

Trabajo de investigación sobre la evaluación de rutas y caminos de acceso al vacimiento.

1- Objetivo

Entender la necesidad de contar con mapas de riesgo de los caminos de transito de la actividad petrolera, aprender a identificar riesgos potenciales a la seguridad vial y sugerir soluciones mediante las cuales se puedan minimizar dichos problemas. Pre-evaluar el impacto que generaran dichas acciones sobre la seguridad del camino.



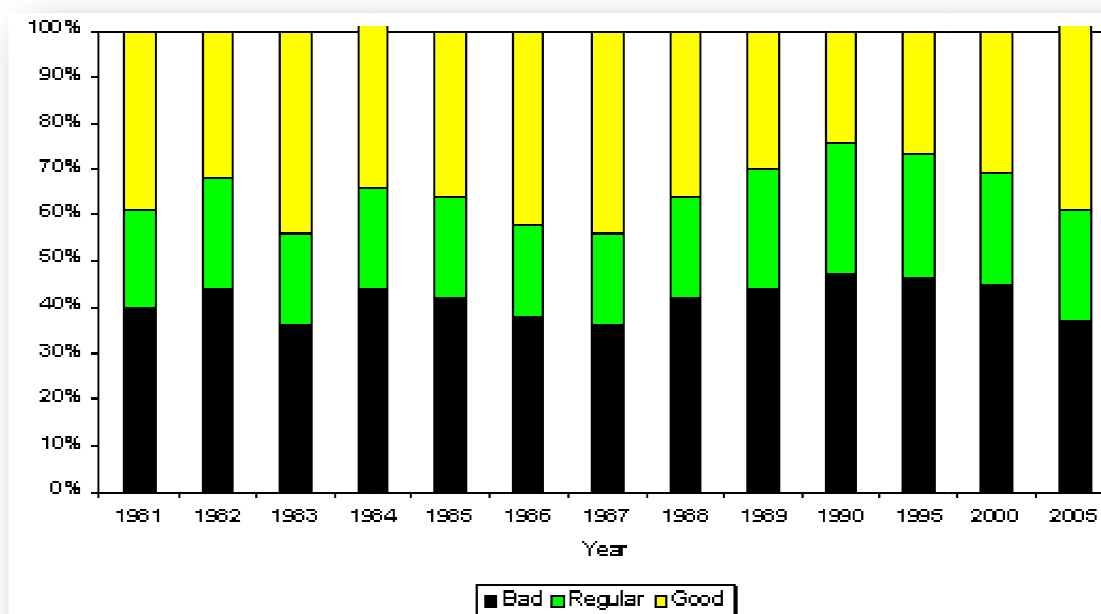
Mapa Oficial de la Red Vial de la República Argentina

2 Introducción: Breve reseña histórica de las rutas del país y de la necesidad de contar con mapas de riesgo

2.1 Evolución de las rutas en Argentina

La República Argentina ha tenido a lo largo de su historia idas y vueltas en materia vial, todos sabemos de la necesidad de los caminos, pero cada gobierno desde el 1900 a la fecha ha interpretado esta necesidad de distinta manera, y en muchos casos se han aprovechado de los fondos necesarios para la construcción y el mejoramiento de caminos para fines no tan concretos a la realidad del país. El ejemplo petrolero marca de alguna manera esta situación donde a mas de 50 años de crecimiento sostenido el mapa vial poco ha cambiado, caminos de ripio, picadas y falta de rutas alternativas siguen siendo hoy el día a día de la actividad.

Para entender mejor la historia vial del país destacaremos 5 etapas en materia de financiamiento vial que han marcado los distintos ritmos de desarrollo.



El desvío de los fondos viales de su finalidad original provoco el estancamiento de la red y su progresivo deterioro. Así, la red vial dejó de crecer en 1980, y, la falta de mantenimiento hizo que en 1990 más de la mitad de dicha red estuviera en estado regular o malo.

Year	Bad	Regular	Good
1981	40%	21%	39%
1982	44%	24%	32%
1983	36%	20%	44%
1984	44%	22%	36%
1985	42%	22%	36%
1986	38%	20%	42%
1987	36%	20%	44%
1988	42%	22%	36%
1989	44%	26%	30%
1990	47%	29%	24%
1995	46%	27%	27%
2000	45%	24%	31%
2005	37%	24%	43%

Estas etapas son:

- I. Desde la difusión del uso del automotor hasta la sanción de la Ley Nacional de Vialidad (Ley N° 11.658): años 1915 - 1932.

La primera etapa estuvo caracterizada por la falta de continuidad y planificación en la acción vial. El desarrollo de los caminos se debió fundamentalmente a la obligada contribución de fondos por parte de las empresas ferroviarias (3% del producto líquido de sus ramales), fijada por la Ley Mitre (Ley N° 5315). Si bien esta ley ayudó a la construcción de caminos, estos eran de apoyo a la red ferroviaria, y se nota en esta etapa la preponderancia que tenía el ferrocarril contra otros medios de transporte.

- II. Desde la Ley N° 11.658 hasta la sanción del Decreto - Ley N° 505/58: años 1932-1958.

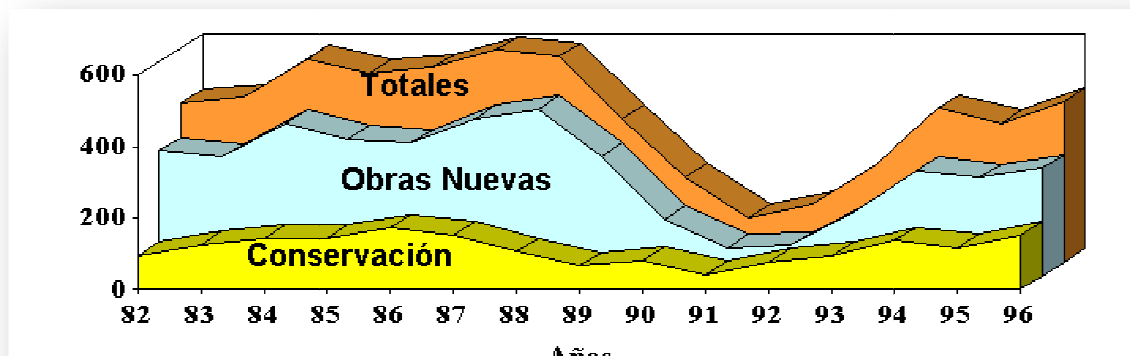
Las falencias señaladas fueron subsanadas en 1932 con la sanción de la Ley N° 11.658, por la cual se crea un Sistema Troncal de Caminos Nacionales, la Dirección Nacional de Vialidad - ente autárquico encargado de proyectar, construir y conservar la red -, el Fondo Nacional de Vialidad - fondo específico conformado por un monto fijo adicionado al valor de venta de cada litro de combustible - y la institución de un sistema de Ayuda Federal a las Provincias para la construcción de caminos provinciales. (Este sistema es propuesto hoy por el Plan Laura).

- III. Desde el Decreto - Ley N° 505/58 hasta fines de 1979: años 1958-1979.

El crecimiento sostenido de la red nacional pavimentada desde 1932 se vio afectado con el transcurso del tiempo por una falencia imprevisible al momento de la sanción de la Ley N° 11.658: el efecto inflacionario que erosionó los fondos específicos. Por ello el Decreto Ley N° 505/58 (Ley Nacional de Vialidad) modifica la forma de constituir dichos fondos, fijando un porcentaje del 35% sobre el precio de venta al público de los combustibles.

La sanción en el año 1960 de la Ley N° 15.274, crea el Fondo Nacional Complementario de Vialidad - construido por impuestos a las cubiertas y los vehículos - dio un impulso mayor al crecimiento de la red pavimentada. En particular su artículo 1° ordenaba construir y/o reconstruir 15.000 kilómetros de caminos de la Red Troncal Nacional en un plazo no mayor a 10 años, situación que fue como en muchos otros periodos una señal de deseos más que un hecho concreto.

- IV. Desde 1979 hasta la sanción de la Ley de Emergencia Económica N° 23.697 y el lanzamiento de la Concesión de Corredores Viales: años 1979 - 1990.

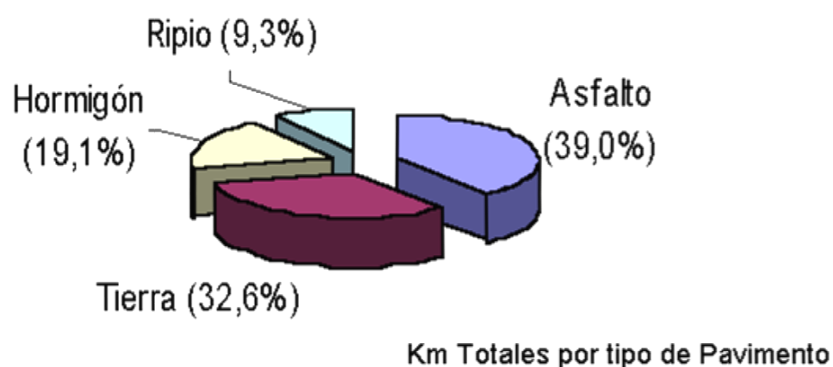


Ello ha sido consecuencia directa de la caída de las inversiones viales. De haber pasado a invertir el equivalente a 3.600 millones de dólares anuales durante los años '60 y '70 -provenientes del impuesto a los combustibles- la inversión de la DNV cayó a 446 millones de dólares en 1982, tocando fondo en 1991, cuando solo se invirtieron 124 millones de dólares. Nótese también que, si bien los fondos invertidos por la DNV casi se triplicaron entre 1991 y 1994, ello se debió principalmente a los préstamos de organismos internacionales como el BID y el BIRF

- V. Desde la Ley de Emergencia Económica (año 1990) hasta la implementación del Plan Federal de Infraestructura (año 1999) y de allí hasta nuestros días.

El crecimiento del fenómeno inflacionario y la sucesiva necesidad de recursos tributarios para financiar los gastos del Estado hicieron que **en el año 1990** se eliminara, a través de la Ley de Emergencia Económica, los fondos específicos para infraestructura vial, pasando la Dirección Nacional de Vialidad a recibir asignaciones de créditos a través del Presupuesto Anual General de la Nación.

Asimismo durante dicho año se decide, a través de las Leyes de Reforma del Estado, la Concesión de unos 9.000 kilómetros de rutas de la Red Nacional de Caminos por el régimen de Concesión de Obra Pública (Ley N° 17.520), que representaban aproximadamente un tercio de la red pavimentada.



De esta distribución de Asfalto, ripio veremos que la realidad vial Argentina dista mucho de ser la ideal en ella las rutas de ripio y tierra llegan a casi el 42% del total de rutas del país, realidad que es mucho mas palpable a medida que nos alejamos de la ciudad de Buenos Aires. Considerando que Argentina posee una superficie continental de 2,8 millones de km², se puede concluir que el país tiene una estructura vial subdesarrollada

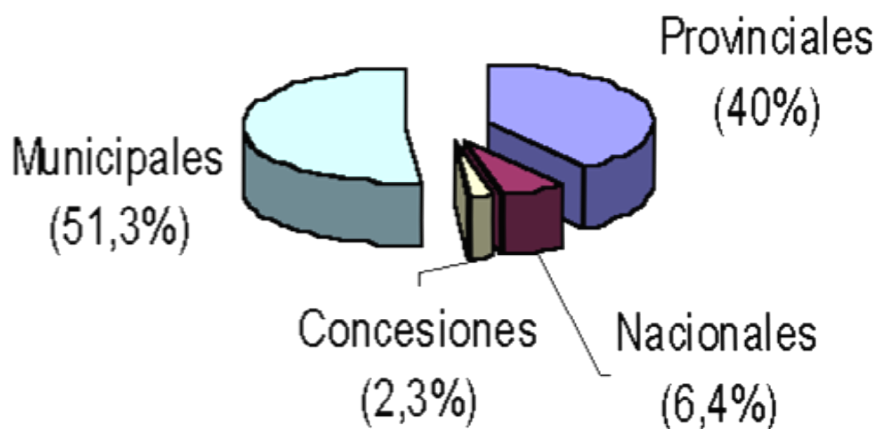
2.2 Las Concesiones por peaje

Ante su falta de capacidad financiera para mantener la red vial, el Gobierno Argentino decidio dar en concesión a operadores privados alrededor de 10.000 km de las redes primaria y secundaria. Los tramos mas transitados de dichas redes se agruparon en "corredores viales" que se ofrecieron en concesión mediante licitación pública.

De esta forma pasa la gestión de la Red de Caminos Nacionales a manejarse con asignaciones presupuestarias para la Dirección Nacional de Vialidad y con financiamiento privado la Red Concesionada que básicamente estaba definida para aquellas rutas donde el flujo de vehículos podía hacer rentable una concesión.

Pero estos fondos destinados a la DNV, frente a demandas crecientes de inversión, sufrieron diversos recortes, disminuciones de crédito y de disponibilidad real de fondos lo que motivo un deterioro importante de la red de caminos y rutas no concesionados, gran parte de estos de acceso directo o indirecto a los yacimientos.

Para el año 2000 la red vial constaba de aproximadamente 500.000 km de carreteras y caminos, de los cuales 37.800 conforman la red primaria o nacional y 178.000 la red secundaria o provincial, restando 285.000 que forman la red terciaria dependiente de las municipalidades



El Concesionario es el encargado por un período determinado de:

- Conservar, remodelar, ampliar mejorar, explotar y administrar los tramos de rutas
- Mantener y reponer la señalización de la ruta
- Ofrecer servicios a los usuarios
- Garantizar un índice de estado mínimo del camino
- Realizar algunas obras de ampliación y/o mejoramiento de la capacidad de la vía.

3. Análisis de riesgo de las rutas

3.1 Impacto de las rutas sobre el manejo y el índice de accidentes.

Sin lugar a dudas el atraso vial tiene un impacto directo sobre los índices de accidentes, ya que rutas malas toleraran muy poco el posible error que cometa el conductor en el manejo diario, o lo que es lo mismo el error se terminará pagando muy caro. El ripio, los vados, los elementos físicos al borde del camino, la incidencia del clima sobre el estado del camino seguirán siendo los factores de riesgo que como una escenografía inamovible día a día acechara la inexperiencia y la falta de información del conductor,

Se estima que la infraestructura, como factor único solamente es responsable del 2%-3% del total de los siniestros. Sin embargo, si se tiene en cuenta la interacción del factor infraestructura con el humano, este porcentaje puede alcanzar el 25%-30%.

Siendo el transporte una pieza fundamental de la actividad, ya que equipos, personas y materia prima son transportados por estos caminos, muchos de los riesgos de la actividad estarán vinculados a la buena relación y al buen entendimiento que podamos lograr entre los conductores y las rutas, de ahí que identificar los riesgos potenciales, y darlos a conocer a nuestros conductores podrá atenuar el impacto de este peligro potencial. A partir de esta información el conductor podrá disminuir la velocidad, extremar su atención, o conectar la 4x4 entre otras acciones posibles.

Es importante remarcar, que si bien las colisiones frontales únicamente representan el 6% de los accidentes, el 40% de estos accidentes son mortales.

	ACCIDENTES		ACCIDENTES CON VÍCTIMAS		ACCIDENTES MORTALES	
	CANTIDA D	%	CANTIDAD	%	CANTIDA D	%
Fuera de la calzada	687	26	457	29	87	25
Vuelco	598	23	408	26	72	21
Colisión Frontal	151	6	132	8	61	17
Intersección	630	24	313	20	37	11
Animal suelto sobre la calzada	124	5	36	2	2	1
TOTAL DE ACCIDENTES	2618		1588		350	

De esta información se observa que los accidentes por salida de la calzada terminan siendo los que mayor peso tienen según la estadística del SIAT lo cual habla de lo importante de trabajar en que las rutas sean más tolerantes a los errores del conductor.

3.2. - Metodología para la determinación de los niveles de riesgo.

La metodología utilizada para el estudio de riesgos es el método HAZID (Hazard Identificación o identificación de riesgos) mediante el cual, se identifica y evalúan los riesgos y a través de este análisis se proponen medidas preventivas para minimizar tanto las consecuencias a las que un incidente podría dar lugar como las posibilidades de que éste se produzca. Este método es actualmente utilizado en la Industria Petrolera para evaluar riesgos laborales, el beneficio de utilizarlo en el análisis de rutas es que propone un espacio común donde la comprensión del método se facilita para el especialista.

3.3 Principios fundamentales del análisis de riesgos.

1. Que exista un criterio uniforme para la resolución de los distintos riesgos.
2. Que la recomendación que se brinde disminuya el riesgo general de punto analizado y de la ruta actuando sobre la probabilidad de que este ocurra o su consecuencia.
3. Que los riesgos sean medibles de forma que permita cuantificar las mejoras.
4. Que en la recomendación se cubra una necesidad concreta.
5. Que la aplicación vial que se recomienda genere la mejor relación costo – beneficio.

[Tabla N°1 Consecuencia

Descripción	Valor	Seguridad Pérdida de vidas	Medio Ambiente Pérdida de contención	Operativa Daños materiales de equipos
Catastrófico	5	Muertes múltiples	Pérdida grave de contención con escape importante al Medio Ambiente	Pérdida de bienes. Pérdida de la estructura
Severo	4	Posible muerte. Daños graves múltiples	Pérdida de contención con fuga grave al Medio Ambiente	Daños severos a equipos / retraso importante en las operaciones
Significativo	3	Posibles daños personales graves. Múltiples daños menores	Pérdida de contención con fuga significativa al Medio Ambiente	Daños significativos a equipos / retraso de varios días en operaciones
Menor	2	Posibles daños personales leves	Pérdida de contención con fuga leve al Medio Ambiente	Daños leves a equipos / retraso de hasta un día de las operaciones
Mínimo	1	Daños personales improbables	Pérdida de contención sin fuga al Medio Ambiente	Daños menores a equipos / sin retraso en las operaciones

Tabla N°2 Probabilidad

Valor	Descripción	Definición
5	Frecuente	Un incidente común que probablemente <u>ocurra</u> una o más veces por año.
4	Probable	Un incidente que puede ocurrir <u>una</u> o más veces.
3	Posible	Un incidente poco frecuente que <u>puede</u> ocurrir.
2	Poco probable	Un incidente que no es probable que ocurra.
1	Muy poco probable	Un incidente posible pero nunca <u>experimentado</u> . Posibilidad muy remota de que ocurra <u>de</u> que ocurra.

Tabla N°3

MATRIZ DE RIESGOS					
<u>Criterios de Aceptabilidad.</u>					
5 Catastrófica	5	10	15	20	25
4 Severa	4	8	12	16	20
3 Significativa	3	6	9	12	15
2 Menor	2	4	6	8	10
1 Mínima	1	2	3	4	5
Probabilidad	1 Muy poco probable	2 Poco Probable	3 Posible	4 Probable	5 Frecuente

Se clasifican los riesgos como Alto, Medio o Bajo, según la puntuación resultante de la multiplicación de la consecuencia y la probabilidad. Cuanto más alto es la puntuación, más alto es el riesgo.

3.4- Criterios de Evaluación del Riesgo.

15-25	RIESGO ALTO Deben desarrollarse métodos alternativos o medidas de reducción del riesgo.
8-12	RIESGO MEDIO Conveniente aplicar medidas de reducción de riesgos / aplicación de plan de contingencias
1-6	RIESGO BAJO Las vías de circulación pueden proceder sin controles adicionales. Considerar todos los beneficios de coste que se podrán obtener.

4. Determinación del nivel de riesgo.

El proceso de determinación del Nivel de Riesgo lo explicaremos a partir de un ejemplo concreto para facilitar su comprensión.

Imaginemos una curva cerrada sobre el borde de una montaña en una zona con clima inestable como lo son las rutas de Tartagal en Salta. La ruta es de asfalto y su borde limita con una zona de precipicio.

El ejemplo que mostramos podría estar representado por la siguiente curva.



Una familia cayó a un precipicio y una mujer murió

22.12.12 El conductor intentó esquivar una piedra, mordió la banquina y cayó al fondo de un profundo barranco. Una de las ocupantes logró salir de entre los hierros retorcidos y arrastrarse hacia la ruta para pedir auxilio.

4.1 Probabilidad (tabla 2).

¿Cuáles son las posibilidades de que haya un fallo (probabilidad) para que el vehículo se salga de la curva?:

Dependerá de varios factores a saber:

- Que curva cuente con señalización vertical y horizontal.
- Que exista señalización de velocidad máxima y que la misma este alineada con la velocidad crítica de la curva. Se deberá evaluar además el radio de curvatura.
- Que la curva este debidamente advertida mediante chevrones de su presencia y radio de curvatura.
- Que el asfalto no pierda su nivel de adherencia ante situaciones climáticas adversas.

En este análisis el valor de probabilidad podrá alcanzar desde 1 a 5 siendo 1 un valor que corresponderá a una curva adecuadamente advertida al conductor y 5 cuando la curva no cuenta con ningún tipo de señalización. En el caso del ejemplo la curva es de valor 4 ya que es una curva muy cerrada, con asfalto desgastado que pierde su valor de adherencia en condiciones climáticas adversas. Solo cuenta con 1 cartel indicando la presencia de la curva.

4.2 Consecuencias(tabla 1)::

Al analizar las consecuencias, se deben considerar los siguientes factores

Personales: Cual será la consecuencia hacia las personas en el caso que el fallo suceda es decir las consecuencias serán fatales, graves o lesiones menores.

Medio Ambiente: Pueden existir pérdida de contención, cual será el grado de la misma, es decir, mayor, serio o menor. En esta ruta es conveniente estudiar el mix de transito que por ella transita.

Materiales: Pueden existir daños materiales y el grado de los mismos, es decir, pérdida total, mayor o menor.

La curva en cuestión será de valor 5 ya que no cuenta con protección o contención y la misma bordea un precipicio por lo que seguramente si un vehículo sale de la curva se cobrara daños materiales y victimas.

Nivel de Riesgo (tabla 3).

El Nivel de Riesgo es el producto de la consecuencia multiplicada por los valores de probabilidad según se describió anteriormente. El resultado de este producto está comprendido en la escala del 1 al 25.

La clasificación según el valor se muestra en la Tabla 3: Matriz de Riesgos para este riesgo analizado será de una probabilidad de 4 y una consecuencia de 5 por lo que su nivel de riesgo será de 20 puntos.

En los puntos donde el nivel de riesgo sea superior a 15, se deberán tomar acciones con el fin de disminuirlo.

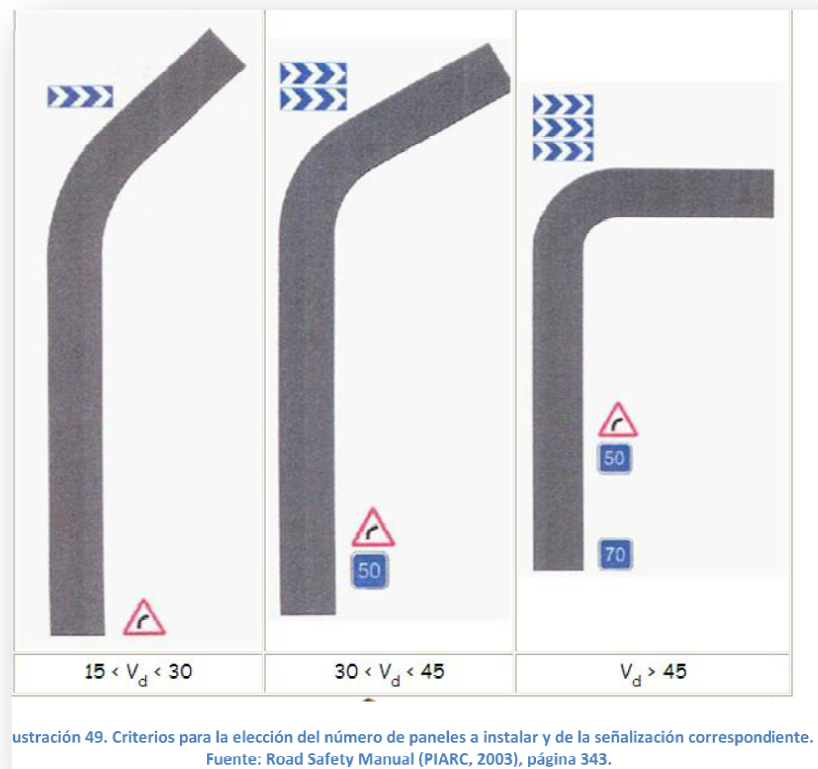
Riesgo Identificado	Prob	Efecto del Riesgo	Cons.	Nivel de Riesgo	Recomendación
curva cerrada sobre el borde de montaña sin demarcación ni protección lateral	4	Potencial salida de ruta y caída a precipicio. (daño material y humano).	5	20	Mejorar la señalización vertical y horizontal de la curva. Colocar barreras de contención sobre el borde de la curva

5. Medidas que se podrían aplicar para mitigar el valor de riesgo.

Para poder mejorar el nivel de riesgo de esta curva podremos trabajar sobre la probabilidad o la consecuencia, o ambas a la vez ya que como vimos tendrán una relación directa sobre el nivel de riesgo de la curva.

5.1 Mediadas para mitigar la probabilidad.

Mejorar la señalización vertical y horizontal de la curva.
Mejorar el radio de curvatura.





Los paneles direccionales son elementos de balizamiento retrorreflectantes que se utilizan para reforzar la presencia de curvas. Son instalados con carácter permanente fuera de la calzada con el fin de reforzar la capacidad de guía óptica que proporcionan el resto de elementos de señalización tradicional.

En su cara vista son planos y generalmente de chapa de acero galvanizada. El fondo de color azul oscuro no es retrorreflectante, pero las franjas blancas sí.

Respecto a sus dimensiones se tiene:

- Con carácter general: 1,60 x 0,40 m
- En el caso de medianas estrictas de 1 m y carreteras convencionales sin arcenes: 0,80 x 0,40 m.
- Separación entre paneles superpuestos 10 cm.

Capatafaros



Los capatafaros retrorreflectantes son dispositivos de guía óptica utilizados generalmente como complemento de las marcas viales. Son capaces de reflejar la mayor parte de la luz incidente por medio de retrorreflectores a fin de guiar, alertar o informar al usuario de la carretera.

Se clasifican en función de su utilización y en función de la naturaleza del retrorreflector.

En función de su utilización tenemos:

- Los de empleo permanente (color blanco de la parte no retrorreflectante).
- Los de empleo temporal (color amarillo de la parte no retrorreflectante).

En función de la naturaleza del retrorreflector:

- Los de Código 1 (retrorreflector de vidrio).
- Los de Código 2 (retrorreflector orgánico de naturaleza polimérica).
- Los de Código 3 (retrorreflector orgánico de naturaleza polimérica, protegido con una superficie resistente a la abrasión).

5.1.1 El rol de las señales

Es importante entender que la señalización es esencial para la seguridad y comodidad de conducción de los usuarios del camino si se la utiliza adecuadamente y de acuerdo con los principios técnicos establecidos internacionalmente.

La señalización debe advertir sobre los posibles peligros que el conductor va a enfrentar en la ruta, esto es vital para adecuar la maniobra o disminuir la velocidad y de esta forma bajar la posibilidad de que un accidente ocurra.

Es de entender a partir de este estudio que siempre que sea posible, el conductor debe ser guiado por el señalamiento de una manera natural, tratando que adopte espontáneamente conductas adecuadas y evite la ejecución de maniobras peligrosas.

El exceso de señalización vertical puede producir mayores perjuicios que los que se pretenden remediar ya que en muchas situaciones confunden al conductor y le restan atención a la particularidad de la ruta y el entorno.

Por esta razón la claridad y simplicidad del mensaje exigen que el mismo sea rápidamente comprendido por el conductor evitando sobrecargar su atención, reiterando mensajes evidentes y procurando que la señal no haga necesario disminuir la velocidad de los vehículos para su lectura, ni lo distraiga de la observación de las condiciones prevalecientes del tránsito.

Por ello, es necesario que se emplee el número adecuado de elementos de señalización, de manera tal que la señal sea percibida y entendida por cualquier conductor, especialmente por el no familiarizado con la ruta, que circule a la velocidad promedio del tránsito, con la debida antelación a los efectos de poder decidir con comodidad la maniobra necesaria y llevarla a cabo con el máximo de seguridad.



Señal informativa con exceso de texto.

Además se debe buscar uniformidad de acciones, de manera tal que, ante situaciones similares, el conductor se encuentre con idéntica solución o recomendación.

5.1.2 **Criterio para la elección de señales.**

1. Verificar que la señalización que se aplique atraiga la atención del usuario
2. Cotejar que la información que se vuelque a la ruta tenga un mensaje claro y simple
3. Chequear que las aplicaciones viales que se utilicen impongan respeto.
4. Que estén definidas en su texto y diseño dentro de las señales reglamentarias.
5. Que en su ubicación dar un tiempo suficiente para una respuesta adecuada
6. Que la información que se vuelque a la ruta sea uniforme y coherente con las necesidades de circulación.
7. Que todo el señalamiento sea necesario y efectivo.
8. Que todas las señales sean visibles desde cualquier punto de la calzada para los usuarios de la vía en cualquier condición de luz o climática.

5.2 Medidas para mitigar las consecuencias.

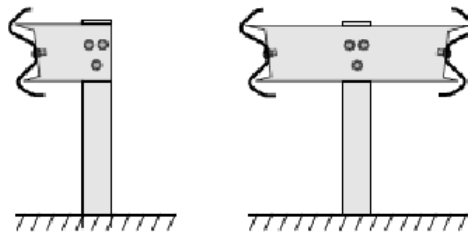
Mejorar el nivel de contención de la curva. (Colocar barrera de protección adecuada)
Eliminar los objetos fijos al borde del camino.

BARRERA METÁLICA

Las barreras de seguridad metálicas como sistemas de contención de vehículos son elementos de las carreteras cuya función es sustituir un accidente de circulación por otro de consecuencias más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca, ni están exentas de algún tipo de riesgo para los ocupantes del vehículo.

Las barreras de seguridad metálicas son elementos que, situados a lo largo de los márgenes exteriores y las medianas de las carreteras, proporcionan un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control y disminuyen la severidad del accidente mediante la absorción de una parte de la energía cinética del vehículo y la reconducción de su trayectoria.

El comportamiento de una barrera de seguridad metálica frente al impacto de un vehículo depende fundamentalmente de las características geométricas y mecánicas de los elementos individuales constitutivos del sistema y de su conjunto, así como del tipo de cimentación empleado. Las variables anteriores dan lugar a diferentes sistemas de barreras de seguridad metálicas, que se distinguen por los efectos y consecuencias que el impacto de un vehículo tiene sobre el propio sistema, sobre el vehículo y sobre sus ocupantes.



BARRERA DE CABLES

Se compone de cables de acero montados sobre postes débiles. Su propósito principal es evitar que el vehículo salga de la calzada y colisione contra un objeto fijo o se produzca un accidente menos indulgente que el que resultaría del choque contra la barrera.

Debido a que estas barreras son relativamente baratas de instalar y muy eficaces en la captura de vehículos, su uso es cada vez más frecuente en todo el mundo. Por el momento, el uso más popular del sistema de barreras cable se produce en las medianas de las carreteras divididas. Un ejemplo internacionalmente conocido es la utilización de barreras de cable en las carreteras 2+1 suecas.

Algunas de las ventajas de este sistema son: menor ocupación física que otros sistemas y la no acumulación de material como la nieve.

|

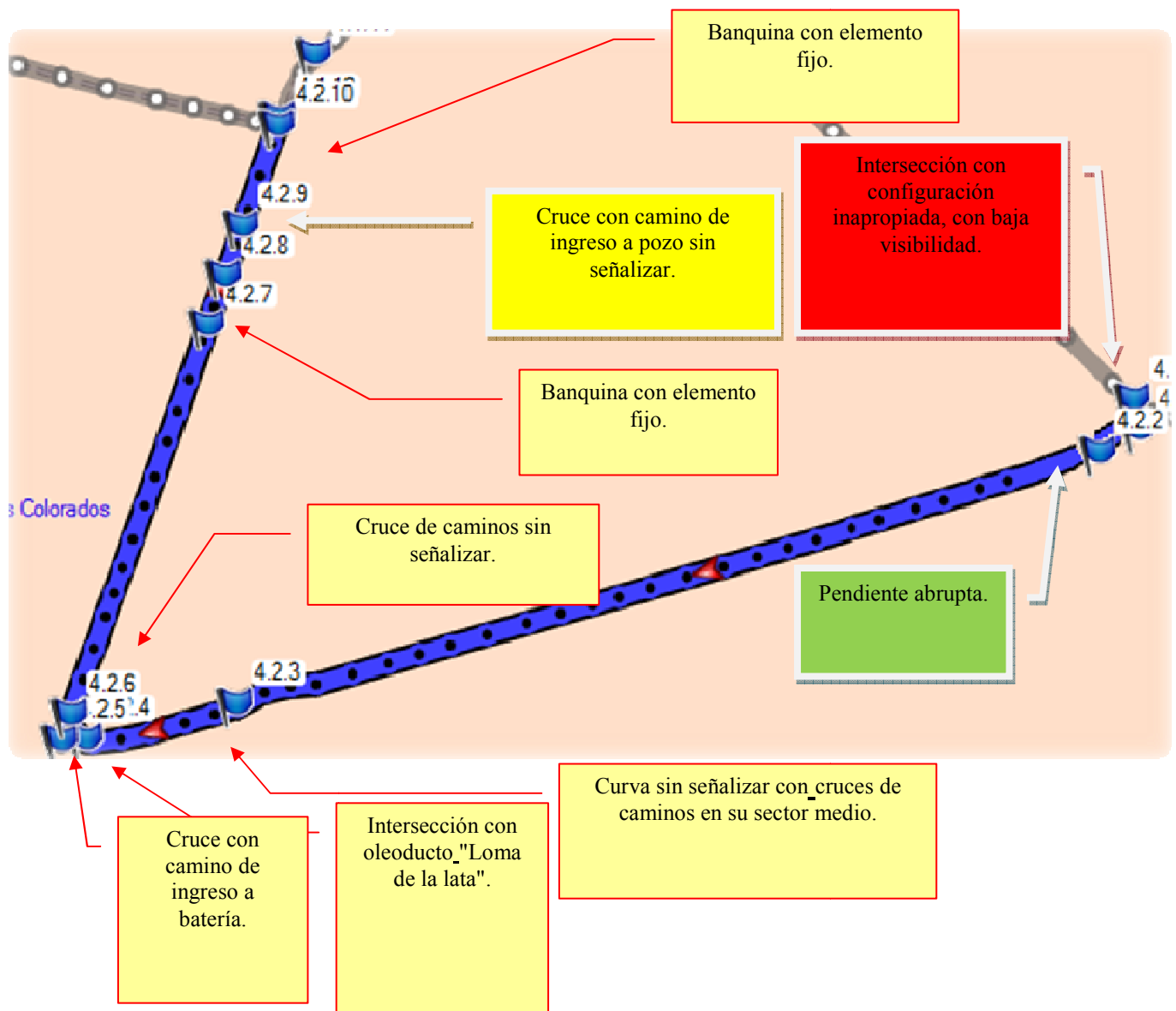


Ilustración 22. Barrera de cables. Fuente: Brifen USA, Inc.

6. Mapas de riesgo.

Un mapa de riesgo refleja de manera referencial la ubicación de cada punto de riesgo en un determinado tramo de camino. Además a este mapa se le puede dar un cierto criterio para la lectura, como lo es la forma de discriminar cada punto de riesgo con un color determinado, según su nivel indicado. Los colores adoptados para esto son el rojo para los riesgos altos o de mayor gravedad, el amarillo para aquellos riesgos que sean de una gravedad media y finalmente el verde para los riesgos menos significantes o de menor peligrosidad.

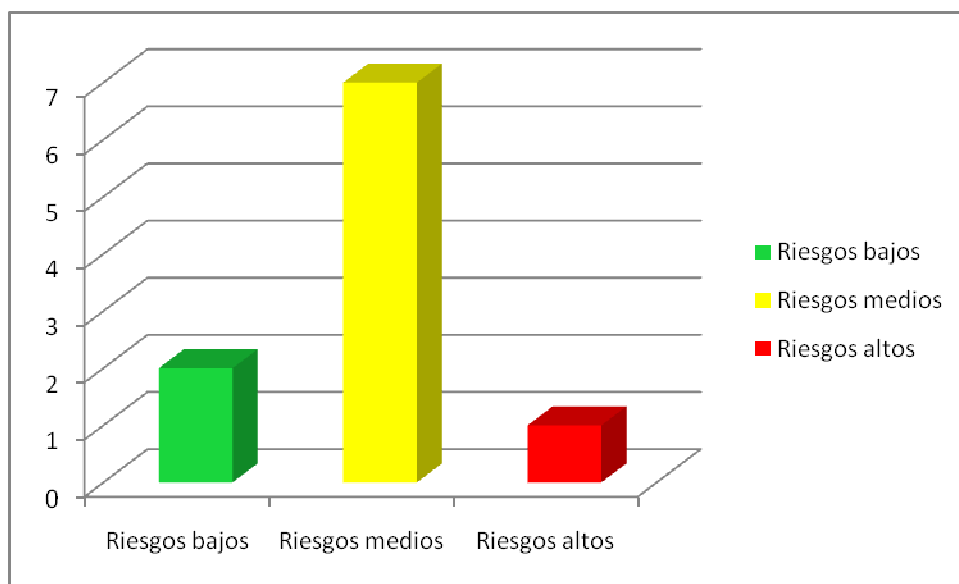
Ejemplo:



Datos estadísticos “Tramo secundario N°1”

N°	Riesgo identificado	Nivel de riesgo
4.2.1	Intersección con configuración inapropiada, con baja visibilidad.	15
4.2.2	Pendiente abrupta.	6
4.2.3	Curva sin señalizar con cruces de caminos en su sector medio.	12
4.2.4	Intersección con oleoducto "Loma de la lata".	9
4.2.5	Cruce con camino de ingreso a batería.	6
4.2.6	Cruce de caminos sin señalizar.	9
4.2.7	Banquina con elemento fijo.	8
4.2.8	Cruce con camino de ingreso a pozo sin señalizar.	9
4.2.9	Banquina con elemento fijo.	8
4.2.10	Cruce con camino troncal sin señalizar.	9

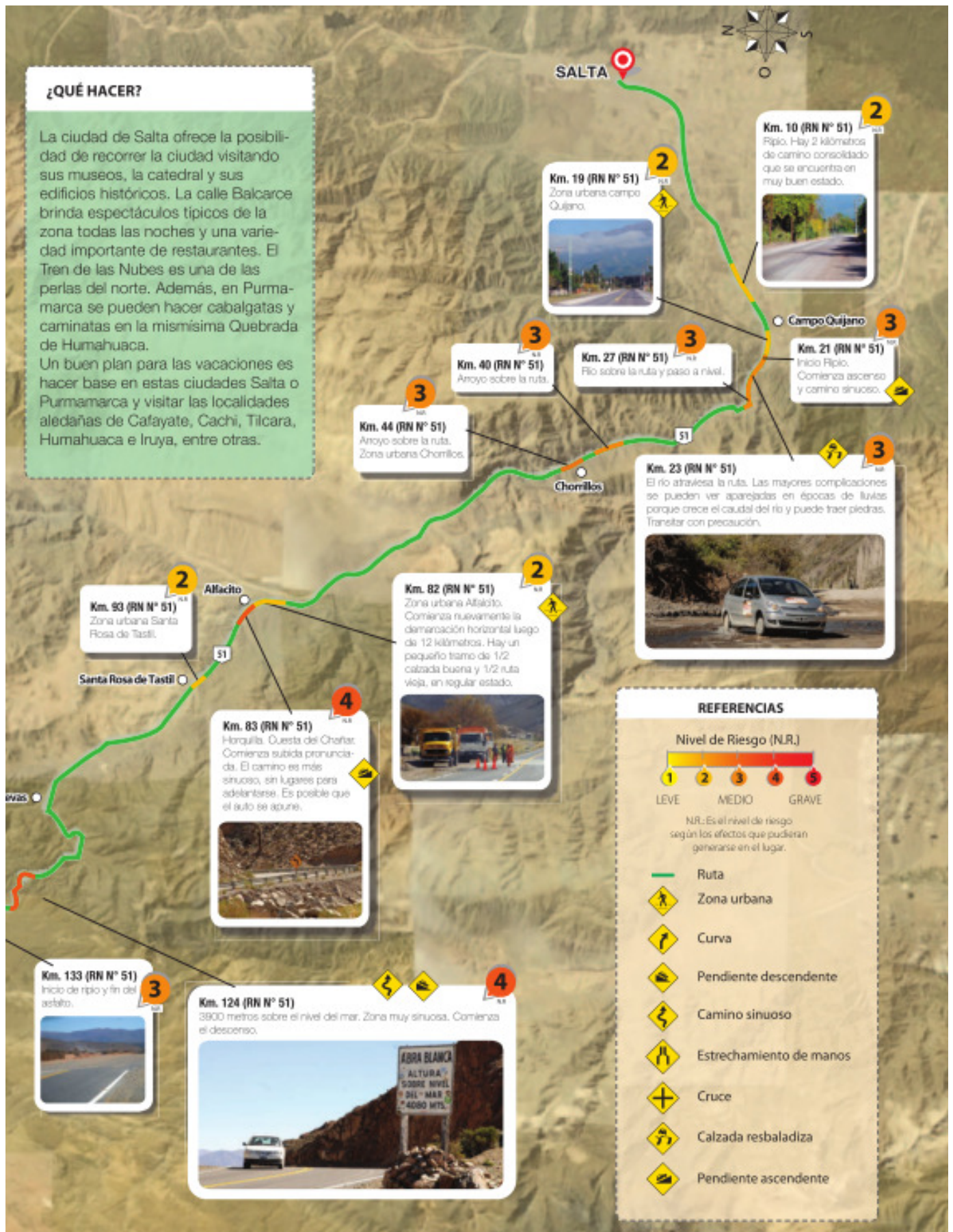
-Se puede generar una comparativa para evaluar la cantidad de riesgos altos, medios y bajos con los que cuenta el tramo analizado (ejemplo):



Cantidad de puntos de riesgos identificados: 10

Cantidad de puntos de riesgos por kilómetro: 1,11 PR/KM

-Mapa de Riesgo de la revista CESVI: “Otras formas de mostrar el mapa de riesgo” con una lectura más enfocada hacia el conductor.



-A continuación se mostraran algunos ejemplos mas sobre el análisis de cada punto de riesgo:

Intersección con configuración inapropiada, con baja visibilidad.

Progresiva: 0,126 km
 Coordenadas: S 38 44.959 W 68 14.966

Altura: 370 m



Riesgo	Probabilidades	Consecuencias	Nivel de riesgo
Intersección inapropiada.	Colisión lateral o frontal 5	Perdidas materiales y humanas 3	Riesgo Alto: Deben desarrollarse métodos alternativos o medidas de reducción de riesgos. 15

Recomendaciones:

- 1) Cambio de la configuración de la intersección por rotonda.
- 2) Señalización vertical del riesgo identificado.
- 3) Mantenimiento de la vegetación lindante a la intersección.

Cruce con camino de ingreso a pozo sin señalizar.

Progresiva: 8,40 km
Coordenadas: S 38 44.539 W 68 18.139

Altura: 388 m



Riesgo	Probabilidades	Consecuencias	Nivel de riesgo
Cruce con camino secundario sin señalización vertical	Colisión lateral 3	Perdidas materiales y humanas 3	Riesgo Medio: Conveniente aplicar medidas de reducción de riesgos / aplicación de plan de contingencias 9

Recomendaciones:

- 1) Colocación de señalización vertical indicando el riesgo.

Pendiente abrupta.

Progresiva:	0,358 km
Coordenadas:	S 38 45.022 W 68 15.106

Altura:	368 m
---------	-------



Riesgo	Probabilidades	Consecuencias	Nivel de riesgo
Pendiente pronunciada	Colisión frontal Derrape lateral Vuelco 2	Perdidas materiales y humanas 3	Riesgo Bajo: Las vías de circulación pueden proceder sin controles adicionales. Considerar todos los beneficios de coste que se podrán obtener. 6

Recomendaciones:

- 1) Señalización vertical del riesgo identificado.

Ejemplo de modificación del riesgo en base a la adecuación del camino.

Ubicación: 9.92 km.



Riesgo Identificado	Prob.	Efecto del Riesgo	Cons.	Nivel de Riesgo
Camino angosto con baja visibilidad. Ancho de camino 4,55 m. Tierra suelta.	4	Impacto frontal	4	Posible muerte. Daños graves múltiples 16

Medidas Propuestas para disminuir las probabilidades del riesgo:

- Ensanchar Camino. ✓
- Regar los caminos. ✓

Riesgo actual:

Riesgo Identificado	Prob.	Efecto del Riesgo	Cons.	Nivel de Riesgo
Camino angosto con baja visibilidad. Ancho de camino 4,55 m. Tierra suelta.	3	Impacto frontal	3	Posible muerte. Daños graves múltiples 9

Observación: X = Aún pendientes; ✓ = Realizadas

Ubicación: 68.1 km.



Riesgo Identificado	Prob.	Efecto del Riesgo	Cons.	Nivel de Riesgo
Curva y contra curva cerradas, con camino de cornisa y pendiente descendente de 8.8°.	4	Derrape, colisión, pérdida de control y caída por la ladera.	4	Posible muerte. Daños graves múltiples 16

Medidas propuestas para disminuir el riesgo:

- Señalizar la curva con material retroreflexivo sobre el Flex-beam. **X**
- Colocar reductores de velocidad previo a las curvas. **X**
- Realizar tareas de mantenimiento sobre la ladera próxima de la montaña, con el fin de evitar el desplazamiento de rocas hacia la vía. **X**
- Colocación de señalizaciones verticales indicando el riesgo. **√**
- Limitar la velocidad a 20 Km., colocando señalización vertical. **X**

Medidas propuestas para disminuir las consecuencias:

- Colocar Flex-beam. **X**

Riesgo actual:

Riesgo Identificado	Prob.	Efecto del Riesgo	Cons.	Nivel de Riesgo
Curva y contra curva cerradas, con camino de cornisa y pendiente descendente de 8.8°.	3	Derrape, colisión, pérdida de control y caída por la ladera.	4	Posible muerte. Daños graves múltiples 12

Observación: X = Aún pendientes; √ = Realizadas

7. Estimación del Nivel de Riesgo de una Ruta.

Valoración por tramos.

La estimación del nivel de riesgo de una ruta sirve para definir riesgos generales de un tramo de ruta determinado, desde CESVI el criterio es que el mismo sostenga la misma característica general en todo el tramo a analizar. Poder valorar el nivel de riesgo de una ruta nos permitirá que esta sea comparable en base a su nivel de riesgo. Este resultado definirá por ejemplo cual es la ruta más conveniente entre rutas paralelas, o cual de las rutas de un yacimiento es la que necesita una adecuación de su nivel de seguridad.

Los criterios generales para definir el nivel de riesgo de un tramo de ruta determinado son:

1. Volumen de tránsito
2. Radio de curvatura de curvas
3. Ancho de calzada
4. Configuración geométrica de las intersecciones
5. Calzada deteriorada.
6. Elementos de señalización
7. Señalización horizontal
8. Señalización vertical
9. Zonas de préstamo a desnivel
10. Presencia de precipicios
11. horarios de tránsito nocturno / diurno
12. Presencia de zonas urbanas.
13. Animales sueltos por Km.
14. Elementos fijos al borde de la calzada
15. Presencia de hielo
16. Cantidad de Pendientes mayores a 4°
17. Presencia de cruces a nivel
18. Nivel de velocidad

6.1 - Volumen de tránsito.

Se denomina volumen de tránsito al número de vehículos que pasa por un tramo dado durante un período de tiempo. Zonas de alto tránsito presentarán una mayor conflictividad y posibilidad de accidentes.

Probabilidad: Volúmenes de tránsito del orden de los 100 vehículos / hora se considerará como riesgos bajos (menores de 3) y mayor a 100 vehículos / hora riesgos altos (mayores de 3).

Consecuencia: un accidente se verá magnificada por el mayor número de vehículos sobre la ruta en estudio (esta variable no sigue un comportamiento lineal sino que en el punto de congestión es posible que la consecuencia disminuya notablemente por la poca velocidad que pueden desarrollar los vehículos. De todas formas y por ser una componente circunstancial no va a ser tenido en consideración a la hora de evaluar las consecuencias)

6.2 – Diversidad de Transito.

Transito de distintos tipos como bicicletas, motos, automóviles, buses, vehículos de tracción a sangre y camiones cuando no cuenta la vía con separación física entre uno y otros son generadores de accidentes ya que se producen maniobras impredecibles entre los distintos conductores que pueden hacer que un vehículo mayor por ejemplo un camión impacte contra una moto o ciclista. La tendencia en los países más desarrollados en materia de seguridad vial es tratar de no mezclar los tipos de vehículos y generar vías exclusivas como bicisendas, vías de tránsito pesado, vías para los buses, vías para peatones etc.

Probabilidad: Será mayor cuando no exista transito diferenciado.

Consecuencia: Será mayor en medida que circulen en la misma ruta, diversos tipos de vehículos ya que los accidentes serán más graves.

6.3 - Ancho de calzada

Probabilidad: La posibilidad de generar maniobras evasivas como así también canalizar adecuadamente un volumen de transito determinado dependerá entre otros factores del ancho de calzada. Por otro lado sobre calzadas angostas puede dificultarse la asistencia de los servicios de emergencia. Anchos de calzada inferiores a los 7m entre cordones se considerara como riesgos altos.

Consecuencia: el ancho de calzada tendrá una incidencia directamente proporcional a la ocurrencia de accidentes e influirá también la cercanía con el entorno.

6.4 - Configuración geométrica de las intersecciones. (Problemas de visibilidad).

Probabilidad: Generalmente las intersecciones son analizadas como riesgos particulares, aunque una ruta con muchas intersecciones tendera a ser más peligrosa. En las intersecciones o enlaces donde confluyen varios sentido de circulación, nos encontramos con el problema de vehículos circulando en varias direcciones, lo que ocasiona una situación de riesgo importante ya que son más los factores a tener en cuenta por el conductor respecto a una intersección con un solo sentido de circulación. Intersecciones con más de un carril por mano se considerara como riesgos altos.

A lo anterior, se le debe sumar una mayor posibilidad de accidentes si la ruta i el tramo que se está analizando carece de señalizaciones necesario para la ordenación de movimientos prioritarios, no prioritarios y no permitidos.

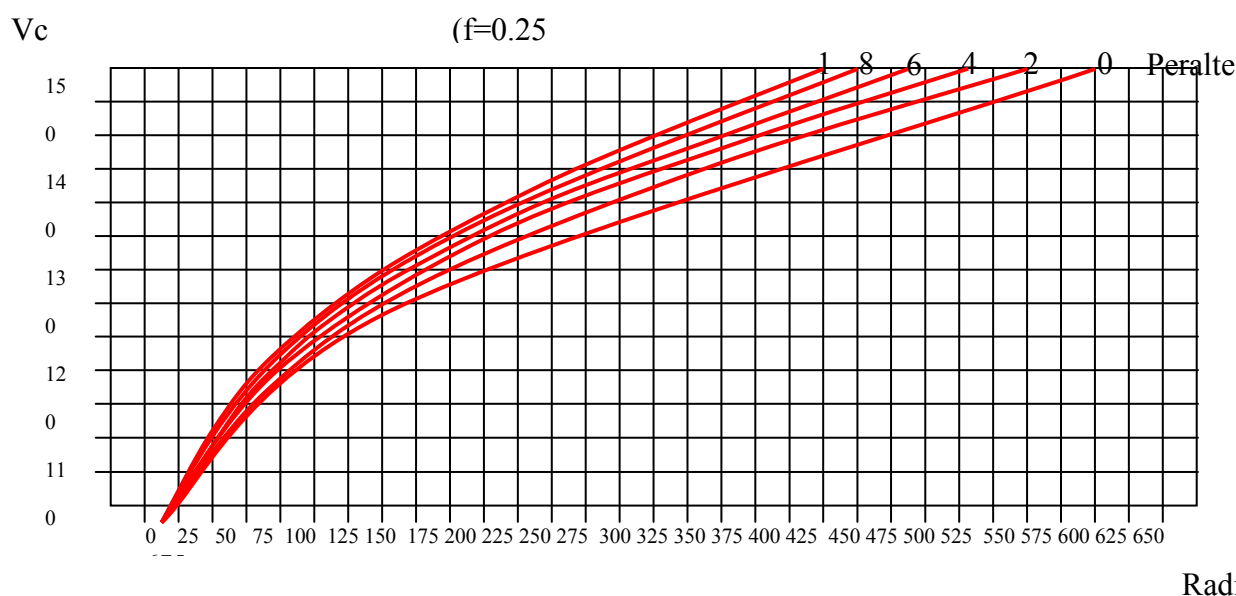
Además, la peligrosidad de la ruta producto de las intersecciones, se agravan cuando éstas se sitúan en tramos cercanos a una curva o en zonas de baja visibilidad ocasionadas por elementos fijos.

Consecuencia: Las consecuencias del accidente serán mayores cuando sobre la intersección confluyan mas vehículos por lo cual está relacionada con el volumen de transito y la cantidad de carriles. Intersecciones con más de un carril por mano se considerara como riesgos altos.

6.5 - Radios de curvatura.

La seguridad de la circulación en curvas requiere no sobrepasar cierta velocidad. Si, para ello, el conductor precisase reducir demasiado la velocidad de aproximación, deberá valorar la situación con suficiente antelación para no tener que frenar bruscamente y perder el control de su vehículo.

Se considerara como **Velocidad crítica en curvas a la** máxima velocidad que genere una fuerza centrífuga que no sobrepase la capacidad adherente de los neumáticos a la cinta asfáltica. Considerando que al sobrepasar este limite el vehículo produciría un derrape.



Probabilidad: Curvas no señalizadas o con señalización no acorde a los valores de velocidad crítica definidas por su radio tendrán una mayor probabilidad de generar accidentes.

Consecuencias: Mayores discrepancias respecto a la velocidad podrían hacer que los vehículos se salgan del radio de curvatura a una mayor velocidad por lo que tendrá incidencia también en este aspecto.

6.6 - Calzada deteriorada.

La calzada deteriorada obliga a continuas frenadas y adecuaciones de la velocidad por parte de los vehículos lo cual aumenta la posibilidad de colisiones por alcance.

Probabilidad: Calzadas bacheadas se considerara como riesgos altos.

Consecuencia: Si los baches son profundos y se encuentran de forma aleatoria sobre la ruta podría incrementar la consecuencia ya que generara frenadas bruscas y alta posibilidad de choques por alcance de magnitud. Por otro lado a alta velocidad puede generar el deterioro de los neumáticos, llantas y sistema de suspensión.

6.7 - Elementos de señalización de riesgos.

Los accidentes pueden concentrarse en lugares con malas o inexistentes señalizaciones de los riesgos ya sea

Probabilidad: Se considerará riesgos altos cuando es inexistente en un tramo determinado la señalización de un riesgo.

Consecuencia: Se debe analizar la falta de señalización con la configuración que presente la ruta sobre ambos bordes del camino.

6.8 Zonas de préstamo a desnivel

Las zonas de préstamo a desnivel no solamente magnificarán las consecuencias de una salida de calzada sino que además le sacarán chances de poder realizar una acción correctiva ya que el error del conductor se terminará pagando caro.

Probabilidad: aumentará en la medida que la zona de préstamo a desnivel invada la zona de banquina o se encuentre más próxima al borde de la ruta.

Consecuencia: Dependerá de la profundidad y de lo abrupto de la caída.

6.9 Presencia de precipicios

La presencia de precipicios funcionará de la misma manera que los desniveles solo que las salidas de vía tendrán consecuencias humanas.

Probabilidad: aumentará en la medida que el precipicio no cuente con protección adecuada.

Consecuencia: Siempre será de la máxima magnitud en la medida que no estén protegidos al impacto.

6.10 Horarios de tránsito nocturno / diurno.

Durante la noche se cuadruplica el riesgo de sufrir accidentes graves ya que las rutas por lo general no sostienen su nivel de seguridad cuando cambian las condiciones de visibilidad.

Probabilidad: Aumentara en la medida que no tenga elementos que la hagan visible durante la noche.

Consecuencia: Aumentara en la medida que sostenga un tránsito intenso durante la noche.

6.11 Presencia de zonas urbanas.

La presencia de zonas urbanas al borde de la ruta incrementaran el riesgo ya que el tránsito local de peatones, ciclistas y motociclistas con otro ritmo, se encontrara con el tránsito de la ruta de otro volumen y velocidad.

Probabilidad: En la medida que no esté debidamente anunciada y que no existan restricciones a la velocidad aumentaran el riesgo.

Consecuencia: Aumentara en relación al tránsito que aporte a la ruta. Se deberá analizar si la ruta es una vía principal de la localidad o una vía secundaria.

6.12 Presencia de hielo

El hielo en la ruta disminuirá abruptamente las condiciones de adherencia en cualquier tipo de camino por lo que su presencia es de alto riesgo.

Probabilidad; Sera mayor en la medida que no esté advertida por parte del conductor ya sea por la señalización o la información previa.

Consecuencia: Aumentara en la medida que la ruta no esté a nivel con la zona de préstamo.

6.13 Pendientes mayores a 4°

Las pendientes mayores a 4° generaran dificultades en los ascensos y disminuciones abruptas de la velocidad de los vehículos pesados, por otro lado las pendientes descendentes pueden generar recalentamiento en el sistema de frenos.

Probabilidad: disminuye en la medida que sean advertidas mediante señalización vertical u horizontal.

Consecuencia: Aumentara en la medida que las mismas sean prolongadas o que se convine con curvas cerradas. Disminuirá si se las combina con rampas de escape.

6.14 Presencia de cruces a nivel

Los cruces a nivel aumentan el riesgo de la ruta ya que generan riesgos potenciales que habitualmente terminan siendo puntos negros por acumulación de accidentes. De encontrarse dos vehículos en una intersección sus consecuencias serán graves ya que participa la zona lateral del vehículo muy poco preparada para absorber impactos.

Probabilidad: Aumentara en la medida que no este preanunciado y que no estén definidas las prioridades de paso.

Consecuencias: Dependera de la diversidad de vehículos que circule por la intersección.

6.15 - Ordenamiento del tránsito.

El derecho de paso en una intersección básicamente se rigen por el código de circulación o ley de transito (prioridad de paso del de la derecha) en la medida que los conflictos aumentan se recurre a la señal de PARE que es un dispositivo de control que regula el derecho de paso en forma continua (siempre se debe detenerse antes del cruce).

Si el flujo de transito sigue aumentando y el nivel de conflictos se pasa al semáforo.

Probabilidad: Se considerará riesgos altos cuando es inexistente en una intersección por su volumen de transito y conflictos una señal que regule la prioridad del mismo.

Consecuencia: Se debe analizar este valor juntamente con la diversidad de transito y el volumen de transito ya que de esto dependerá la consecuencia.

6.16 - Efectos Climáticos.

El incrementos de precipitaciones en épocas húmedas, la posibilidad de nevadas o hielo en determinados tramos de la ruta debe ser tenido en cuenta por los conductores, al estar expuesto a baja adherencia o perdida de visibilidad.

Probabilidades: Serán causantes directos de accidentes en la medida que la condición climática sorprenda al conductor.

Consecuencias: Depende del entorno en el que se genere el siniestro ya que uno de las consecuencias directas de la perdida de adherencia es el despiste del vehículo.

6.17 –Caminos de ripio.

Se ha podido observar, a causa de de vientos, la formación de cortinas de tierra al tránsito de vehículos que disminuye la visibilidad a valores cercanos a “cero”, por otro lado la incidencia de la lluvia o el hielo afectaran rápidamente las condiciones de adherencia.

En este tipo de caminos también es frecuente la presencia de elementos fijos cerca de la calzada, como árboles, piedras, taludes entre otros lo que representa un gran riesgo,

debido a que ante la pérdida de control o una maniobra de esquite hacia la banquina puede ocasionar una colisión.

Probabilidades: los ripios sueltos o con alto contenido de polvo serán considerados como riesgos altos..

Consecuencias: Los elementos fijos al borde del camino aumentan considerablemente las consecuencias.

6.18 Animales sueltos.

Los animales sueltos generan un riesgo potencial a tener en cuenta ya que en muchos casos, especialmente de noche no son percibidos por los conductores. El tamaño de los mismos incidirá en la consecuencia directa del accidente, aunque hay que considerar las posibles maniobras del conductor en el momento del esquite del mismo.

Probabilidad: Rutas con presencia de animales sueltos en por lo menos 2 puntos en un recorrido de 100Km será considerada como riesgos altos.

Consecuencia: Animales grandes serán considerados como consecuencias altas.

7 Calculo del porcentaje de riesgo del tramo.

Surgirá de la ponderación de todos sus riesgos respecto del máximo valor de riesgo que podría tener ese tramo. Los tramos que no es posible evaluar el nivel de riesgo porque no aplican en la ruta que se esta analizando, caso por ejemplo “rutas de ripio,” en el caso de rutas asfaltadas no deberá tenerse en cuenta en los riesgos por tramo y en el máximo nivel de riesgo.

$$\% \text{ de riesgo del tramo} = \frac{\sum \text{Puntos de valores de riesgo del tramo}}{\sum \text{maximo valor de riesgo que podria alcanzar el tramo.}}$$

8. Conclusión

- El nivel de seguridad de las rutas del país esta muy alejado de la situación ideal ya Mas del 40% de las rutas son de tierra o ripio y un porcentaje aún mayor no cumple con los niveles básicos de seguridad para el tipo y diversidad de vehículos que circulan por ellas.
- Una forma de mejorar los índices de accidentes vehiculares de la actividad es trabajar sobre el nivel de actitud e información del conductor.
- Conocer los riesgos de una determinada ruta es un valor importante ya que el conductor en base a este conocimiento podrá adoptar maniobras defensivas que lo alejaran de la posibilidad de un accidente.
- Aplicar un método sistemático de relevamiento de rutas no solamente permitirá detectar los puntos de riesgo sino que además permitirá categorizar las distintas rutas o caminos en base a su nivel de riesgo o orientar las inversiones hacia las rutas y caminos que presentan una mayor dificultad a nivel vial.
- Sostener estas auditorías con una frecuencia anual permitirá mantener actualizado el mapa de riesgo y por otro lado evaluar las mejoras que se han aplicado para disminuir los riesgos en base a un estudio de riesgo residual.

Ing. Gustavo Brambati
Adscripto a la Gerencia General
CESVI ARGENTINA
www.cesvi.com.ar
gustavo.brambati@cesvi.com.ar

Fuentes de información:

Estadística accidentologica del CESVI.

<http://www.cesvi.com.ar/SeguridadVial/Estadisticas/SeguridadEstadisticas.aspx>

Mapas de riesgo del CESVI.

<http://www.cesvi.com.ar/Home/mapeo/mapeo.aspx>

Asociacion Argentina de la Carretera.

<http://www.aacarreteras.org.ar/>

Dirección Nacional de Vialidad

www.vialidad.gov.ar

Órgano de control de concesiones viales.

www.occovi.gov.ar/

Asociación Española de la Carretera: Inicio - AEC

www.aecarretera.com/