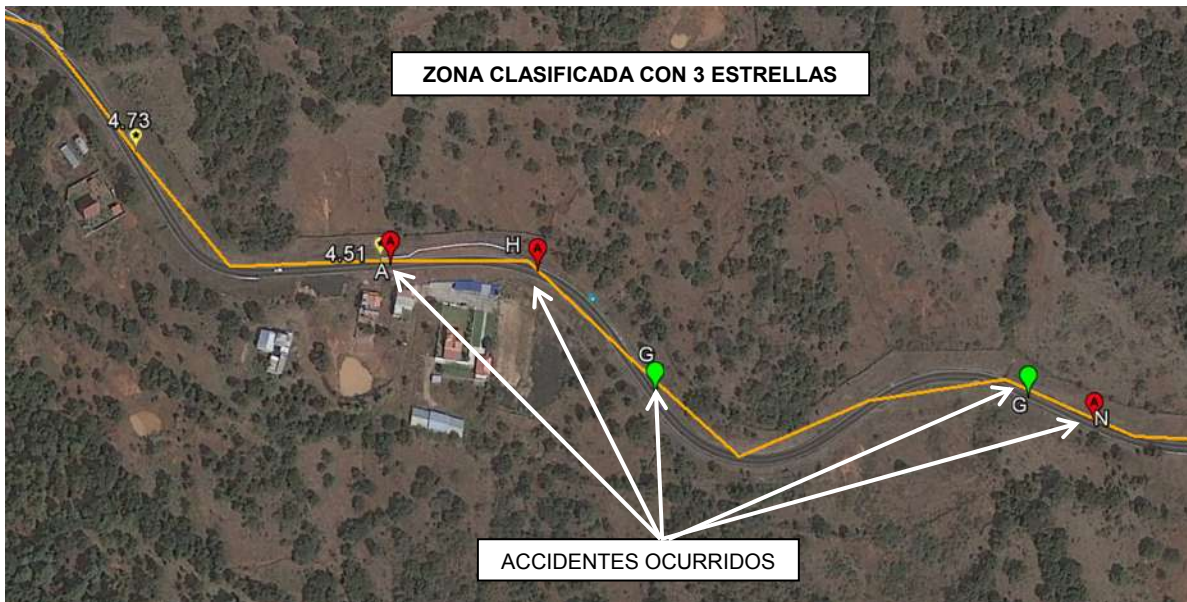


Figura 5.37. Tramo clasificada por iRAP con 3 estrellas.

CAPÍTULO VI.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1 Recomendaciones.

Una vez analizadas las contramedidas propuestas por iRAP, así como los accidentes ocurridos en la carretera Morelia – Jiquilpan, se recomienda implementar todos los elementos faltantes que se mencionan en el capítulo V, como es:

- **Instalar barrera de protección en la orilla de la corona, en 112 sitios, con una longitud de 15,680 ml,** como se muestra en la tabla 5.8.
- **Pintar las rayas canalizadoras en 24 intersecciones** que se mencionan en la tabla 5.9. “Entronques, intersecciones o bifurcaciones, en las cuales faltan Rayas Canalizadoras (Rayas M-5)”
- **Pintar rayas con espaciamiento logarítmico y complementar con botones en las zonas en 147 sitios** que se indican en la Tabla 5.10. “Evaluación de rayas con espaciamiento logarítmico”.
- **Instalar indicadores de alineamiento en 38 curvas** indicadas en la Tabla 5.11. “Sitios en curva donde hacen falta indicadores de alineamiento”.
- **Corregir el señalamiento vertical de 283 piezas** que se indican en la Tabla 5.12. “Señales existentes deterioradas y/o que no cumplen con la normatividad”.
- **Instalar 158 señales preventivas de curvas** indicadas en la tabla 5.13 “Señales preventivas faltantes en sentido 1 y 2”.
- **Redondear guarniciones en 4 sitios** que se indica en la tabla “5.14 Sitios donde se tienen que redondear guarniciones”.
- **Instalar 8 sistemas de control de velocidad** en los sitios indicados en la tabla 5.18. “Sitios donde se proponen Sistemas de Control de Velocidad”.

6.1.1 Barrera de Protección en la orilla de la corona existente.

Referente a la barrera de protección existente, cuando se realicen nivelaciones al pavimento, se debe reponer la altura de estas como lo indica la NOM-037-SCT2-2012, de 55cm (véase la figura 5.6 “Altura de la barrera metálica de protección”); esto debido a que en los recorridos de campo se detectó que algunas barreras no cumplen con esta condición, como se muestra en las fotos 6.1 y 6.2, siguientes:



Foto 6.1. Barreras de protección no cumplen con altura de 55cm



Foto 6.2. Barrera de protección en orilla de la corona no cumple con altura.

La altura de las barreras de protección es importante debido a que si no se cumple con la altura que se indica, esta no puede contener a los vehículos que se impacten en ella, en caso contrario con alturas menores a 55 cm, pueden funcionar como rampas y producir el volcamiento.

También se debe de cuidar que las barreras, tengan las terminaciones adecuadas, en algunos sitios no tienen terminaciones como se muestra en las fotos 6.3 y 6.4, siguientes:



Foto 6.3 Barrera de protección sin terminación.



Foto 6.4. Barreras de protección sin terminación.

Se debe de colocar de manera inmediata la correspondiente terminación a las barreras; la NOM-037-SCT2-2012, indica que en el sentido de circulación donde exista barrera en la orilla de la corona, se debe de colocar un amortiguador de impacto; sin embargo estos dispositivos son caros y poco probable que se coloquen en todos los sitios, por lo que se debe, por lo menos, colocar una terminación denominado “cola de pato”, como se muestra en la figura 5.7.

Al colocar la terminación de “cola de pato”, se debe de cuidar que se esvía la defensa y que no quede de manera paralela al sentido de circulación, ya que si un vehículo impacta de frente, puede funcionar como un objeto punzo cortante.

En abril del 2014, en uno de los diarios del estado, se publicó una nota de un vehículo que impacto contra una barrera de protección que no contenía terminación, penetrando ésta en el vehículo, como se muestra en la figura 6.1.

Los accidentes como el mencionado, no deben de ocurrir, ya que la barrera debe de redireccionar al vehículo y no penetrarlo, pudiendo llegar la barrera a la cabina del vehículo y causar la muerte de los ocupantes.

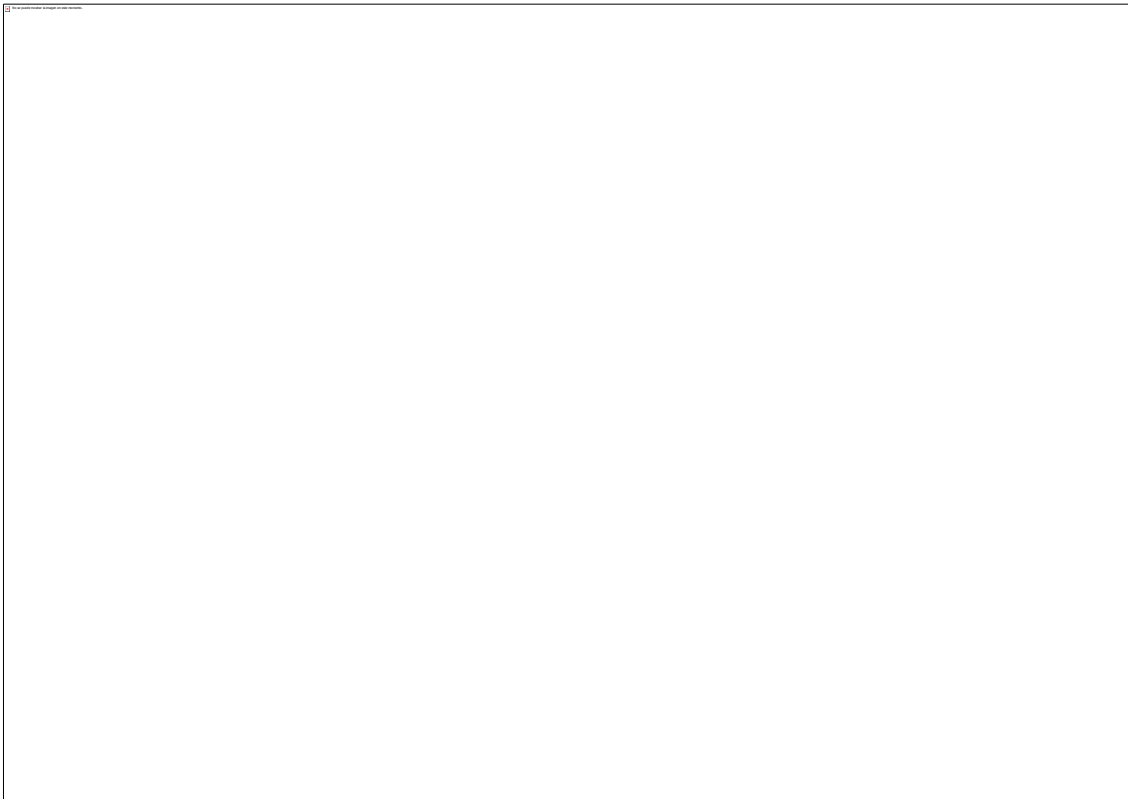


Figura 6.1 Nota del periódico Provincia, del 27 de abril del 2014.
(Accidente ocurrido en la Autopista Pátzcuaro – Lázaro Cárdenas).

Las terminaciones de las barreras de protección no se deben de aterrizar como la que se muestra en la foto 6.5 siguiente:



Foto 6.5 Barrera de protección aterrizada en su inicio.

Puede observarse en la foto 6.5, que la barrera de protección se encuentra aterrizada, si un vehículo impacta contra esta, no lo va a contener o redireccionar, en caso contrario funcionará como una rampa y terminara el vehículo volcándose.

Solo se detectó un sitio con esta característica, en la carretera Morelia – Jiquilpan, sin embargo, por la altura del terraplén representa un gran riesgo por lo que se debe de levantar la barrera de manera inmediata.

6.1.2. Señales verticales existentes.

En el recorrido efectuado en la carretera Morelia – Jiquilpan, se detectó un gran número de Señales Informativas de Recomendación (SIR), que no proporcionan información fundamental, por lo que se recomienda usar señales con pictograma adecuado, que transmiten el mismo mensaje de un manera más clara y evita que los usuarios tengan distracciones al leer mensajes con texto; se recomienda sustituir las señales SIR con señales por pictograma como se indica a continuación, figura 6.2:

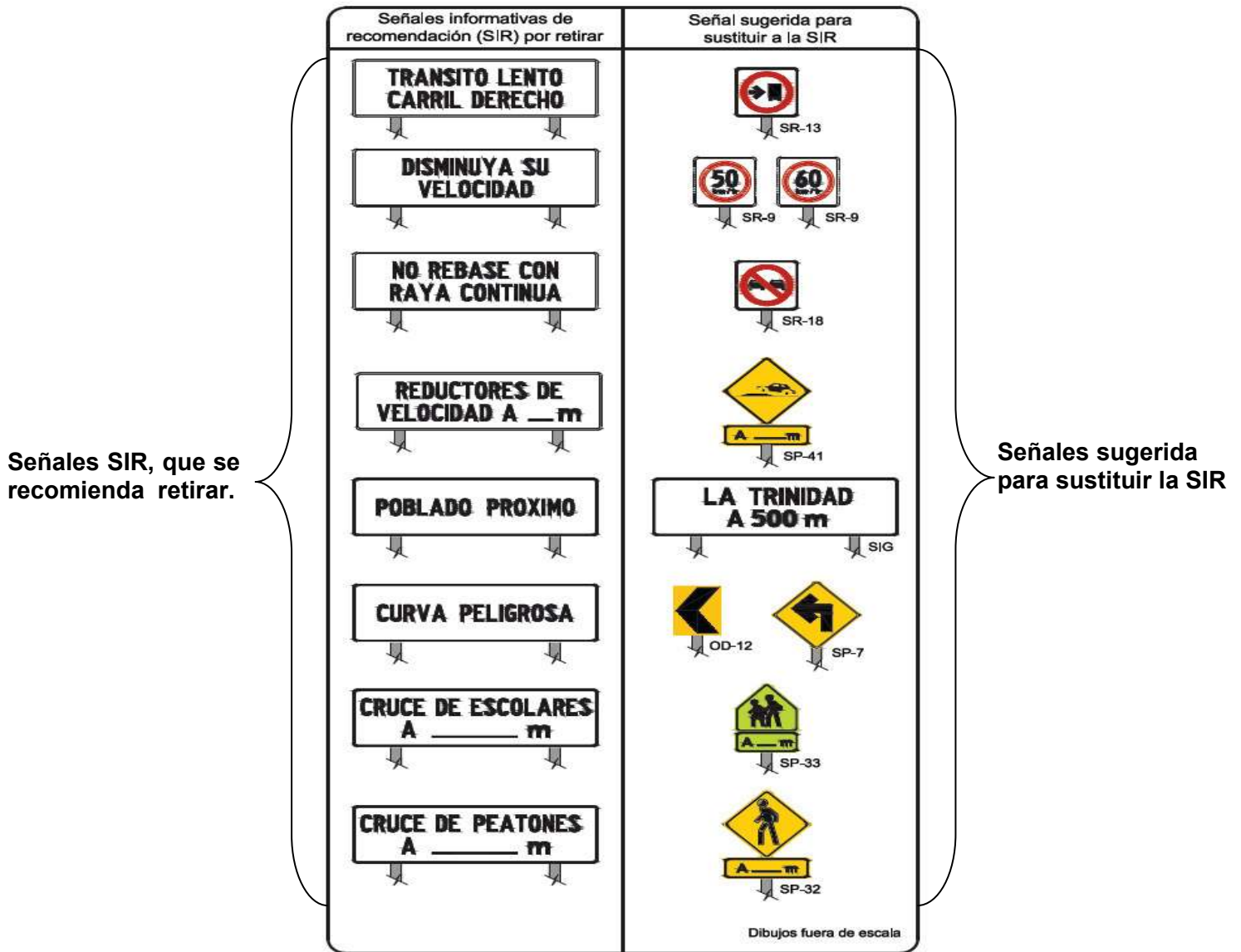


Figura 6.2 Señalamiento preferente por utilizar

(Fuente: Manual de Señalización vial y dispositivos de seguridad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

6.2 Conclusiones.

El modelo establecido por la organización no gubernamental denominada International Road Assessment Programme (iRAP) basado en la inspección visual con imágenes, proporciona un indicador sobre la condición actual de las vías en materia de seguridad vial, estableciendo además, un panorama general sobre el nivel de seguridad en la red carretera estudiada. En la carretera Federal Libre: Morelia – Jiquilpan, se destaca la predominancia de tramos con 1 o 2 estrellas, que requieren de ciertas medidas a implementar para mejorar su estatus de acuerdo a este indicador iRAP. De igual manera, es importante el establecimiento de una meta sobre el nivel de seguridad deseable que se requiere en nuestra Red Carretera Federal, debiéndose llevar a cabo proyectos de mejoramiento de Seguridad Vial con el objetivo de mejorar la Clasificación por Estrellas con la que actualmente cuenta la vía.

El “Plan de Inversión para Vías Más Seguras” generado por el modelo iRAP deberá tomarse y estudiarse como un plan de mejoramiento de seguridad vial a nivel red de las carreteras en estudio, ya que carece de un nivel de proyecto a detalle de cada contramedida propuesta. **Dado lo anterior, cada contramedida deberá analizarse de manera local, con el fin de establecer un Proyecto de Contramedidas para cada vía en cuestión.** El análisis lógico detrás de la generación y eliminación de contramedidas posibles es complejo, sin embargo, es un trabajo que se debe de realizar, para aumentar la seguridad en las carreteras.

Se considera indispensable contar con los datos de accidentes que la Policía Federal Preventiva levanta, por lo que en las carreteras que no se levantan o registran, se deberá de analizar su implementación, debido a que ofrece una mayor visión sobre los tramos que requieren atención de manera inmediata.

Se observa, que en la carretera estudiada, **no necesariamente en los tramos con una o dos estrellas, es donde ocurren más accidentes;** por lo que iRAP es una herramienta de análisis que en los casos donde sea posible, debe de ser complementada con partes de accidentes.

En la carretera Morelia – Jiquilpan, iRAP recomienda eliminar obstáculos en aproximadamente 53.5 km; de acuerdo con el análisis de accidentes realizado, **los obstáculos existentes (árboles, postes, etc.), no son la causa de accidentes en este sitio,** por lo que se considera que no es una contramedida que se requiera atender de manera urgente.

Dentro del tramo de estudio, la implementación de barreras en la orilla de la corona resulta ser la contramedida que más efectos positivos generaría en la seguridad vial de ser implementada correctamente. De igual manera, es importante hacer mención nuevamente de la necesidad del conocimiento local en materia de infraestructura vial y el historial de accidentabilidad de la misma, ya que son herramientas que pudieran generar ventajas en la definición del plan de contramedidas.

Será objeto de dar continuidad a este trabajo, mediante otros análisis, una vez que se implementen las medidas recomendadas para aumentar la seguridad vial en el tramo en estudio, para verificar la efectividad, con las partes de accidentes de la Policía Federal y replicar el estudio de este trabajo en otros tramos carreteros.

La velocidad de los vehículos, desempeña un papel importante en el nivel de seguridad de las carreteras, y en la carretera Morelia – Jiquilpan no es la excepción. La medición detallada de los perfiles de velocidad reales no es parte de la valoración iRAP; por ello la importancia de instalar “Dispositivos de Control de Velocidad”, y es recomendable que sea considerada como parte de la evaluación más detallada en el momento de modernizar algún tramo. En consecuencia, iRAP puede subestimar la cifra de víctimas y los beneficios asociados a la implementación de cada contramedida en carreteras con velocidad de operación mayor al límite establecido.

No puede suponerse que se puede realizar un mejoramiento en materia de seguridad vial desde el escritorio o con observar imágenes del sitio, es indispensable realizar visitas al tramo, ya que ofrece una mayor visión de las condiciones físicas, se puede observar el comportamiento del tránsito en zonas particulares y se aprecian con mayor detalle zonas específicas que las que una fotografía o vídeo pueden mostrar.

De acuerdo al análisis de accidentes realizado, se observa que **la metodología iRAP, no puede ser utilizada para la selección de puntos de conflicto o puntos negros**, ya que no necesariamente en las zonas con una estrella suceden accidentes, esto puede ser debido a que en una zona o tramo sinuoso, los usuarios disminuyen la velocidad al transitar por el sitio, incluso manejando con mayor precaución; caso contrario en las zonas clasificadas como 3 estrellas por la metodología iRAP, las condiciones de infraestructura del camino dan la confianza al usuario de circular con mayor velocidad, lo cual genera accidentes mas severos.

El presente trabajo, será proporcionado a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de Michoacán, para que a través de su Residencia General de Conservación de Carreteras, evalúe las recomendaciones que puede implementar; la conservación de la carretera Morelia – Jiquilpan, está a cargo de una empresa particular mediante un Contrato Plurianual de Conservación, por lo que puede ser más rápida la implementación de las recomendaciones.

Se considera que este análisis puede servir de base para la evaluación y realización de casos prácticos en otros tramos carreteros, con la finalidad de proporcionar información tanto al Gobierno Federal, Estatal o Municipal, sobre que acciones se pueden implementar para aumentar la Seguridad Vial en la Red Carretera y con ello contribuir a que disminuya el número de muertos y lesionados debido a accidentes carreteros, abonando a cumplir el compromiso realizado por México ante la ONU para el 2020, en el Decenio de Acción para la Seguridad Vial.

BIBLIOGRAFÍA

Cal y Mayor, R. (2010). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México: Alfaomega. 8ª Edición.

Box P. (1985). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería. 4ª Edición.

Redalet G. (2003). *Principios de Ingeniería de Tránsito*. Estados Unidos de América: Instituto de Ingeniero de Transportes.

“*Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas*” Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011. Diario Oficial de la Federación, 16 de noviembre de 2011.

“*Barreras de Protección en Carreteras y Vialidades Urbanas*” Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012. Diario Oficial de la Federación, 14 de septiembre de 2012.

Normativa Para la Infraestructura del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. N-PRY-CAR-10-04-006/08. *Proyecto de señalamiento y dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras*. México 2008.

Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad. (1ª ed.). Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México SCT 2014.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. *Seguridad Vial en Carreteras*. Publicación Técnica No. 224, México 2003.

Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. *Publicación Bimestral de Divulgación Externa*. Nota No. 144, México 2013.

Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020. Organización Mundial de la Salud.

<http://vida.irap.org/es/home>.

<http://ventana-almundo.blogspot.mx/2011/07/los-primeros-accidentes-de-trafico.html>.

http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/registros/economicas/sm_at_us.pdf