

XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Rosario, 24 al 28 de Octubre de 2016

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR EL NIVEL DE RIESGO EN INTERSECCIONES A NIVEL EXISTENTES APLICANDO INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

MARÍA ALEJANDRA FERREYRA

Entre Ríos 1525. 12º A
Te. 0341 4407329
aleferre@hotmail.com

**Institución:
Escuela de Ingeniería de Civil.
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.
Universidad Nacional de Rosario.**

RESUMEN

Debido al constante aumento del parque automotor, las elevadas velocidades que desarrollan los vehículos modernos, las limitaciones de habilidad y de conciencia vial de muchos conductores, sumado a una red vial deficiente y en regular estado, nuestro país posee una elevada siniestralidad vial.

Las intersecciones a nivel entre caminos en zona rural, o entre calles y avenidas en zona urbana, representan lugares críticos de la red vial ya que existen numerosos puntos de conflictos entre las trayectorias de los vehículos, peatones y ciclistas. Por lo general, los nodos son sitios que presentan concentración de incidentes viales.

Ante la falta de adecuada información estadística de accidentes ni datos suficientes de tránsitos en los distintos ámbitos jurisdiccionales de la red vial argentina, la metodología planteada pretende ser una herramienta sencilla para que apliquen los profesionales viales de las distintas reparticiones, y facilitar la tarea a los responsables del gerenciamiento de los caminos, permitiendo conocer el estado de las intersecciones y definir las actuaciones más convenientes a realizar en ellas.

Se planteó como objetivo elaborar una metodología sencilla y económica, de carácter preventivo, basada en "inspecciones in situ", con el fin de evaluar el nivel de riesgo presente en intersecciones a nivel existentes, y determinar si se requiere algún tipo de mejora para incrementar la seguridad vial en las intersecciones analizadas.

Luego de realizado el trabajo de campo en varios nodos, se aplicó la metodología propuesta y se propusieron mejoras para los principales problemas detectados.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos.....	5
3.	GERENCIAMIENTO DEL RIESGO EN REDES VIALES	5
3.1	Análisis del riesgo vial	5
3.2	Gestión del riesgo vial	6
3.3	Políticas de seguridad vial	8
4.	MÉTODOS PARA EVALUAR LA SEGURIDAD VIAL	10
4.1	Introducción	10
4.2	Aplicación de métodos.....	10
5.	PROPUESTA METODOLÓGICA	15
5.1	Planteo general	15
5.2	Elaboración de listados para ISV	18
5.3	Estimación del nivel de riesgo.....	31
5.4	Implementación de mejoras de seguridad vial	42
6.	TRABAJO DE CAMPO	44
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
8.	BIBLIOGRAFÍA	53

1. INTRODUCCIÓN

Debido al constante aumento del parque automotor, las elevadas velocidades que desarrollan los vehículos modernos, las limitaciones de habilidad y de conciencia vial de muchos conductores sumado a una red vial deficiente y en regular estado, nuestro país posee una elevada siniestralidad vial.

Las intersecciones a nivel entre caminos en zona rural, o entre calles y avenidas en zona urbana, representan lugares críticos con respecto a la circulación y a la seguridad vial ya que existen numerosos puntos de conflictos entre las trayectorias de los vehículos, peatones y ciclistas.

Del análisis estadístico de accidentes tanto a nivel nacional como internacional, se observa que en las intersecciones se produce mayor cantidad de accidentes que en el resto de la red vial.

En la definición de un Plan de Seguridad Vial es usual incluir dentro de sus objetivos, el estudio de las intersecciones, ya sea en etapa de proyecto para generar nuevos nodos en la red, o para la rehabilitación y/o mejora de intersecciones existentes.

Las maniobras de divergencia, convergencia y cruce generan una circulación conflictiva y peligrosa en la zona de la intersección. Se generan diversos tipos de fricciones entre las corrientes de tránsito pasante y las que giran hacia las distintas ramas de salida, tanto a izquierda como a derecha.

Las normas de diseño deben acompañar los cambios que se van observando tanto en las características de los vehículos como en el comportamiento de los distintos usuarios que utilizan la infraestructura vial.

Las soluciones geométricas varían desde las más sencillas a las más complejas, como las intersecciones canalizadas y las rotatorias. Cada una de estas soluciones presenta fortalezas y debilidades específicas. El proyectista debe evaluar, en cada situación particular, cuál es la solución que brinda mayor seguridad a los usuarios, genera mayor fluidez en la circulación según los volúmenes presentes y futuros, produce el menor impacto ambiental y reduce los costos de construcción, operación y mantenimiento.

A través del tiempo se han desarrollado distintas metodologías para lograr mejoras en la seguridad vial, aplicadas desde la etapa inicial de planificación y anteproyecto hasta las etapas finales de construcción y mantenimiento. Dichas metodologías varían desde procesos simples y de bajo o nulo costo como la "auto-revisión de proyectos" hasta procedimientos más complejos como las herramientas informáticas (IHSDM, VISSIM, SIDRA, etc.), pasando por métodos intermedios como las auditorías de seguridad vial y las inspecciones "in situ".

Dado que gran parte de la red vial argentina está formada por caminos bicarriles con doble sentido de circulación, sin control de accesos y sin una clara política de administración

de dichos accesos, existen numerosas intersecciones a lo largo de cualquier tramo de red que se estudie. Estas intersecciones son con frecuencia simple accesos a propiedades frentistas, y generan fricciones peligrosas, mucho más aún si están ubicados próximos a intersecciones de regular a moderado tránsito.

Contando con una adecuada política de control de accesos, y con la aplicación de medidas correctivas de bajo y mediano costo en intersecciones a nivel existentes, será factible mitigar en gran parte el flagelo de los accidentes en los denominados “puntos negros” (lugares con concentración de accidentes) que representan las intersecciones dentro de una red vial.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Se planteó como objetivo general elaborar una metodología sencilla y económica, en base a la realización de “inspecciones in situ”, con el fin de evaluar el nivel de riesgo presente en intersecciones a nivel existentes, y determinar si se requiere algún tipo de mejora para incrementar la seguridad vial en las intersecciones analizadas.

Debido a que en el país no se cuenta con un adecuado nivel de información estadística de accidentes ni de tránsito en muchos de los ámbitos jurisdiccionales de las redes viales argentinas, la metodología definida pretende ser una herramienta simple para que apliquen los profesionales viales de las distintas reparticiones, y facilitar la tarea a los responsables del gerenciamiento de los caminos, permitiendo conocer el estado de las intersecciones y definir las actuaciones más convenientes a realizar en ellas.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos definidos fueron:

- Elaborar listados para realizar la inspección de seguridad vial en intersecciones existentes.
- Estimar el nivel de riesgo presente en las intersecciones inspeccionadas.
- Plantear posibles mejoras por problemas o fallas detectadas que atenten contra la seguridad vial.
- Aplicar la metodología propuesta en intersecciones próximas a la ciudad de Rosario.

3. GERENCIAMIENTO DEL RIESGO EN REDES VIALES

3.1 Análisis del riesgo vial

Existen numerosas amenazas potenciales que pueden afectar tanto a las infraestructuras de una red vial como a su operación. Estas amenazas y peligros pueden impactar tanto en los caminos como en puntos clave de la red tales como puentes y túneles.

Se consideran peligros potenciales a todo tipo de accidentes, incendios, explosiones, desastres naturales, acciones terroristas, crímenes, robos, entre otros.

El gerenciamiento adecuado de la seguridad (**security** en inglés) y eficiencia de la infraestructura vial contempla no solo su propio resguardo sino que debe garantizar las condiciones necesarias para proteger los valores sociales y económicos de las actividades asociadas a los caminos (transporte de personas y mercaderías), la protección de su entorno, y hasta la seguridad de otros modos de transporte que interactúen con el sistema vial (p.e. barcaza fuera de control que impacta contra la pila de un puente vial).

Las autoridades de transporte, responsables del sistema vial de un país o una región, deben definir planes y programas que contengan medidas tanto preventivas como paliativas, para que los componentes más vulnerables del sistema sufran el menor daño posible. El principio fundamental que rige a la hora de garantizar la seguridad física es que las medidas contempladas sean proporcionales a las amenazas.

La seguridad en la operación (**safety** en inglés) se refiere a las acciones o procedimientos para reducir el número de accidentes viales. Surge así el concepto de seguridad vial (**safety road** en inglés).

No existe un límite específico entre ambos tipos de seguridad, sino que por el contrario se solapan en gran parte con lo cual se potencian entre ellas.

Tanto en los tramos como en los nodos de una red vial se pueden presentar conflictos entre los distintos usuarios de la infraestructura. Los comportamientos y maniobras inadecuados de cualquier usuario se convierten en amenaza para los demás. Para evaluar la amenaza en cada punto de conflicto se debe tener en cuenta:

- el tiempo de exposición de los usuarios ante la amenaza
- el grado de vulnerabilidad de los usuarios (peatones y ciclistas)
- la probabilidad de que ocurra un accidente por presencia de elementos riesgosos
- el tipo y gravedad de accidente que puede producirse.

Evalutados los aspectos mencionados, se puede determinar el grado de peligrosidad en el punto de conflicto, y la gravedad de la amenaza (p.e. alta, media o baja).

3.2 Gestión del riesgo vial

La gestión o administración del riesgo de una red vial consiste en identificar, evaluar, priorizar y mitigar los peligros existentes, o amenazas potenciales.

Esta acción debe desarrollarse desde la etapa de planificación, pasando por las etapas de diseño y construcción, y finalizando en la etapa de operación y mantenimiento de una infraestructura vial. Algunas medidas defensivas son más simples y económicas de aplicar si se consideran desde las etapas preliminares del proyecto. Otras veces, un riesgo asociado con una medida particular puede mitigarse con la mejora de otros elementos que

puedan compensarlo (p.e. un ancho de carril inferior al deseable se compensa con una banquina de mayor ancho).

Para una correcta administración del riesgo, los organismos viales de un país, deben contar con información básica sobre las características de los tramos y nodos de la red a su cargo. La información necesaria contempla los siguientes grupos de datos:

- **Inventario vial:** ubicación de los distintos elementos físicos visibles, características del alineamiento vial planimétrico y altimétrico, alcantarillas, puentes, pavimentos, anchos de zona de camino, señalización vial, iluminación, interferencias con servicios públicos, etc. Se requieren planos conforme a obra, y también se pueden emplear equipos móviles que filman y registran digitalmente distinto tipo de información.
- **Datos de tránsito:** volumen y composición del tránsito, niveles de servicio, velocidades, proyecciones para tránsitos futuros. Se utilizan contadores permanentes o temporarios, radares, etc.
- **Registro de accidentes:** almacenamiento de los datos de accidentes procedentes de distintas fuentes de información, procesamiento de los datos, determinación de índices estadísticos para detectar los lugares peligrosos.
- **Parque automotor:** cantidad de vehículos, antigüedad media, estado, crecimientos previstos, nivel de ocupación, etc.
- **Factores humanos:** comportamiento según grupos etarios, infracciones más frecuentes, otorgamiento de licencias de conducir, etc.
- **Características particulares:** áreas de descanso, áreas de servicios, presencia de máquinas agrícolas, transportes particulares (p.e. acoplados para caña de azúcar), cruces de fauna, traslados de ganado, etc.

Obtenida la información, se puede emplear una herramienta valiosa, que consiste en un sistema de información georreferenciado SIG (**Geographic Information System -GIS-** en inglés) para organizar, almacenar, manipular, analizar y modelar grandes cantidades de datos.

Otro aporte moderno a los sistemas viales, es el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías denominadas sistemas inteligentes de transporte SIT (**Intelligent Transport Systems -ITS-** en inglés), que facilitan el monitoreo continuo de la red, y también la comunicación con los usuarios del sistema (celulares, internet, etc.).

Procesada toda la información pueden elaborarse mapas de riesgo de la red vial. Para ello, en primer lugar, se debe realizar un diagnóstico para detectar los sitios con problemas, e identificar los factores de riesgo asociados. Definidas las medidas correctivas a implementar, se priorizan las actuaciones según el nivel de riesgo de cada sitio, evaluando el costo, tiempo de implementación y beneficios estimados para cada mejora. Realizadas las

intervenciones, se debe hacer su seguimiento para retroalimentar el sistema, y evaluar la eficiencia de las medidas aplicadas.

3.3 Políticas de seguridad vial

La Organización Mundial de la Salud puso en marcha en mayo de 2011, el **Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020**. Los principios rectores del plan se basan:

“en el enfoque sobre un << sistema seguro>>, que pretende desarrollar un sistema de transporte vial mejor adaptado al error humano y que tome en consideración la vulnerabilidad del cuerpo humano. Lo primero consiste en aceptar la posibilidad del error humano y, por ende, la imposibilidad de evitar completamente que se produzcan accidentes de tránsito. La finalidad de un sistema seguro es garantizar que los accidentes no causen lesiones humanas graves. El enfoque considera que las limitaciones humanas – la energía cinética que el cuerpo humano puede resistir – constituyen una base importante para diseñar el sistema de transporte vial, y que los demás aspectos del sistema vial, tales como el desarrollo del entorno vial y del vehículo, deben armonizarse en función de tales limitaciones. Los usuarios de las vías de tránsito, los vehículos y el entorno o la red vial se tienen en cuenta de manera integrada, mediante una amplia gama de intervenciones, prestando más atención al control de la velocidad y al diseño de los vehículos y las carreteras que a los enfoques tradicionales de la seguridad vial”¹.

Con este enfoque, se plantea una responsabilidad compartida entre los usuarios de las vías, los responsables de la gestión vial, los proyectistas del sistema vial, los órganos de control y fiscalización, y las autoridades políticas.

También recomienda a cada país la realización de actividades a nivel local, nacional y regional, en base a cinco pilares fundamentales que son:

Pilar 1: Gestión de la seguridad vial

Crear alianzas multisectoriales y designar organismos para elaborar planes y metas en materia de seguridad vial nacional, en base a la recopilación de datos e investigación para evaluar el diseño, aplicación y eficacia de contramedidas para reducir la siniestralidad vial.

Pilar 2: Vías de tránsito y movilidad más seguras

Aumentar la seguridad y calidad de protección de las carreteras para beneficiar a todos los usuarios de las vías, principalmente a los más vulnerables. Para ello se deben realizar evaluaciones de la infraestructura vial y mejorar la gestión de las redes teniendo en cuenta la seguridad.

¹ Organización Mundial de la Salud / *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020* .-- en http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf (30-07-2015). Págs. 8-9.

Pilar 3: Vehículos más seguros

Aumentar la seguridad activa y pasiva de los vehículos, armonizar las normas a nivel mundial, mejorar los sistemas de información a los consumidores y fomentar la aplicación de nuevas tecnologías.

Pilar 4: Usuarios de vías de tránsito más seguros

Desarrollar programas educativos para los usuarios de las vías a fin de lograr un mejor comportamiento, y controlar en forma continua el cumplimiento de normas y leyes. Con estas medidas se pueden disminuir las conductas impropias tales como conducir alcoholizado, a elevada velocidad, no utilizar cinturón de seguridad y casco, entre otras situaciones de riesgo.

Pilar 5: Respuesta tras los accidentes

Mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas de emergencias una vez ocurridos los accidentes, y brindar atención apropiada y rehabilitación a largo plazo a las víctimas.

Una meta integral superadora es la de “visión cero” (*vision zero* en inglés) que aplica con éxito Suecia desde el año 1995, y que numerosos países han imitado. Se basa en el principio ético de que nadie debería morir ni sufrir lesiones para toda la vida en las carreteras. Parte del supuesto de que todas las partes del sistema de transporte se correlacionan y ejercen influencia unas con otras. El único número aceptable de muertos o heridos graves en las carreteras es cero. Uno de sus objetivos es demostrar que la seguridad es una condición necesaria para lograr una buena movilidad.

Es tanto una actitud hacia la vida como una estrategia para crear un sistema vial seguro. Considera que los usuarios cometen errores y por lo tanto los accidentes no pueden evitarse por completo. Es decir, acepta que ocurran accidentes pero que no se produzcan lesiones serias ni permanentes. La responsabilidad de cada usuario es cumplir con la normativa de circulación vigente. Algunas de las consideraciones que contempla, basadas en la tolerancia del cuerpo humano, son:

- La mayoría de las personas sobreviven si son atropelladas por un automóvil a 30 km/h (“*calle tranquilas*” en áreas urbanas).
- Un automóvil seguro protege a sus ocupantes a velocidades de hasta 65–70 km/h en colisiones frontales, y a velocidades de hasta 45–50 km/h en colisiones laterales, siempre y cuando todos los ocupantes utilicen el cinturón de seguridad.
- La mayoría de las personas mueren si son atropelladas por un automóvil a 50 km/h.

Actualmente Suecia está trabajando en su objetivo para el año 2020: reducir las víctimas fatales anuales al 50% de los ocurridos en el período 2006-2008, es decir, alcanzar solo unos 200 muertos al año. La siniestralidad vial en este país es una de las más bajas del mundo.

4. MÉTODOS PARA EVALUAR LA SEGURIDAD VIAL

4.1 Introducción

A partir de la revisión bibliográfica efectuada sobre estudios de seguridad vial, se analizaron distintos métodos que existen para evaluar el nivel de riesgo en las redes viales, con un enfoque específico hacia intersecciones a nivel, objeto del presente trabajo.

Los métodos para evaluar la seguridad vial pueden clasificarse de la siguiente forma:

- a) **Métodos de evaluación directa:** se basan en el análisis estadístico de los datos de accidentes de tránsito. Los resultados de la evaluación dependen de la confiabilidad de las series de datos con que se trabaje. Presentan el inconveniente de que en muchos casos no es factible contar con series históricas de varios años, y en correspondencia específica con el lugar que se pretende evaluar.
- b) **Métodos de evaluación indirecta:** se basan en la aplicación de la técnica de los conflictos de tránsito. Se debe conocer cantidad, distribución y tipos de conflictos. Los modelos que se aplican requieren de información sobre los conflictos entre las corrientes de tránsito, durante cierto tiempo, con lo cual presentan el mismo inconveniente que los métodos de evaluación directa.
- c) **Métodos de evaluación diagnóstica:** se basan en el análisis de las condiciones existentes en la intersección (características geométricas, visibilidad, canalización, estado de la superficie de rodamiento y banquetas, iluminación, velocidades de aproximación, etc.). Permiten una evaluación en corto tiempo y en forma económica de las condiciones de seguridad presentes. Pueden aplicarse como medidas preventivas, es decir, antes de que ocurran los accidentes.

4.2 Aplicación de métodos

El tipo de método de evaluación depende de la etapa en que se aplique, es decir, antes de que la red sea construida, o ya construida, durante la etapa de operación y mantenimiento.

Si la evaluación se realiza antes de que ocurran los accidentes, el método aplicado tendrá **carácter preventivo o proactivo**, mientras que si se aplica luego de ocurridos los accidentes, el método aplicado será de **carácter correctivo o reactivo**.

En la Figura N° 1 se muestran los principales métodos analizados para evaluar la seguridad vial, según la etapa en que se apliquen.

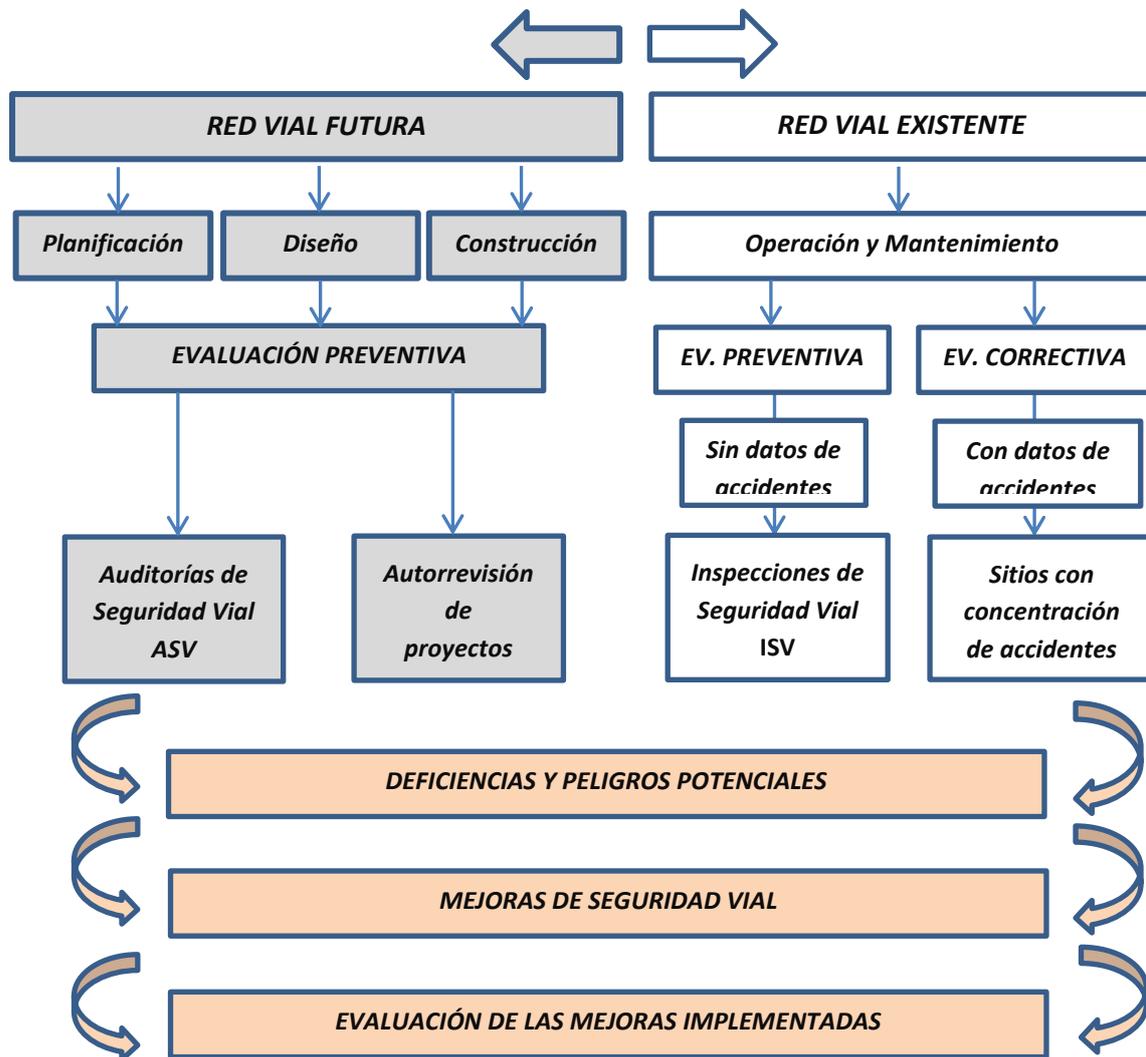


Figura Nº 1: Métodos para la evaluación de la seguridad vial

Fuente: elaboración propia

Para las etapas de planificación, proyecto y construcción son de aplicación métodos o técnicas preventivas en todos los casos. Dentro de este grupo se encuentran las **Auditorías de Seguridad Vial (ASV)** y la **Autorrevisión de Proyectos**. Ambos métodos alcanzan la mayor eficiencia ya que el costo de modificar un diseño es significativamente menor que el costo de una medida correctiva luego de construido el proyecto, ya que al costo de la medida correctiva se debe sumar el costo de los accidentes ocurridos hasta la implementación de la mejora. Las auditorías también se aplican en la etapa de operación y mantenimiento.

Se entiende por **auditoría de seguridad vial** al examen formal de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial.

La ASV identifica los problemas de inseguridad de todos los usuarios de la intersección, analizando los siguientes aspectos: gestión y control del tránsito, vehículos, usuarios, diseño geométrico, visibilidad, superficie de rodamiento, señalización horizontal, señalización vertical, iluminación, mobiliario vial, trabajos en la vía, cruces ferroviarios próximos a la intersección, entre los más importantes.

Más allá de comprobar la conformidad de la normativa, una ASV tiene como finalidad comprobar que el nodo satisface las funciones para las cuales fue concebido y para los usuarios previstos. Ello implica la necesidad de revisar, en primer término, que todos los aspectos de la seguridad vial estén contemplados en el diseño, y luego verificar que ello sea plasmado en la construcción y posterior operación. También se plantea otro aspecto importante que consiste en que elementos correctamente diseñados pero aplicados en forma combinada en un determinado sitio, generen situaciones peligrosas.

Esta metodología no incluye una cuantificación del nivel de riesgo sino que detecta las prácticas inadecuadas o “no conformidades” presentes en una infraestructura vial en cualquiera de las etapas en que se aplique.

Las partes o figuras que participan del proceso son tres: el Comitente, el Auditor y el Decisor final. El Comitente es quien encarga la auditoría, el Auditor o equipo auditor lleva a cabo la auditoría, y el Decisor final es quien define los cambios en el proyecto. Esta tarea la puede desarrollar el mismo Comitente, o un tercero definido por él.

El trabajo de campo es la parte más importante si la ASV se aplica en la etapa de operación y mantenimiento. La inspección in situ debe ser realizada bajo todas las condiciones posibles: de día, de noche, con lluvia, etc. La utilización de videos y fotografías es muy útil, tanto para el análisis como para la elaboración del informe de auditoría. No debe limitarse exclusivamente a los bordes físicos de la intersección sino que debe abarcar el área funcional de la misma, es decir, hasta el lugar sobre cada una de las ramas donde los usuarios advierten y reaccionan por la presencia del nodo, incluyendo los carriles de cambio de velocidad en caso de existir.

Para simplificar el trabajo de revisión en gabinete, o el trabajo de campo según sea la etapa de aplicación, se utilizan listados de chequeo especialmente diseñados por el equipo auditor. Estos listados de comprobación contienen los elementos a auditar y sus principales características, facilitando el trabajo y optimizando el rendimiento del equipo responsable de la auditoría.

La ***autorrevisión de proyectos*** consiste en la revisión, por parte del mismo proyectista, de los aspectos de seguridad vial en su propio proyecto. De este modo se puede optimizar el diseño antes de que se construya. Además se eliminan los costos de futuras auditorías, y los costos de medidas correctivas por diseños inseguros. Este método, de carácter preventivo, requiere contar con proyectistas formados también en Seguridad Vial.

Construida la infraestructura vial y puesta en servicio, comienza la etapa de operación y mantenimiento. Continuando con los métodos de evaluación de carácter preventivo, pueden aplicarse las **inspecciones de seguridad vial** (ISV). Es deseable que sean realizadas por un equipo independiente, es decir, que no tenga ningún tipo de relación con quien realiza las tareas de mantenimiento y explotación de la red vial.

La Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), tuvo la iniciativa de definir claramente ambos métodos de evaluación preventiva. Las auditorías de seguridad vial se aplican para las etapas de planificación, proyecto y construcción, previas a la puesta en servicio, y se realizan por medio de un equipo auditor, tal como ya se describió. En cambio las inspecciones de seguridad vial, son **procesos sistemáticos** de evaluación “in situ” de infraestructuras en funcionamiento. Tanto las etapas del proceso, como la utilización de listados de chequeo, son similares en las auditorías y en las inspecciones de seguridad vial.

Para que la evaluación preventiva se realice en forma sistemática, es indispensable contar con los recursos económicos necesarios. Con el paso del tiempo, va aumentando la demanda de tránsito y el uso del suelo. Esto conlleva a controlar si se requieren nuevos nodos en la red. Por otra parte, las intersecciones existentes van sufriendo modificaciones en su operación, y surgen deterioros por el uso. También en ellas debe hacerse la evaluación preventiva a fin de detectar fallas y definir las mejoras necesarias a implementar. Con el seguimiento periódico de la red en funcionamiento, se evitarán futuros accidentes, o al menos, se reducirá la gravedad de los mismos.

Una ISV permite detectar aspectos peligrosos, ausencias y carencias de equipamiento, riesgos potenciales y elementos que no cumplen los estándares mínimos. No es una tarea asociada al mantenimiento de rutina, sin embargo puede detectar fallas originadas por ausencia o mantenimiento deficiente (p.e. problemas de visibilidad causados por la vegetación).

Distintos organismos viales internacionales han elaborado manuales con recopilación de fallas y problemas relacionados con la seguridad vial, y las mejoras más eficientes que se recomiendan para diversos problemas. Los inspectores pueden emplear dichas recomendaciones para definir las mejoras a aplicar en cada situación. Si no se cuenta con recursos suficientes, se puede elaborar un plan de acción para la implementación progresiva de las medidas seleccionadas. A su vez, debe definirse un plan de seguimiento de las mejoras ya construidas para evaluar la eficiencia alcanzada.

Para realizar una evaluación preventiva, y determinar el nivel de riesgo presente en una red vial, existen métodos más completos, que a través de equipamientos móviles realizan un “escaneo” continuo y minucioso del camino y su entorno. Uno de los más difundidos es el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (**International Road Assessment Programme iRAP**, en inglés). Es una organización sin fines de lucro, con sede en Londres, y desarrolla tareas e investigaciones en más de 70 países del mundo.

A partir de la inspección visual detallada (video) de los elementos de la infraestructura vial, se califica por medio de estrellas el nivel de seguridad existente (1 a 5 estrellas).

Dicha calificación se orienta a los elementos de la infraestructura que influyen en los tipos más comunes y más graves de colisiones viales para los ocupantes de los vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. Los calificadores le asignan una categoría (adecuada o deficiente). Los elementos más seguros tendrán entre 4 y 5 estrellas, mientras que a los elementos menos seguros se les asignará 1 ó 2 estrellas. En la Figura N° 2 se muestra el equipamiento que se emplea.

También se realizan mapas de riesgo a partir de datos detallados de accidentes. Por otra parte, se elaboran planes de inversión para lograr vías más seguras en distintos países a nivel mundial. Los calificadores utilizan un software especializado, que se va adaptando a la realidad de cada país en el que se aplica. Esta técnica se basa en las investigaciones que se realizan a nivel mundial sobre los factores de riesgo asociados a los elementos de la infraestructura vial.

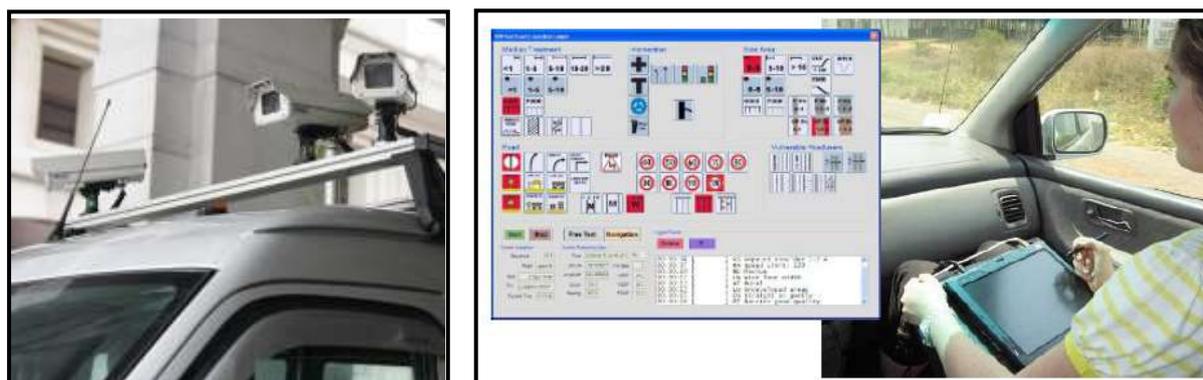


Figura N° 2: Dispositivos para evaluación iRAP

Fuente: International Road Assessment Program

Existen otras técnicas informáticas avanzadas, tales como el Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM), VISSIM, Signalized and Unsignalized Intersection Design and Research Aid (SIDRA), etc. Estos programas requieren en general de gran cantidad de datos de entrada, y de un entrenamiento adecuado para lograr resultados satisfactorios a la hora de evaluar la seguridad vial en un proyecto, en una situación existente con problemas de inseguridad, o para modelizar el comportamiento esperado de los usuarios y los beneficios alcanzables ante una mejora determinada.

La evaluación de carácter reactivo, en infraestructuras que se encuentran en operación, requieren de información sobre accidentes ocurridos. En este grupo, se encuentra la metodología clásica de definición de **tramos de concentración de accidentes o puntos negros**, es decir, identificar dentro de la red los sitios con mayor concentración de accidentes, para actuar en ellos. En este sentido, es sumamente importante contar con un sistema único de registro de accidentes para facilitar la clasificación, realizar el análisis de las posibles causas y proponer mejoras.

5. PROPUESTA METODOLÓGICA

5.1 Planteo general

A partir del proceso formal que requiere una ISV, se propone una metodología para realizar una evaluación preventiva en intersecciones a nivel abiertas al tránsito. Se plantea una manera más rápida y económica ya que no requiere del proceso formal completo ni de un equipo de inspectores externos. Se pretende que el procedimiento sea realizado por el personal técnico de la propia organización que tiene a su cargo el gerenciamiento de la red. Dado el carácter preventivo de este procedimiento, no se requiere contar con datos estadísticos de accidentes en los nodos.

Los inspectores deben poseer experiencia en diseño y en seguridad vial. Al plantearse como un proceso de aplicación sistemática, se facilita la formación del personal involucrado, y en poco tiempo se puede alcanzar la capacitación adecuada para realizar una inspección visual completa, ágil y confiable.

La metodología propuesta consiste en la realización, en forma periódica, de una inspección “in situ”, con la ayuda de listados de chequeo, para evaluar distintos aspectos de las intersecciones relacionados con la ocurrencia de accidentes. El trabajo de campo permite a su vez realizar un inventario vial simple que, sumado al análisis crítico del profesional experto, facilita la detección de riesgos para todos los usuarios de la intersección. Detectados los peligros potenciales o amenazas, se proponen mejoras a la seguridad vial.

En intersecciones a nivel debe inspeccionarse el “**área física**” (superficie compartida por los caminos que llegan al nodo) y el “**área funcional**” (incluye carriles de cambio de velocidad, canalización, etc.). El área funcional se extiende más allá de los límites específicos del área física, corriente arriba y corriente abajo, hasta el lugar en que el usuario percibe la presencia de la intersección, tal como se indica en la Figura N° 3.

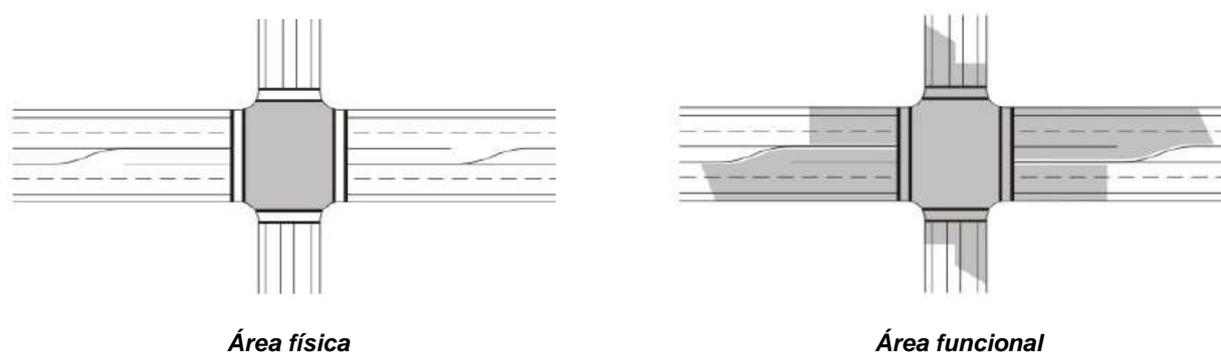


Figura N° 3: Área física y funcional de una intersección

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

La delimitación de la zona de estudio de una intersección es fundamental a la hora de evaluar los accidentes que ocurren dentro o fuera de ella, y en el análisis de las mejoras

a aplicar. Algunos autores consideran un área de influencia de 75 m a partir del centro del nodo, otros consideran el área física, y otros evalúan el área funcional.

El procedimiento de ISV consta de los siguientes pasos:

- Paso 1: Recopilación de antecedentes
- Paso 2: Inspección "in situ"
- Paso 3: Análisis de la información relevada
- Paso 4: Determinación del nivel de riesgo
- Paso 5: Propuesta de mejoras

A partir de esta base se plantea la metodología que se muestra gráficamente en la Figura N° 4. A continuación de la misma se detallan cada una de las etapas.

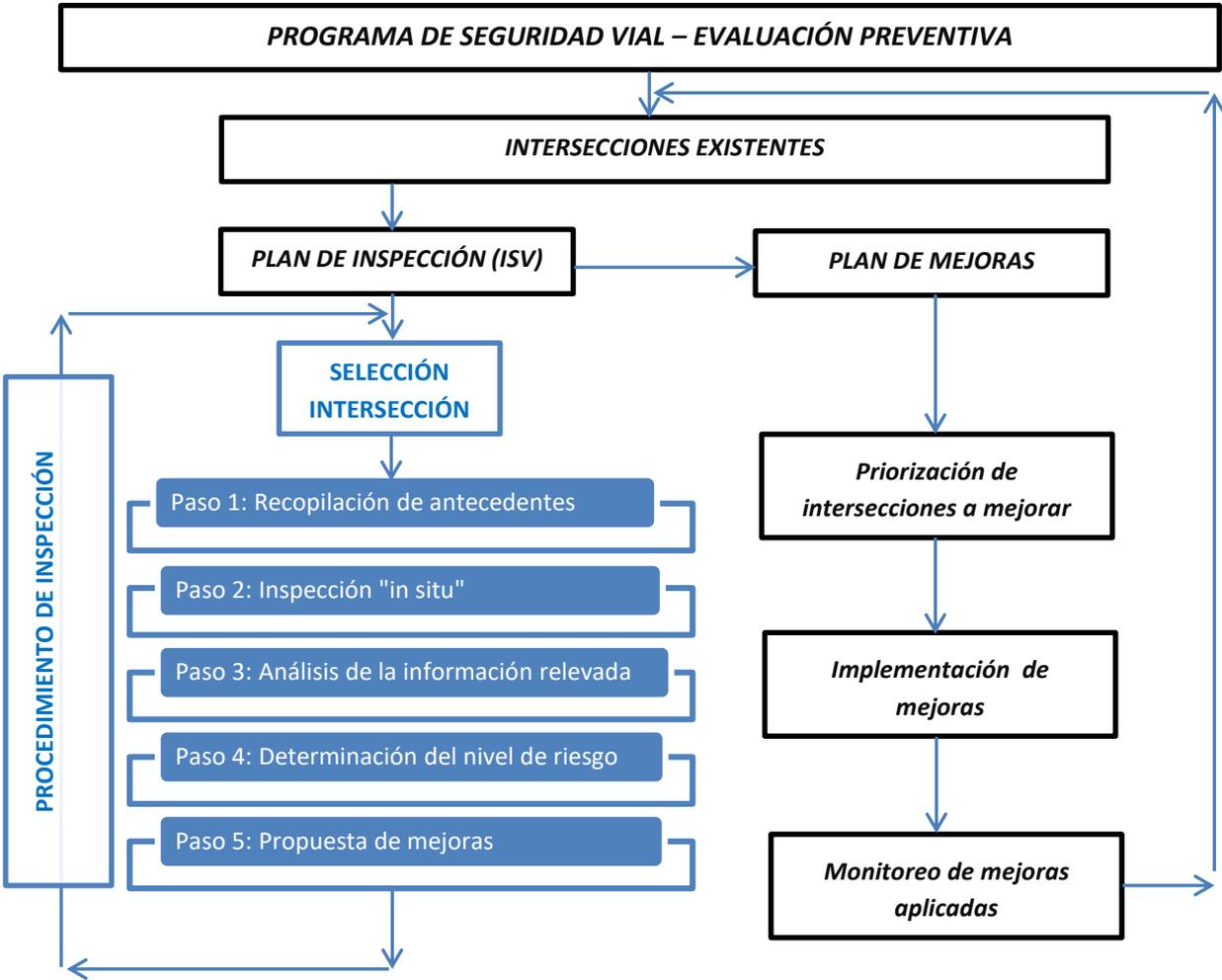


Figura N° 4: Metodología propuesta para evaluación preventiva
 Fuente: elaboración propia

La metodología propuesta debe aplicarse en el marco de un Programa de Seguridad Vial, con la finalidad de realizar una evaluación de carácter preventivo en intersecciones en

operación. Consta de dos procesos bien diferenciados que son: el **Plan de ISV** y el **Plan de Mejoras**.

En el Plan de ISV se establece la frecuencia de realización del proceso de inspección, la delimitación de la red para cada revisión, el cronograma de evaluación y la formación de los equipos técnicos para las tareas. Si el administrador de la red cuenta con información sobre accidentes en determinadas intersecciones, se debe priorizar la evaluación en dichos nodos.

Los elementos relacionados con el diseño geométrico pueden mantenerse constantes en el tiempo, pero deben acompañar los cambios que puedan producirse en la función de los caminos que llegan al nodo, los incrementos de volumen y variaciones en su composición. En estos casos la frecuencia de inspección puede variar de 4 a 10 años. Otros elementos (p.e. señalización vial, barandas, etc.) sufren cambios en forma más rápida y deben inspeccionarse con mayor frecuencia recomendándose períodos de 1 a 3 años.

Para cada intersección seleccionada se deben cumplir los siguientes pasos correspondientes al procedimiento de la ISV:

- **Paso 1: Recopilación de antecedentes**

La primera tarea en gabinete consiste en la recopilación de antecedentes sobre la intersección a inspeccionar. Se identifican las rutas que confluyen en la misma, y si es posible, se determina la categoría de cada una de ellas en base a la información sobre datos de tránsito que la utilizan.

En caso de existir información sobre accidentes producidos en el nudo, se analizan las características y frecuencia de los mismos.

Se recomienda obtener una planimetría de la intersección a inspeccionar (planos conforme a obra, planos de diseño, imagen Google Earth, etc.) para analizar en gabinete los movimientos permitidos, características generales y hechos existentes próximos que puedan influir en su funcionamiento.

- **Paso 2: Inspección “in situ”**

Se emplean listados de inspección, sumamente detallados, para evaluar los aspectos relacionados con la seguridad vial tales como características geométricas y estructurales, estado general de la intersección, semaforización, iluminación y señalización vial.

Los listados elaborados para el trabajo en campo permiten realizar en primer lugar una evaluación global de la intersección, y luego la inspección de cada rama en forma individual.

Debe inspeccionarse el área funcional de la intersección, incluyendo como mínimo una distancia de 75 m sobre cada rama desde el centro del nodo, o la distancia necesaria para incluir todos los elementos geométricos propios de la intersección.

El inspector debe recorrer con un vehículo la intersección, y debe “caminarla” para detectar problemas relacionados con los peatones. Se recomienda que estas tareas se realicen tanto de día como de noche, con distintas condiciones climáticas (lluvia, nieve), en distintos horarios (horas pico, horas no pico), etc.

Se aconseja generar documentación fotográfica junto con el llenado de los formularios correspondientes. De ser posible, puede documentarse el trabajo con una filmación de los recorridos realizados. La documentación obtenida por estos medios es de suma utilidad para el análisis posterior en gabinete.

- **Paso 3: Análisis de la información relevada**

Se realiza un análisis crítico de la información relevada y documentada, para identificar los principales problemas existentes en la intersección, que pueden influir en la seguridad vial.

El Inspector califica, de acuerdo con su experiencia, el estado de cada aspecto evaluado. La forma de calificación se detalla más adelante.

- **Paso 4: Determinación del nivel de riesgo**

Para determinar el nivel de riesgo presente en la intersección, se utilizan los factores de reducción de accidentes que indican el porcentaje estimado de reducción de accidentes por la aplicación de una determinada mejora o contramedida. Más adelante se explica el procedimiento a seguir.

Se evalúan los siguientes aspectos relacionados con la ocurrencia de accidentes: tipología, control y accesibilidad, operación, visibilidad, carriles para giros, carriles auxiliares, isletas y canteros, instalaciones para ciclistas, instalaciones para peatones, superficie de rodamiento, semaforización, iluminación, señalización vertical, señalización horizontal y mobiliario vial.

- **Paso 5: Propuesta de mejoras**

Analizados los peligros potenciales, y de acuerdo con el nivel de riesgo estimado, se plantean mejoras preventivas. Se tomarán en cuenta las experiencias más efectivas aplicadas en distintos países.

Finalizado el Plan de ISV, se aplica el Plan de Mejoras. De acuerdo con los recursos disponibles, y priorizadas las intersecciones de acuerdo al nivel de riesgo estimado, se seleccionan los nodos a intervenir.

Para seleccionar una determinada mejora, se tienen en cuenta los costos tanto de construcción como de mantenimiento, el tiempo de implementación y la efectividad esperada.

Las mejoras aplicadas deben ser monitoreadas a lo largo del tiempo para determinar si aumentan, o no, la seguridad vial en el nodo intervenido.

5.2 Elaboración de listados para ISV

A partir de la bibliografía consultada se elaboraron los listados para la ISV de intersecciones. Se confeccionaron los siguientes formularios: a) planilla para planimetría general del nodo, b) listado de chequeo para la evaluación global de la intersección, y c) listado de chequeo individual para cada ramal. A continuación se muestran los listados específicos propuestos.

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: PLANIMETRÍA GENERAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	
Fuente Planimetría:	Fecha Planimetría:
Operador:	Fecha Inspección:

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:					Código:
Jurisdicción:					Fecha:
Operador:					Clima:
ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
1	UBICACIÓN				
1.1	Topografía				
1.1.1	Se emplaza en topografía llana?				
1.1.2	Se emplaza en topografía ondulada?				
1.1.3	Se emplaza en topografía montañosa?				
1.1.4	Se observan problemas de seguridad vial debido a las características topográficas del lugar?				
1.2	Medio Ambiente				
1.2.1	Es zona de lluvias?				
1.2.2	Es zona de heladas o nevadas?				
1.2.3	Es zona de fuertes vientos?				
1.2.4	Es zona de neblinas frecuentes?				
1.2.5	Es zona de polvo o tierra en el aire?				
1.2.6	Es zona de humo frecuente?				
1.2.7	Se observan problemas de seguridad vial por las características medioambientales de la zona?				
2	USO DEL SUELO				
2.1	Localización				
2.1.1	Se ubica en zona rural?				
2.1.2	Se ubica en zona suburbana?				
2.1.3	Se ubica en zona urbana?				
2.1.4	Se detectan problemas de seguridad vial por las características de desarrollo de la zona?				
2.2	Desarrollo urbanístico/económico en el entorno				
2.2.1	Es intenso?				
2.2.2	Es regular?				
2.2.3	Es reducido?				
2.2.4	Es nulo?				
2.3	Centros de actividades				
2.3.1	Existen en las cercanías áreas de servicios, centros comerciales, escuelas, parques, etc.?				
2.3.2	Los centros de actividades inciden en la operación de la intersección?				
2.3.3	En dichos centros, se satisface la demanda de estacionamiento dentro del mismo predio?				
3	TIPOLOGÍA				
3.1	Cantidad de ramales				
3.1.1	Posee 3 ramales?				
3.1.2	Posee 4 ramales?				
3.1.3	Posee más de 4 ramales?				
3.1.4	Se distribuyen en forma regular?				
3.2	Ángulo de intersección				
3.2.1	Es recto? (75° a 105°)				
3.2.2	Es oblicuo? (60° a 75°)				
3.2.3	Otro? Especificar				
3.3	Tipo de intersección				
3.3.1	Es un empalme simple?				
3.3.2	Es un empalme ensanchado?				
3.3.3	Es un empalme canalizado?				
3.3.4	Es una bifurcación?				
3.3.5	Es un cruce simple?				
3.3.6	Es un cruce ensanchado?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
3.3.7	Es un cruce canalizado?				
3.3.8	Es un círculo de tránsito?				
3.3.9	Es una rotonda de tamaño medio?				
3.3.10	Es una minirotonda?				
3.3.11	Es una rotonda partida?				
3.3.12	Otro tipo? Especificar				
3.4	Características de la red vial				
3.4.1	El diseño geométrico es consistente respecto a intersecciones cercanas?				
3.4.2	Los caminos que llegan a la intersección son de similar jerarquía?				
3.4.3	El diseño de la intersección satisface la jerarquización de los caminos que se intersectan?				
3.4.4	La tipología es apropiada para los volúmenes de tránsito existentes?				
3.4.5	Existen elementos condicionantes externos próximos? (vías férreas, canal, río,...)				
3.5	Zona de camino				
3.5.1	Es amplia?				
3.5.2	Es suficiente?				
3.5.3	Es reducida?				
3.5.4	Permite futuras ampliaciones?				
4	CONTROL Y ACCESIBILIDAD				
4.1	Tipo de control				
4.1.1	Sin regulación?				
4.1.2	Con señales Pare/Ceda el Paso en camino secundario?				
4.1.3	Con semaforización?				
4.1.4	Otro tipo? Especificar				
4.1.5	Es apropiado el tipo de control en función de la jerarquía de los caminos que se intersectan?				
4.2	Grado de accesibilidad				
4.2.1	Existen intersecciones o accesos directos próximos?				
4.2.2	En caso afirmativo, generan interferencias?				
5	OPERACIÓN				
5.1	Movimientos vehiculares				
5.1.1	Predomina el tránsito de paso?				
5.1.2	Predominan los giros a derecha?				
5.1.3	Predominan los giros a izquierda?				
5.1.4	Predominan los giros en U?				
5.1.5	Se interpreta fácilmente el tipo y funcionamiento de la intersección? (geometría, señalización, etc.)				
5.1.6	Es adecuada la tipología de intersección para los movimientos existentes?				
5.2	Composición vehicular				
5.2.1	Predominan los vehículos livianos?				
5.2.2	Predominan los vehículos pesados?				
5.2.3	Predominan otros vehículos? Especificar				
5.3	Volúmenes vehiculares				
5.3.1	Son adecuadas las dimensiones de la intersección para los volúmenes existentes?				
5.3.2	Se producen con frecuencia colas o demoras importantes?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
5.3.3	Opera la intersección cercana a su capacidad?				
5.4	Velocidades vehiculares				
5.4.1	Se desarrollan elevadas velocidades de aproximación?				
5.4.2	La tipología de la intersección genera reducción de velocidad?				
5.4.3	Las velocidades señalizadas son adecuadas?				
5.5	Tipos de usuarios				
5.5.1	Son los usuarios frecuentes o habituales?				
5.5.2	Existe considerable cantidad de peatones?				
5.5.3	Existe considerable cantidad de ciclistas?				
5.5.4	Existe considerable cantidad de motociclistas?				
5.6	Interferencias entre movimientos				
5.6.1	Cuentan los peatones con recorridos seguros?				
5.6.2	Cuentan los ciclistas con recorridos seguros?				
5.6.3	Se observan interferencias entre movimientos?				
6	DISEÑO GEOMÉTRICO				
6.1	Alineamiento planialtimétrico				
6.1.1	La intersección se desarrolla en curva horizontal?				
6.1.2	La intersección se desarrolla en curva vertical? Especificar si es convexa o cóncava.				
6.1.3	Generan los alineamientos situaciones peligrosas para algún movimiento permitido?				
6.2	Visibilidad				
6.2.1	Existe suficiente visibilidad longitudinal y lateral?				
6.2.2	La visibilidad puede verse reducida por elementos móviles? (vehículos estacionados, colas, etc.)				
6.2.3	La visibilidad está reducida por elementos fijos? (vegetación, señales, etc.)				
6.3	Carriles de paso				
6.3.1	Es adecuada la cantidad de carriles para el tránsito de paso?				
6.3.2	Es adecuado el ancho de los carriles?				
6.3.3	Están demarcados horizontalmente?				
6.4	Ramas para giros a derecha				
6.4.1	Existen ramas para giros a derecha?				
6.4.2	La geometría de las ramas permite realizar los giros a las velocidades señalizadas?				
6.4.3	La geometría de las ramas permite girar al tipo de vehículo más frecuente?				
6.4.4	Es adecuado el ancho de las ramas?				
6.4.5	Es adecuada la pendiente transversal?				
6.4.6	Se observan vehículos estacionados en las ramas?				
6.4.7	Es adecuado su mantenimiento?				
6.4.8	En caso de no existir, sería conveniente agregar ramas para giros a derecha?				
6.5	Dársenas para giros a izquierda				
6.5.1	Existen dársenas para giros a izquierda?				
6.5.2	Es adecuada su ubicación?				
6.5.3	Son del tipo protegido?				
6.5.4	Es adecuado su ancho?				
6.5.5	Es adecuada su longitud?				
6.5.6	Es adecuado su mantenimiento?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
6.5.7	En caso de no existir, sería conveniente agregar dársenas para giros a izquierda?				
6.6	Carriles auxiliares				
6.6.1	Existen carriles para cambio de velocidad?				
6.6.2	Las características del carril son adecuadas para el tránsito que lo utiliza? (tipo, longitud, ancho,...)				
6.6.3	Es adecuado su mantenimiento?				
6.6.4	En caso de no existir, sería conveniente agregar carril auxiliar para algún movimiento?				
6.7	Calzada anular				
6.7.1	Es adecuado el ancho?				
6.7.2	Es adecuada la pendiente transversal?				
6.7.3	Es adecuado su mantenimiento?				
6.8	Banquinas				
6.8.1	Existen banquetas en la intersección?				
6.8.2	Es adecuado el ancho?				
6.8.3	Poseen algún tratamiento en su superficie?				
6.8.4	Es adecuado su mantenimiento?				
6.9	Isletas y canchales				
6.9.1	Existen isletas y/o canchales?				
6.9.2	Son adecuados los anchos?				
6.9.3	Son adecuadas las longitudes?				
6.9.4	Las transiciones están bien resueltas?				
6.9.5	Están bien resueltas las narices o extremos?				
6.9.6	Están delineados los bordes y son bien visibles?				
6.9.7	La canalización ordena satisfactoriamente los movimientos permitidos?				
6.10	Instalaciones para ciclistas				
6.10.1	Existen instalaciones para ciclistas?				
6.10.2	Son adecuadas sus dimensiones?				
6.10.3	Están bien ubicadas?				
6.10.4	Son continuas en la zona de la intersección?				
6.10.5	Los ciclistas pueden ver y ser vistos?				
6.10.6	Las vías ciclistas están bien señalizadas?				
6.10.7	Son utilizadas por los ciclistas?				
6.10.8	Es adecuado su mantenimiento?				
6.11	Instalaciones para peatones				
6.11.1	Existen senderos o veredas para peatones?				
6.11.2	Son adecuadas las dimensiones?				
6.11.3	Es adecuado el tratamiento de la superficie?				
6.11.4	Se ubican en forma segura respecto a la circulación vehicular?				
6.11.5	Son continuas en la zona de la intersección?				
6.11.6	Los peatones pueden ver y ser vistos?				
6.11.7	Están bien señalizados los cruces peatonales?				
6.11.8	Son utilizados por los peatones?				
6.11.9	Es adecuado su mantenimiento?				
7	SUPERFICIE DE RODAMIENTO				
7.1	Tipo				
7.1.1	Es natural?				
7.1.2	Es de adoquines? (granito, intertrabados, etc.)				
7.1.3	Posee tratamiento superficial o mejorado?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
7.1.4	Es de concreto asfáltico?				
7.1.5	Es de hormigón?				
7.2	Estado				
7.2.1	Se encuentra en buen estado?				
7.2.2	Provee adecuada adherencia superficial?				
7.2.3	Se observa material suelto?				
7.2.4	Se observan depresiones o baches?				
7.2.5	Se observa ahuellamiento?				
7.2.6	Se observan fisuras?				
7.2.7	Se observa otro tipo de problema? Especificar				
8	DESAGÜE SUPERFICIAL				
8.1	Pendientes				
8.1.1	La pendiente longitudinal facilita el desagüe superficial?				
8.1.2	Es adecuada la pendiente transversal para el desagüe superficial?				
8.1.3	Existe acumulación de agua en la superficie?				
8.1.4	Es adecuado el desagüe superficial de isletas y separadores centrales?				
8.2	Cordón cuneta				
8.2.1	Existe cordón cuneta?				
8.2.2	Son adecuadas sus dimensiones?				
8.2.3	Posee suficiente pendiente longitudinal?				
8.2.4	Se encuentra en buen estado?				
8.3	Sumideros				
8.3.1	Existen sumideros?				
8.3.2	Hay cantidad suficiente?				
8.3.3	Están bien ubicados y distribuidos?				
8.3.4	Las rejas de los sumideros horizontales son peligrosas para peatones o ciclistas?				
8.3.5	Los sumideros se encuentran en buen estado?				
8.4	Alcantarillas				
8.4.1	Hay alcantarillas en la zona de la intersección?				
8.4.2	Existe cantidad suficiente para asegurar un correcto desagüe en la zona de la intersección?				
8.4.3	Generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada?				
8.4.4	Poseen señalización de objeto rígido?				
8.4.5	Es adecuado su mantenimiento?				
9	SEMAFORIZACIÓN				
9.1	Características generales				
9.1.1	Existe semaforización?				
9.1.2	Es correcta para los movimientos que controla?				
9.1.3	Los semáforos son visibles desde lejos?				
9.1.4	Los semáforos son aéreos? (cables, etc.)				
9.1.5	Apoyan en postes o ménsulas?				
9.1.6	Los postes o columnas son frangibles?				
9.1.7	El elemento de sostén representa un peligro para la seguridad vial? (ubicación, material, etc.)				
9.1.8	El controlador se ubica alejado de los carriles de circulación?				
9.2	Semáforos vehiculares				
9.2.1	Su ubicación es adecuada?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
9.2.2	Se ubican adelantados?				
9.2.3	Son visibles por los conductores?				
9.2.4	Poseen flechas direccionales?				
9.3	Semáforos peatonales				
9.3.1	Su ubicación es adecuada?				
9.3.2	Son visibles por los peatones?				
9.4	Semáforos especiales				
9.4.1	Existe semáforo especial? (luz intermitente, cruce ferroviario, etc.)				
9.4.2	Su ubicación es adecuada?				
9.5	Operación				
9.5.1	Funcionan correctamente todos los semáforos?				
9.5.2	Operan durante todo el día?				
9.5.3	Existe onda verde para algún movimiento?				
10	ILUMINACIÓN				
10.1	Ubicación				
10.1.1	Existe iluminación?				
10.1.2	Es de tipo central?				
10.1.3	Es lateral a un lado?				
10.1.4	Es lateral a dos lados?				
10.1.5	Colabora la iluminación para percibir desde lejos el tipo de intersección?				
10.2	Uniformidad y nivel de iluminación				
10.2.1	Funcionan todas las luminarias?				
10.2.2	Es uniforme la iluminación?				
10.2.3	Es adecuado el nivel de iluminación?				
10.3	Columnas/Soportes				
10.3.1	Se ubican a suficiente distancia del borde de los carriles de circulación?				
10.3.2	Son frangibles?				
10.3.3	Existe baranda de defensa delante de las columnas/soportes?				
10.3.4	En caso afirmativo, es adecuada su ubicación y longitud?				
11	SEÑALIZACIÓN VIAL				
11.1	Señalización vertical				
11.1.1	Hay señalización vertical en la intersección?				
11.1.2	Es suficiente la cantidad de señales verticales?				
11.1.3	Se encuentran en buen estado?				
11.1.4	Están ubicadas correctamente?				
11.1.5	El tipo de soporte es frangible?				
11.1.6	Hay elementos que impidan su visibilidad?				
11.2	Señalización horizontal				
11.2.1	Hay señalización horizontal en la intersección?				
11.2.2	Es suficiente la demarcación horizontal?				
11.2.3	Se encuentra en buen estado?				
11.3	Señalización transitoria				
11.3.1	Hay señalización transitoria en la intersección?				
11.3.2	Es necesario este tipo de señalización?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
12	MOBILIARIO VIAL Y OTROS OBJETOS				
12.1	Barandas flexibles				
12.1.1	Hay barandas flexibles?				
12.1.2	Se ubican suficientemente separadas del obstáculo fijo?				
12.1.3	Poseen adecuada longitud?				
12.1.4	Poseen extremos vivos?				
12.1.5	Poseen extremos con tratamientos seguros?				
12.1.6	Es correcto el armado según el sentido de circulación? (solapes y postes)				
12.1.7	Es adecuada la altura y rigidez para los vehículos pesados que circulan?				
12.1.8	Se observan barandas impactadas?				
12.1.9	Es adecuado su mantenimiento?				
12.2	Barandas rígidas				
12.2.1	Hay barandas rígidas?				
12.2.2	Es correcta su ubicación?				
12.2.3	Poseen un diseño adecuado?				
12.2.4	Poseen adecuada longitud?				
12.2.5	Es adecuado su mantenimiento?				
12.3	Barandas peatonales				
12.3.1	Hay barandas peatonales?				
12.3.2	Es correcta su ubicación?				
12.3.3	Poseen un diseño adecuado?				
12.3.4	Poseen adecuada longitud?				
12.3.5	Es adecuado su mantenimiento?				
12.4	Delineadores				
12.4.1	Hay delineadores? (pretilos, tachas, etc.)				
12.4.2	Es correcta su ubicación?				
12.4.3	Poseen un diseño adecuado?				
12.4.4	Es adecuado su mantenimiento?				
12.5	Amortiguadores de impacto				
12.5.1	Hay amortiguadores de impacto?				
12.5.2	Es correcta su ubicación?				
12.5.3	Poseen un diseño adecuado?				
12.5.4	Es adecuado su mantenimiento?				
12.6	Paradas de ómnibus				
12.6.1	Existen paradas de ómnibus?				
12.6.2	Es adecuada su ubicación?				
12.6.3	Poseen un diseño conveniente?				
12.7	Árboles				
12.7.1	Existen árboles o arbustos que interfieran en la visibilidad de alguno de los movimientos?				
12.7.2	Generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada?				
12.8	Carteles de publicidad				
12.8.1	Existen carteles de publicidad dentro de la zona de camino?				
12.8.2	Producen distracción en los conductores?				
12.8.3	Generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

Intersección:	Código:
Jurisdicción:	Fecha:
Operador:	Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
12.9	Otros objetos				
12.9.1	Existen otros objetos en la zona de la intersección? Especificar				
12.9.2	Restringen la visibilidad?				
12.9.3	Generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN RAMAL INDIVIDUAL**

Intersección:	Código:	Ramal:
Jurisdicción:		Fecha:
Operador:		Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
R1	DISEÑO GEOMÉTRICO				
R1.1	Visibilidad				
R1.1.1	El alineamiento planialtimétrico del ramal provee adecuada visibilidad de llegada a la intersección?				
R1.1.2	Existe adecuada visibilidad para los movimientos permitidos desde el ramal?				
R1.2	Calzada y banquina				
R1.2.1	Es suficiente la cantidad de carriles para el volumen de tránsito del ramal?				
R1.2.2	Es adecuado el ancho de los carriles?				
R1.2.3	La pendiente transversal de calzada y banquina permite un adecuado escurrimiento superficial?				
R1.2.4	La banquina puede utilizarse en forma segura ante una emergencia?				
R1.3	Carriles auxiliares				
R1.3.1	Existen carriles para cambio de velocidad?				
R1.3.2	Es adecuada su longitud?				
R1.3.3	Es adecuado su ancho?				
R1.3.4	Están demarcados horizontalmente?				
R2	SUPERFICIE DE RODAMIENTO				
R2.1	Tipo				
R2.1.1	Es natural?				
R2.1.2	Es de adoquines? (granito, intertrabados, etc.)				
R2.1.3	Posee tratamiento superficial o mejorado?				
R2.1.4	Es de concreto asfáltico?				
R2.1.5	Es de hormigón?				
R2.2	Estado				
R2.2.1	Se encuentra en buen estado?				
R2.2.2	Presenta una adecuada adherencia superficial?				
R2.2.3	Se observa material suelto?				
R2.2.4	Se observan depresiones o baches?				
R2.2.5	Se observan ondulaciones?				
R2.2.6	Se observa ahuellamiento?				
R2.2.7	Se observan fisuras?				
R2.2.8	Se observa otro tipo de problema? Especificar				
R3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL				
R3.1	Preventiva				
R3.1.1	Hay señal preventiva anunciando la proximidad y tipo de intersección?				
R3.1.2	Está ubicada a una distancia adecuada?				
R3.1.3	Es suficiente la señalización preventiva existente?				
R3.1.4	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				
R3.2	Reglamentaria				
R3.2.1	Está señalizada la velocidad máxima del ramal?				
R3.2.2	Si corresponde, existe señalización de reducción escalonada de velocidad?				
R3.2.3	Hay señal de PARE?				
R3.2.4	Es correcta su ubicación?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN RAMAL INDIVIDUAL**

Intersección:	Código:	Ramal:
Jurisdicción:		Fecha:
Operador:		Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
R3.2.5	Hay señal de CEDA EL PASO?				
R3.2.6	Es correcta su ubicación?				
R3.2.7	Es suficiente la señalización reglamentaria existente?				
R3.2.8	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				
R3.3	Informativa				
R3.3.1	Hay señalización de orientación antes de la intersección?				
R3.3.2	Hay señalización de confirmación de destinos después de la intersección?				
R3.3.3	Están señalizadas las direcciones permitidas?				
R3.3.4	Están señalizadas las paradas de ómnibus?				
R3.3.5	Es suficiente la señalización informativa existente?				
R3.3.6	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				
R4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				
R4.1	Marcas longitudinales				
R4.1.1	Están demarcados los bordes de calzada?				
R4.1.2	Están demarcados los carriles?				
R4.1.3	Está demarcada la prohibición de sobrepaso llegando a la intersección?				
R4.1.4	Es suficiente la demarcación longitudinal existente?				
R4.1.5	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				
R4.2	Marcas transversales				
R4.2.1	Hay sendas peatonales demarcadas en correspondencia con los cruces peatonales?				
R4.2.2	Hay sendas ciclistas demarcadas en los cruces correspondientes?				
R4.2.3	Hay línea de pare antes de sendas peatonales o ciclistas?				
R4.2.4	Es suficiente la demarcación transversal existente?				
R4.2.5	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				
R4.3	Marcas especiales				
R4.3.1	Hay marcas canalizadoras en los extremos de separadores centrales?				
R4.3.2	Hay marcas canalizadoras en las narices de divergencia?				
R4.3.3	Hay marcas canalizadoras en las narices de convergencia?				
R4.3.4	Hay flechas indicando los movimientos permitidos?				
R4.3.5	Hay separadores de tránsito?				
R4.3.6	Hay cordones pintados?				
R4.3.7	Hay tachas reflectivas?				
R4.3.8	Hay delineadores?				
R4.3.9	Hay bandas sonoras y/o velocidad máxima pintada que colabore en el control de velocidad?				

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN RAMAL INDIVIDUAL**

Intersección:	Código:	Ramal:
Jurisdicción:		Fecha:
Operador:		Clima:

ITEM	DESCRIPCIÓN	NO CORR	SI	NO	OBSERVACIONES
R4.3.10	Es suficiente la cantidad de marcas especiales existente?				
R4.3.11	La señalización cumple con las normas vigentes? (tamaño, forma, colores, ubicación, etc.)				

5.3 Estimación del nivel de riesgo

A continuación se propone una metodología propia para cuantificar el nivel de riesgo que presenta una intersección. La misma se basa en la combinación de la evaluación que realiza el Inspector en el lugar (in situ) con resultados de investigaciones realizadas a nivel mundial que determinan la influencia de los aspectos evaluados con la ocurrencia de accidentes.

En base a las condiciones existentes en la intersección, el Inspector define el **coeficiente de estado (CE)** para los principales aspectos relacionados con la seguridad vial, utilizando la siguiente escala:

0	Muy bueno / No aplica
1	Bueno
2	Regular
3	Malo / Falta

El **nivel de riesgo (NR)**, que indica la peligrosidad de la intersección, se calcula con la siguiente expresión:

$$NR = \sum_i CRI \times CE_i$$

siendo:

i = aspecto evaluado

CRI = coeficiente de riesgo del aspecto i , si no se realiza la mejora

CE_i = coeficiente de estado para el aspecto i , definido por el Inspector.

Se define el coeficiente de riesgo CRI a partir de la siguiente expresión:

$$CRI = 1 + CRFi / 100$$

donde:

$CRFi$ = porcentaje estimado de reducción de accidentes si se hace la mejora, para el aspecto evaluado i .

Para asignar valores a los factores de reducción de accidentes CRF (**Crash Reduction Factor** en inglés), se trabajó con la base de datos del Crash Modification Factors Clearinghouse. En este sitio web se reúne información sobre distintas investigaciones que aportan resultados de contramedidas aplicadas en determinados casos para reducir la cantidad de accidentes, o al menos su severidad. El sitio fue creado por la Administración Federal de Carreteras del Departamento de Transporte de EEUU, y es mantenido por la Universidad de Carolina del Norte. Estos factores se utilizan en el Highway Safety Manual, publicado por AASHTO, para predecir la reducción de accidentes por la aplicación de determinadas mejoras. Para ello se requiere contar con información estadística de accidentes.

Cada factor es revisado y calificado por medio de estrellas (0 a 5). A mayor cantidad de estrellas mayor confiabilidad posee el factor. Esta calificación tiene en cuenta la rigurosidad de la investigación, la muestra analizada y la calidad de los datos utilizados.

Empleando los distintos motores de búsqueda que permite el sitio, se seleccionaron los coeficientes asociados a “intersecciones”, obteniéndose una base de 1616 registros o coeficientes.

A partir de esta base, se fueron seleccionando los coeficientes asociados a cada uno de los aspectos evaluados. En la medida de lo posible, se descartaron los factores con menor calificación de estrellas, para trabajar únicamente con los más confiables.

Se desestimaron también los coeficientes que indicaban aumento de los accidentes. Hecha esta selección, se calculó un “valor promedio” del grupo. Como ejemplo, en la Tabla N° 1 se muestran los CRF utilizados para la adopción del valor a aplicar en el CR3 – Operación. Se incluye sólo parte de toda la información que existe en el sitio asociado a cada coeficiente.

Tabla N° 1. Valores de CRF para CR3 - Operación

CR3 - operación (CRF Clearinghouse - CMF Search Results)

CMF ID	Countermeasure	CRF	CMF	Crash Type	Crash Severity	Publication Year	Star Quality	Added to Clearinghouse
3921	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h at intersections	44	0.56	All	Fatal	2011	3	06/04/2012
3923	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	18	0.82	Non-intersection	Fatal	2011	3	06/04/2012
3924	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	24	0.76	All	Fatal	2011	3	06/04/2012
3925	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	31	0.69	Fixed object	Fatal	2011	3	06/04/2012
3928	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h at intersections	47	0.53	Angle	Fatal	2011	3	06/04/2012
3926	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	21	0.79	Head on	Fatal	2011	2	06/04/2012
3927	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	56	0.44	Parking related	Fatal	2011	2	06/04/2012
3929	Lower posted speed from 80 km/h to 60 km/h	14	0.86	Truck related	Fatal	2011	2	06/04/2012
	Sumatoria	255						
	Cantidad CRF	8						
	CRF promedio	32						

Para el análisis de la “señalización vertical” y para el estudio de las “márgenes y otros objetos” se trabajó con la base general y no con la particular de “intersecciones”, para trabajar con mayor cantidad de coeficientes.

A fin de cotejar los valores obtenidos según el proceso descrito, se analizaron los valores de CRF publicados por la Asociación Mundial de la Carretera PIARC. Se observó que los valores provenientes de las dos fuentes utilizadas, para la mayoría de los aspectos considerados, son similares. Los coeficientes de PIARC solo se toman como valores de referencia.

En la Tabla N° 2 se resumen los quince aspectos que se proponen evaluar en cada intersección, los valores de CRF adoptados, los valores de CRF de control (PIARC), y los coeficientes de riesgo (CRi) obtenidos según la metodología propuesta.

Tabla N° 2. Valores de CR en base a CRF adoptados

CR	Item del Formulario de Inspección	Aspecto evaluado	CRF (%) (1)	PIARC (%) (2)	CRi adoptado
CR1	3. Tipología	Solución geométrica	51	47	1,51
CR2	4. Control y accesibilidad	Tipo de regulación o control	50	52	1,50
CR3	5. Operación	Velocidades de aproximación	32	24	1,32
CR4	6.2. Visibilidad	Visibilidad geométrica	38	28	1,38
CR5	6.4. Ramas para giros a derecha	Carriles/ramas para giros a izquierda y a derecha	33	35	1,33
	6.5. Dársenas para giros a izquierda				
CR6	6.6. Carriles auxiliares	Carriles para cambio de velocidad	38	--	1,38
CR7	6.9. Isletas y canteros	Canalización	35	35	1,35
CR8	6.10. Instalaciones para ciclistas	Ciclovías, cruces seguros, etc.	21	31	1,21
CR9	6.11. Instalaciones para peatones	Recorridos peatonales, cruces seguros, etc.	41	50	1,41
CR10	7. Superficie de rodamiento	Tipo y estado de superficie de rodamiento	40	46	1,40
CR11	9. Semaforización	Presencia o no de semáforos, visibilidad, etc.	40	37	1,40
CR12	10. Iluminación	Existencia y estado de la iluminación	47	41	1,47
CR13	11.1. Señalización vertical	Cantidad, ubicación y estado señaliz. Vertical	38	42	1,38
CR14	11.2. Señalización horizontal	Cantidad, ubicación y estado señaliz. Horizontal	29	45	1,29
CR15	12. Mobiliario vial y otros objetos	Tratamiento de márgenes, barandas, etc.	39	30	1,39

(1): CMF Clearinghouse, Federal Highway Administration, EEUU.

(2): PIARC Catalogue of design safety problems and potential countermeasures, Francia.

Fuente: Elaboración propia

Si el aspecto evaluado se encuentra en muy buenas condiciones, el CE vale cero, y no suma riesgo o peligrosidad a la intersección. En cambio, si el aspecto considerado se encuentra en muy mal estado o falta, el CE vale 3 y aporta al nodo su valor máximo de peligrosidad. Por lo tanto, a mayor valor de NR más peligrosa será la intersección.

En la Tabla N° 3 se indica el valor mínimo de riesgo (NR = 0) y máximo (NR = 62,16) de una intersección.

Para facilitar la interpretación del nivel de riesgo NR presente en un nodo, se propone correlacionar el valor obtenido con una escala de 0 a 100. Para ello se debe aplicar un coeficiente de transformación igual a 1,609.

En la última columna de la Tabla N° 3 se indican los valores NRi máx. expresados en una escala 0-100.

Tabla N° 3. Valores de NR mínimo y máximos

CR	Item del Formulario de Inspección	CRi adoptado	CE mejor estado	CE peor estado	NR mín.	NR máx.	NR máx. Escala 0-100
CR1	3. Tipología	1,51	0	3	0	4,53	7,29
CR2	4. Control y accesibilidad	1,50	0	3	0	4,50	7,24
CR3	5. Operación	1,32	0	3	0	3,96	6,37
CR4	6.2. Visibilidad	1,38	0	3	0	4,14	6,66
CR5	6.4. Ramas para giros a derecha	1,33	0	3	0	3,99	6,42
	6.5. Dársenas para giros a izquierda						
CR6	6.6. Carriles auxiliares	1,38	0	3	0	4,14	6,66
CR7	6.9. Isletas y canteros	1,35	0	3	0	4,05	6,52
CR8	6.10. Instalaciones para ciclistas	1,21	0	3	0	3,63	5,84
CR9	6.11. Instalaciones para peatones	1,41	0	3	0	4,23	6,81
CR10	7. Superficie de rodamiento	1,40	0	3	0	4,20	6,76
CR11	9. Semaforización	1,40	0	3	0	4,20	6,76
CR12	10. Iluminación	1,47	0	3	0	4,41	7,09
CR13	11.1. Señalización vertical	1,38	0	3	0	4,14	6,66
CR14	11.2. Señalización horizontal	1,29	0	3	0	3,87	6,23
CR15	12. Mobiliario vial y otros objetos	1,39	0	3	0	4,17	6,71
Total:					0	62,16	100,00
					Intersección segura	Intersección muy peligrosa	

Fuente: Elaboración propia

Para el tratamiento de cada intersección, se establece la siguiente priorización en función del nivel de riesgo calculado, expresados en escala de 0 a 100:

- NR < 30 Riesgo bajo → tratamiento deseable, largo plazo, bajo costo.
- 30 ≤ NR ≤ 70 Riesgo medio → tratamiento necesario, medio plazo, costo medio a alto.
- NR > 70 Riesgo alto → tratamiento urgente, corto plazo, sin considerar costo.

En la implementación de mejoras se debe comenzar por las intersecciones que presentan mayor nivel de riesgo. La cantidad total de intervenciones dependerá de los recursos disponibles.

A continuación se describen las condiciones que se deben considerar en el coeficiente de estado para cada aspecto inspeccionado en una intersección. Esta valoración constituye una primera propuesta que puede ser mejorada en el futuro si se sigue ajustando la metodología planteada.

CR1 TIPOLOGÍA, UBICACIÓN, USO DEL SUELO, DISEÑO PLANIALTIMÉTRICO, CARRILES DE PASO		
CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Muy buena tipología para los volúmenes de tránsito existentes, topografía y desarrollo urbanístico/económico en el entorno. Adecuado diseño planialtimétrico para el tránsito de paso y giros. Amplia zona de camino para futuras ampliaciones.
1	Bueno	Tipología aceptable para los volúmenes de tránsito existentes, topografía y desarrollo urbanístico/económico en el entorno. Aceptable diseño planialtimétrico para el tránsito de paso y giros. Suficiente zona de camino para futuras ampliaciones.
2	Regular	Tipología inadecuada para los volúmenes de tránsito existentes, topografía y desarrollo urbanístico/económico en el entorno. Algunos problemas de diseño planialtimétrico para el tránsito de paso y giros. Reducida zona de camino para futuras ampliaciones.
3	Malo / Falta	Tipología inaceptable para los volúmenes de tránsito existentes, topografía y desarrollo urbanístico/económico en el entorno. Inadecuado diseño planialtimétrico para el tránsito de paso y giros. Limitada zona de camino para futuras ampliaciones.

CR2 CONTROL Y ACCESIBILIDAD, UBICACIÓN, USO DEL SUELO		
CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuado tipo de control para la jerarquía de los caminos que se intersectan. Sin centros de actividades y/o accesos próximos que inciden en la operación de la intersección.
1	Bueno	Aceptable tipo de control para la jerarquía de los caminos que se intersectan. Sin centros de actividades y/o accesos próximos que inciden en la operación de la intersección.
2	Regular	Inadecuado tipo de control para la jerarquía de los caminos que se intersectan. Algunos centros de actividades y/o accesos próximos que inciden en la operación de la intersección.
3	Malo / Falta	Inaceptable tipo de control para la jerarquía de los caminos que se intersectan. Varios centros de actividades y/o accesos próximos que inciden en la operación de la intersección.

CR3 OPERACIÓN, UBICACIÓN, USO DEL SUELO, DISEÑO PLANIALTIMÉTRICO		
CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	La tipología y diseño planialtimétrico de la intersección controlan la velocidad de llegada por las ramas, facilitan todos los movimientos del tránsito existente sin que se generen interferencias entre ellos. Velocidades señalizadas correctas.
1	Bueno	La tipología y diseño planialtimétrico de la intersección colaboran en la reducción de la velocidad de llegada por las ramas, permiten que los movimientos del tránsito existente se desarrollen sin interferencias entre ellos. Velocidades señalizadas adecuadas.
2	Regular	La tipología y diseño planialtimétrico de la intersección permiten altas velocidades de llegada por las ramas, algunos movimientos predominantes del tránsito existente se desarrollan con interferencias. Velocidades señalizadas inadecuadas.
3	Malo / Falta	La tipología y diseño planialtimétrico de la intersección no controlan la velocidad de llegada por las ramas, dificultan varios movimientos y se observan interferencias entre ellos. Velocidades señalizadas incorrectas o faltan.

CR4	VISIBILIDAD, DISEÑO PLANIALTIMÉTRICO	
------------	---	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	El diseño planialtimétrico de la intersección provee muy buena visibilidad longitudinal y lateral. Sin elementos fijos/móviles que reduzcan la visibilidad.
1	Bueno	El diseño planialtimétrico de la intersección provee aceptable visibilidad longitudinal y lateral. Pocos elementos fijos/móviles que reducen la visibilidad.
2	Regular	El diseño planialtimétrico de la intersección provee insuficiente visibilidad. Existen varios elementos fijos/móviles que reducen la visibilidad.
3	Malo / Falta	El diseño planialtimétrico de la intersección genera problemas de visibilidad. Elementos fijos/móviles que reducen severamente la visibilidad.

CR5	RAMAS/CARRILES PARA GIROS A DERECHA Y DÁRSENAS PARA GIROS A IZQUIERDA	
------------	--	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada cantidad de ramas/carriles para giros a derecha y dársenas para giros a izquierda, acorde al tránsito existente. Muy buen diseño y señalización. Muy buen estado general. No aplica en rotondas, o cuando existen reducidas cantidades de movimientos de giros.
1	Bueno	Suficiente cantidad de ramas/carriles para giros a derecha y dársenas para giros a izquierda, acorde al tránsito existente. Diseño y señalización aceptables. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de ramas/carriles para giros a derecha y dársenas para giros a izquierda, acorde al tránsito existente. Problemas en el diseño o señalización. Regular estado. No existen y son convenientes.
3	Malo / Falta	Ramas/carriles para giros a derecha y dársenas para giros a izquierda con diseño inaceptable. Sin señalización. Estado general malo. No existen y son necesarios.

CR6	CARRILES AUXILIARES (PARA CAMBIO DE VELOCIDAD)	
------------	---	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada cantidad de carriles auxiliares acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Muy buen diseño y señalización. Muy buen estado general. No aplica en rotondas, o cuando existen reducidas cantidades de movimientos de giros.
1	Bueno	Suficiente cantidad de carriles auxiliares acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Diseño y señalización aceptables. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de carriles auxiliares acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Problemas en el diseño o señalización. Regular estado. No existen y son convenientes.
3	Malo / Falta	Carriles auxiliares con diseño inaceptable. Sin señalización. Estado general malo. No existen y son necesarios.

CR7	ISLETAS Y CANTEROS, BANQUINAS, CALZADA ANULAR	
------------	--	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada canalización acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Muy buen diseño y señalización. Muy buen estado general de la canalización y banquetas. La canalización no aplica cuando existen bajos volúmenes de tránsito. La calzada anular no aplica si no es una rotonda.
1	Bueno	Aceptable canalización acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Buen diseño y señalización. Buen estado general de la canalización y banquetas.
2	Regular	Inadecuada canalización acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Problemas en el diseño y señalización. Mal estado de la canalización y banquetas. No existen y son convenientes.
3	Malo / Falta	Canalización y banquetas con diseño inaceptable acorde al tránsito existente y velocidades de los movimientos. Sin señalización. Estado general malo de la canalización y banquetas. No existen y son necesarias.

CR8	INSTALACIONES PARA CICLISTAS	
------------	-------------------------------------	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Instalaciones con diseño, señalización y visibilidad adecuados al volumen de ciclistas existente. Muy buen estado general. No aplica en casos de bajo o nulo volumen de ciclistas.
1	Bueno	Suficiente cantidad de instalaciones. Diseño, señalización y visibilidad aceptables para el volumen de ciclistas existentes. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de instalaciones para el volumen de ciclistas existente. Problemas en el diseño, señalización y/o visibilidad. Regular estado. No existen y son convenientes.
3	Malo / Falta	Instalaciones para ciclistas con diseño inaceptable, sin señalización y/o visibilidad. Estado general malo. No existen y son necesarias.

CR9	INSTALACIONES PARA PEATONES	
------------	------------------------------------	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Instalaciones con diseño, señalización y visibilidad adecuados al volumen de peatones existente. Muy buen estado general. No aplica en casos de bajo o nulo volumen de peatones.
1	Bueno	Suficiente cantidad de instalaciones. Diseño, señalización y visibilidad aceptables para el volumen de peatones existentes. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de instalaciones para el volumen de peatones existente. Problemas en el diseño, señalización y/o visibilidad. Regular estado. No existen y son convenientes.
3	Malo / Falta	Instalaciones para ciclistaspeatones con diseño inaceptable, sin señalización y/o visibilidad. Estado general malo. No existen y son necesarias.

CR10	SUPERFICIE DE RODAMIENTO, DESAGÜE SUPERFICIAL	
-------------	--	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Superficie de rodamiento en muy buen estado. Correcto desagüe superficial de la calzada, y adecuada adherencia superficial. Muy buen desagüe en toda la zona de la intersección.
1	Bueno	Superficie de rodamiento en estado aceptable. Buen desagüe superficial de la calzada, y suficiente adherencia superficial. Buen desagüe en toda la zona de la intersección.
2	Regular	Superficie de rodamiento en regular estado (deformaciones longitudinales y/o transversales, fisuras). Problemas de acumulación de agua. Reducida adherencia superficial. Algunos problemas de desagüe en la zona de la intersección.
3	Malo / Falta	Superficie de rodamiento en muy mal estado (baches, material suelto, descálces). Graves inconvenientes en el desagüe superficial. Baja adherencia superficial. Severos problemas de desagüe en la zona de la intersección.

CR11	SEMAFORIZACIÓN	
-------------	-----------------------	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Semaforización completa para todos los movimientos y tipos de usuarios de la intersección. Muy buena visibilidad. Correcto funcionamiento. No aplica en determinados tipos de intersecciones, o para bajos volúmenes de tránsito.
1	Bueno	Semáforos en cantidad suficiente, buen funcionamiento. Buen estado de mantenimiento. Adecuada visibilidad.
2	Regular	Algunos semáforos con problemas de funcionamiento y/o visibilidad. Insuficiente cantidad. Regular estado.
3	Malo / Falta	Sin semaforización en intersecciones donde se requiere. Insuficiente cantidad de semáforos, sin visibilidad, mal funcionamiento, elementos de sostén inadecuados.

CR12	ILUMINACIÓN	
-------------	--------------------	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada cantidad, ubicación y distribución de luminarias para el tipo de intersección. Muy buen nivel y uniformidad de iluminación. En caso de ser necesaria, baranda de seguridad bien colocada y en longitud suficiente.
1	Bueno	Suficiente cantidad de luminarias, con ubicación y distribución satisfactoria para el tipo de intersección. Aceptable nivel y uniformidad de iluminación. En caso de ser necesaria, baranda de seguridad bien colocada y en longitud suficiente.
2	Regular	Insuficiente cantidad de luminarias, algunas fuera de servicio, barandas impactadas, mal colocadas o faltan. Nivel y/o uniformidad de iluminación insuficiente para el tipo de intersección. Instalación completa, pero fuera de servicio.
3	Malo / Falta	Escasas o nulas columnas de iluminación. Sin iluminación. Sin barandas de defensa.

CR13	SEÑALIZACIÓN VERTICAL (FIJA Y TRANSITORIA)	
-------------	---	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada cantidad, ubicación y distribución de señales verticales para el tipo de intersección. Muy buena legibilidad y visibilidad. Muy buen estado general.
1	Bueno	Suficiente cantidad de señales verticales, con ubicación y distribución satisfactorias para el tipo de intersección. Aceptable nivel de legibilidad. Buena visibilidad. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de señales verticales, algunas mal ubicadas, con poca legibilidad. Problemas de visibilidad en varias señales. Regular estado.
3	Malo / Falta	Escasa señalización vertical, o nula. Señales ilegibles. Señales incorrectas. Severos problemas de visibilidad. Mal estado.

CR14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (FIJA Y TRANSITORIA)	
-------------	---	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Adecuada cantidad, ubicación y tipología de señalización horizontal. Muy buena legibilidad y visibilidad. Muy buen estado general.
1	Bueno	Suficiente cantidad de señalización horizontal, bien ubicada y tipología correcta. Aceptable nivel de legibilidad. Buen estado general.
2	Regular	Insuficiente cantidad de señalización horizontal. Poca legibilidad. Regular estado.
3	Malo / Falta	Escasa señalización horizontal, o nula. Demarcación ilegible. Señalamiento incorrecto. Estado general malo.

CR15	MOBILIARIO VIAL Y OTROS OBJETOS	
-------------	--	--

CE	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Muy bueno / No aplica	Ausencia de elementos fijos próximos a la calzada. Si existen, su ubicación o diseño, no generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada.
1	Bueno	Existen muy pocos elementos fijos próximos a la calzada que, por su ubicación o diseño, generan situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada.
2	Regular	Existen numerosos elementos fijos con problemas en su ubicación o diseño, que pueden generar situaciones de riesgo en caso de despistes o salidas de calzada.
3	Malo / Falta	Presencia de elementos fijos próximos a la calzada que, por su ubicación o diseño, generan situaciones de extremo riesgo en caso de despistes o salidas de calzada.

La relación entre los aspectos que se proponen inspeccionar (versión resumida de los formularios) y los coeficientes CR asociados es la que se muestra a continuación:

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CRi
1	UBICACIÓN	
1.1	Topografía	CR1 - CR2 - CR3
1.2	Medio Ambiente	
2	USO DEL SUELO	
2.1	Localización	CR1 - CR2 - CR3
2.2	Desarrollo urbanístico/económico en el entorno	
2.3	Centros de actividades	
3	TIPOLOGÍA	
3.1	Cantidad de ramales	CR1
3.2	Ángulo de intersección	
3.3	Tipo de intersección	
3.4	Características de la red vial	
3.5	Zona de camino	
4	CONTROL Y ACCESIBILIDAD	
4.1	Tipo de control	CR2
4.2	Grado de accesibilidad	
5	OPERACIÓN	
5.1	Movimientos vehiculares	CR3
5.2	Composición vehicular	
5.3	Volúmenes vehiculares	
5.4	Velocidades vehiculares	
5.5	Tipos de usuarios	
5.6	Interferencias entre movimientos	
6	DISEÑO GEOMÉTRICO	
6.1	Alineamiento planialtimétrico	CR1 - CR3 - CR4
6.2	Visibilidad	CR4
6.3	Carriles de paso	CR1
6.4	Ramas para giros a derecha	CR5
6.5	Dársenas para giros a izquierda	
6.6	Carriles auxiliares	CR6
6.7	Calzada anular	CR7
6.8	Banquinas	
6.9	Isletas y canteros	
6.10	Instalaciones para ciclistas	CR8
6.11	Instalaciones para peatones	CR9
7	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	
7.1	Tipo	CR10
7.2	Estado	
8	DESAGÜE SUPERFICIAL	
8.1	Pendientes	CR10
8.2	Cordón cuneta	
8.3	Sumideros	
8.4	Alcantarillas	

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN GLOBAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CRi
9	SEMAFORIZACIÓN	
9.1	Características generales	CR11
9.2	Semáforos vehiculares	
9.3	Semáforos peatonales	
9.4	Semáforos especiales	
9.5	Operación	
10	ILUMINACIÓN	
10.1	Ubicación	CR12
10.2	Uniformidad y nivel de iluminación	
10.3	Columnas/Soportes	
11	SEÑALIZACIÓN VIAL	
11.1	Señalización vertical	CR13
11.2	Señalización horizontal	CR14
11.3	Señalización transitoria	CR13 - CR14
12	MOBILIARIO VIAL Y OTROS OBJETOS	
12.1	Barandas flexibles	CR15
12.2	Barandas rígidas	
12.3	Barandas peatonales	
12.4	Delineadores	
12.5	Amortiguadores de impacto	
12.6	Paradas de ómnibus	
12.7	Árboles	
12.8	Carteles de publicidad	
12.9	Otros objetos	

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
INTERSECCIÓN A NIVEL: EVALUACIÓN RAMAL INDIVIDUAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CRi
R1	DISEÑO GEOMÉTRICO	
R1.1	Visibilidad	CR4
R1.2	Calzada y banquina	CR1 - CR10
R1.3	Carriles auxiliares	CR6
R2	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	
R2.1	Tipo	CR10
R2.2	Estado	
R3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
R3.1	Preventiva	CR13
R3.2	Reglamentaria	
R3.3	Informativa	
R4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
R4.1	Marcas longitudinales	CR14
R4.2	Marcas transversales	
R4.3	Marcas especiales	

5.4 Implementación de mejoras de seguridad vial

En la implementación de mejoras se plantean los siguientes objetivos:

- reducir la cantidad y severidad de los accidentes
- reducir los conflictos entre los vehículos y los usuarios más vulnerables
- reducir los conflictos entre los vehículos.

Para seleccionar posibles mejoras, deben tenerse en cuenta las causas que generan los distintos tipos de siniestros en intersecciones no rotatorias y rotatorias.

Por lo general, un determinado problema de seguridad vial admite más de una mejora, y por otra parte, una contramedida específica puede resolver, o beneficiar, a más de un problema.

Para no alentar fallas humanas, es importante que el usuario “no frecuente” perciba adecuadamente la proximidad de la encrucijada, que no se lo exponga a una carga de conducción elevada al utilizar la intersección, que el entorno sea ameno evitando monotonía, que la señalización sea suficiente y clara para no generar confusión, y que la geometría de las ramas permita una adecuada velocidad de llegada al nodo.

Para definir las posibles mejoras en una determinada intersección con cierto nivel de riesgo, puede aplicarse una evaluación multicriterio, considerando distintos aspectos de cada contramedida, tales como el costo de implementación (construcción y mantenimiento), el tiempo de construcción y el beneficio esperado. La definición de las mejoras se realizará teniendo en cuenta los aspectos que permitan un mayor descenso del nivel de riesgo, es decir, seleccionando aquellos que posean mayor CRF.

El beneficio esperado puede medirse a través del costo de los accidentes evitados, o por el ahorro en los daños y consecuencias si se reduce la gravedad de los mismos. La eficiencia de las mejoras se mide fundamentalmente por la siniestralidad evitada, pero también se deben considerar otros beneficios adicionales que se pueden lograr tales como mayor calidad en la movilidad, menor consumo de combustible, menor tiempo de viaje, etc.

Tanto los costos como los tiempos de implementación de las mejoras pueden variar significativamente de un país a otro, de una región a otra, etc., razón por la cual es difícil realizar un análisis económico comparativo de las mismas.

En la Tabla N° 4 se resumen las contramedidas de probada eficiencia según experiencias a nivel mundial obtenidas de la revisión bibliográfica efectuada. Se destacan en particular las numerosas medidas de bajo costo que pueden implementarse en corto tiempo, con carácter preventivo.

Tabla N° 4. Mejoras en intersecciones a nivel.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA	COSTO			TIEMPO IMPLEMENTACIÓN			OBJETIVOS
		BAJO	MODERA- DO	ALTO	CORTO < 1 año	MEDIO 1 a 2 años	LARGO > 2 años	
1	Aplicar controles de normativa vigente	X			X			Educación - Controlar usuarios
2	Colocar pretilas / hitos de arista	X			X			Delinear - guiar
3	Colocar tachas reflectivas	X			X			Delinear - guiar
4	Colocar paneles direccionales en curvas	X			X			Delinear - guiar
5	Pintar cordones	X			X			Delinear - guiar
6	Demarcar borde de calzada con resalto	X			X			Delinear - guiar
7	Limitar velocidades (señalización vertical, bandas óptico sonoras, isletas, etc.)	X			X			Reducir velocidad de llegada
8	Completar/renovar señalización vertical	X			X			Prevenir-advertir-informar
9	Completar/renovar señalización horizontal	X			X			Delinear - guiar
10	Remover obstáculos que limitan visibilidad	X			X			Mejorar visibilidad y legibilidad
11	Colocar señalización vertical a nuevo	X			X			Prevenir-advertir-informar
12	Colocar señalización horizontal a nuevo	X			X			Delinear - guiar
13	Modificar asignación tiempos semáforos	X			X			Reducir severidad de accidentes
14	Colocar extremos de barandas no agresivos	X			X			Reducir severidad de accidentes
15	Colocar baranda de defensa metálica (columnas de iluminación, alcantarillas, etc.)	X			X			Reducir severidad de accidentes
16	Tratar nariz divergencia (señalización, amortiguadores de impacto, baranda, etc.)	X			X			Reducir severidad de accidentes
17	Colocar columnas de iluminación frangibles		X			X		Reducir severidad de accidentes
18	Regularizar calzada (bacheo, pendiente, rugosidad, etc.)		X			X		Reducir severidad de accidentes
19	Regularizar banquetas (desnivel respecto de la calzada, pendiente, etc.)		X			X		Reducir severidad de accidentes
20	Mejorar desagüe superficial (sumideros, cordón cuneta, cunetas, alcantarillas, etc.)		X			X		Reducir severidad de accidentes
21	Mejorar canalización (isletas, canchales, cordones montables, etc.)		X			X		Reducir conflictos
22	Mejorar carriles giros a izq./der. (longitud, ancho, superficie, etc.)		X			X		Reducir conflictos
23	Mejorar carriles de cambio de velocidad (longitud, ancho, superficie, etc.)		X			X		Reducir conflictos
24	Agregar banquetas		X			X		Reducir conflictos
25	Agregar carriles para giros der./izq.		X			X		Reducir conflictos
26	Agregar carriles cambio de velocidad		X			X		Reducir conflictos
27	Proveer canalización		X			X		Reducir conflictos
28	Agregar instalaciones para peatones		X			X		Reducir conflictos
29	Agregar instalaciones para ciclistas		X			X		Reducir conflictos
30	Ubicar/Reubicar paradas de ómnibus		X			X		Reducir conflictos
31	Modificar geometría ramas de enlace			X			X	Reducir conflictos
32	Aplicar control de accesos			X			X	Reducir conflictos
33	Realizar cambios locales de trazado			X			X	Reducir conflictos
34	Modificar tipología intersección			X			X	Reducir conflictos
35	Colocar iluminación			X			X	Mejorar visibilidad y legibilidad
36	Colocar semaforización			X			X	Reducir severidad de accidentes

6. TRABAJO DE CAMPO

Se realizó la inspección de intersecciones a nivel existentes para ajustar los listados de inspección elaborados, y aplicar la metodología propuesta.

El trabajo de campo abarcó tres zonas, con un total de trece intersecciones evaluadas. A continuación se muestra, para cada una de las zonas, las intersecciones inspeccionadas y las consideraciones generales planteadas.

- **Zona 1 → Victoria (Entre Ríos): cinco intersecciones (rotatorias).**

- Intersección N° 1: RN 174 y RP 11
- Intersección N° 2: RP 11 y Circunvalación
- Intersección N° 3: RP 26 y Circunvalación
- Intersección N° 4: RP 26 y RP 11
- Intersección N° 5: RP 11 y Bv. Eva Perón

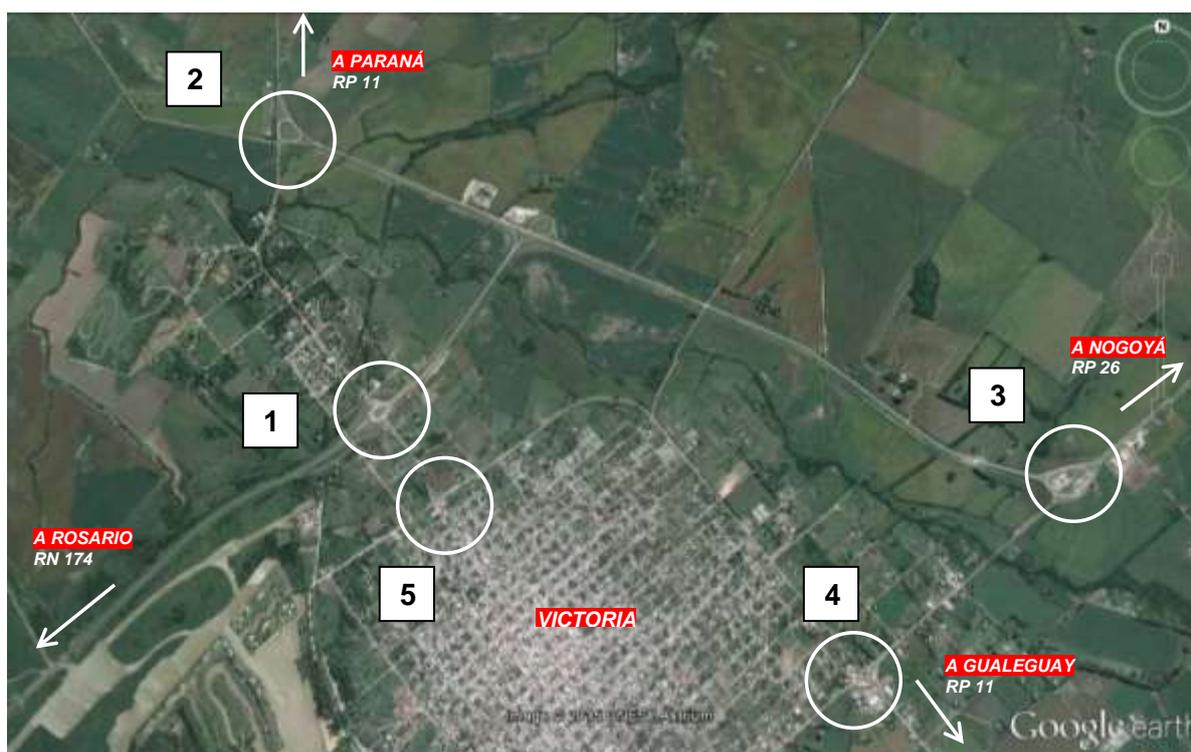


Figura N° 5: Zona 1 - Victoria (Entre Ríos)

Fuente: elaboración propia sobre imagen Google Earth

A modo de ejemplo, en las Tablas N° 5 y 6 se muestran los resultados de la intersección entre la RN 174 y la RP 11, ubicada en la Zona 1, identificada con el número 1.

En las Fotografías N° 1 a 3 se observan algunas de las características de la mencionada intersección.

Tabla N° 5. Evaluación del nivel de riesgo.

Cód.	Item del Formulario de Inspección	Aspecto evaluado	CRi	CE	NRi	NR Escala 0-100	Observaciones
CR1	3. Tipología	Solución geométrica	1,51	1	1,51	2,43	Tipología aceptable.
CR2	4. Control y accesibilidad	Tipo de regulación o control	1,50	1	1,50	2,41	Tipo de control aceptable.
CR3	5. Operación	Velocidades de aproximación	1,32	1	1,32	2,12	Velocidades de llegada bajas, intersección en punto alto.
CR4	6.2. Visibilidad	Visibilidad geométrica	1,38	2	2,76	4,44	Visibilidad reducida por vehículos estacionados en isleta central/banquinas.
CR5	6.4. Ramas para giros a derecha 6.5. Dársenas para giros a izquierda	Carriles/ramas para giros a izquierda y a derecha	1,33	0	0,00	0,00	Carriles giros: no aplica.
CR6	6.6. Carriles auxiliares	Carriles para cambio de velocidad	1,38	0	0,00	0,00	Carriles cambio de velocidad: no aplica.
CR7	6.9. Isletas y canteros	Canalización	1,35	2	2,70	4,34	Falta definir bordes y estado canalización.
CR8	6.10. Instalaciones para ciclistas	Ciclo vías, cruces seguros, etc.	1,21	0	0,00	0,00	No se requieren instalaciones para ciclistas.
CR9	6.11. Instalaciones para peatones	Recorridos peatonales, cruces seguros, etc.	1,41	2	2,82	4,54	Instalaciones para peatones: no hay. Debería haber zona puesto Gendarmería.
CR10	7. Superficie de rodamiento	Tipo y estado de superficie de rodamiento	1,40	1	1,40	2,25	Superficie de rodamiento aceptable.
CR11	9. Semafización	Presencia o no de semáforos, visibilidad, etc.	1,40	0	0,00	0,00	Semafización: no aplica.
CR12	10. Iluminación	Existencia y estado de la iluminación	1,47	0	0,00	0,00	Iluminación muy buena.
CR13	11.1. Señalización vertical	Cantidad, ubicación y estado señaliz. vertical	1,38	2	2,76	4,44	Señalización vertical incompleta. Regular estado.
CR14	11.2. Señalización horizontal	Cantidad, ubicación y estado señaliz. horizontal	1,29	2	2,58	4,15	Señaliz. horizontal nula/deficiente en divergencias, convergencias, longitudinal.
CR15	12. Mobiliario vial y otros objetos	Tratamiento de márgenes, barandas, etc.	1,39	2	2,78	4,47	Banquinas descalzadas, faltan barandas, puesto de gendarmería.
INTERSECCIÓN N° 1: VICTORIA - RN 174 y RP 11				Total:	22	36	RIESGO MEDIO - TRATAMIENTO NECESARIO

Tabla N° 6. Propuesta de mejoras.

Intersección: RN 174 y RP 11				Código: 1				
Jurisdicción: Victoria (Entre Ríos)				Fecha: Noviembre 2011				
Operador: MAF				Nivel de Riesgo: 36				
N°	PROBLEMA	MEJORA	COSTO			TIEMPO		
			BAJO	MOD.	ALTO	CORTO < 1 año	MEDIO 1 a 2 años	LARGO > 2 años
1	Visibilidad reducida por vehículos estacionados en isleta central/banquinas.	Aplicar controles de normativa vigente.	X			X		
2	Falta definir bordes y estado canalización.	Pintar cordones.	X			X		
3	Falta definir bordes y estado canalización.	Mejorar canalización (isletas, canteros, cordones montables, etc.).		X			X	
4	Instalaciones para peatones: no hay. Debería haber zona puesto Gendarmería.	Completar/renovar señalización horizontal.	X			X		
5	Señalización vertical incompleta. Regular estado.	Completar/renovar señalización vertical.	X			X		
6	Señaliz. horizontal nula/deficiente en divergencias, convergencias, longitudinal.	Completar/renovar señalización horizontal.	X			X		
7	Banquinas descalzadas, faltan barandas, puesto de gendarmería.	Regularizar banquetas (desnivel respecto de la calzada, pendiente, etc.).		X			X	
8	Banquinas descalzadas, faltan barandas, puesto de gendarmería.	Colocar baranda de defensa metálica (columnas de iluminación, alcantarillas, etc.)	X			X		



Fotografía N° 1: Calzada anular de hormigón, bordes de calzada sin definir (Intersección N° 1)



Fotografía N° 2: Vehículos estacionados en isleta central (Intersección N° 1)



Fotografía N° 3: Llegada por RN 174 (Ramal Sur), en rampa (Intersección N° 1)

Consideraciones generales Zona 1:

- El orden para el tratamiento de las intersecciones inspeccionadas, según el nivel de riesgo determinado, resulta: N° 4, N° 2, N° 3, N° 5 y N° 1.
- La mayoría de las intersecciones requiere medidas de bajo costo y de rápida implementación como son las correcciones y mejoras en la señalización vial, tanto vertical como horizontal. Estas acciones son de probada eficacia en el aumento de la seguridad vial.
- Otra medida, de fácil aplicación en algunos de los casos, es la mejora en la legibilidad de la canalización simplemente con el pintado de los cordones existentes. Una adecuada canalización contribuye a una circulación fluida, con reducción de los conflictos y gravedad de los accidentes.
- El control de accesos laterales, recomendado en algunas de las intersecciones inspeccionadas, es importante para ordenar y brindar mayor seguridad en la circulación, si bien esta medida puede requerir de mayores costos y tiempo de implementación.
- Debido al entorno rural y suburbano de varias de las intersecciones, no resulta necesario en ellas agregar instalaciones para peatones. Se propone esa medida en las de mayor actividad y/o próximas a la zona urbana.

• Zona 2 → Pergamino (Buenos Aires): tres intersecciones (cruce y empalmes).

- Intersección N° 6: RN 188 y RP 32
- Intersección N° 7: RN 8 y Bv. J.D. Perón
- Intersección N° 8: RN 8 y RN 188



Figura N° 6: Zona 2 - Pergamino (Buenos Aires)

Fuente: elaboración propia sobre imagen Google Earth

Consideraciones generales Zona 2 (*):

- El orden para el tratamiento de las intersecciones inspeccionadas, según el nivel de riesgo determinado, resulta: N° 8, N° 6 y N° 7.
- Se aconseja como medida inmediata corregir la canalización deficiente de la intersección N° 8 ya que dificulta la interpretación cómo realizar los giros a izquierda.
- El completamiento y adecuación de la señalización vial reducirá sustancialmente el nivel de riesgo presente.
- El control de accesos laterales brindará mayor seguridad y fluidez en la operación de las tres intersecciones.
- Para la intersección N° 8 se propone cambiar la tipología a una rotatoria para permitir que todos los movimientos se resuelvan con seguridad y fluidez, controlando la velocidad de llegada desde cada ramal, aunque hubiera que realizar expropiaciones.
- La proximidad de las tres intersecciones conduce al análisis y propuesta de una solución integral para el nodo principal en el que confluyen las rutas nacionales.

(*) La inspección se realizó en el mes de febrero de 2015. Al momento de la redacción de este trabajo, la intersección N° 8 cuenta con semaforización pero sin ninguna otra mejora. La semaforización únicamente facilita el intercambio de prioridad de paso entre ambas rutas. Persiste la canalización deficiente para los giros a izquierda.

• Zona 3 → Tramo Rosario (Santa Fe) – Pergamino (Buenos Aires): cinco intersecciones (empalmes y cruces).

- Intersección N° 9: RN A012 y RP 18
- Intersección N° 10: RP 18 – Acceso a Peyrano
- Intersección N° 11: RP 32 – Acceso a El Socorro
- Intersección N° 12: RP 32 – Acceso a Manuel Ocampo
- Intersección N° 13: RP 32 y RN 188



Figura N° 7: Zona 3 - Tramo Rosario (Santa Fe) - Pergamino (Buenos Aires)

Fuente: elaboración propia sobre imagen Google Maps

Consideraciones generales Zona 3:

- El orden para el tratamiento de las intersecciones inspeccionadas, según el nivel de riesgo determinado, resulta: N° 13, N° 10, N° 11, N° 12 y N° 9.
- Los accesos intermedios deben contar con paradas de ómnibus para ambos sentidos de circulación, con cruces peatonales bien definidos, dársenas para detención de los micros y barandas de defensa para protección de los pasajeros que las utilicen.
- Las mejoras de bajo costo y rápida implementación relativas al completamiento de la señalización vertical y horizontal, permitirán aumentar la seguridad vial en las intersecciones.
- El control de accesos laterales, recomendado en intersecciones con ingresos próximos, brindará mayor seguridad y fluidez en su operación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la Tabla N° 7 se resumen las trece intersecciones inspeccionadas, con el NR calculado y el coeficiente de estado para cada aspecto evaluado.

Tabla N° 7. Resumen de intersecciones inspeccionadas.

INT. N°	LOCALIZACIÓN	TIPOLOGÍA	NR	TRATAMIENTO	COEFICIENTES DE ESTADO PARA CADA CRI														
					CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15
1	VICTORIA - RN 174 y RP 11	Rotatoria	36	NECESARIO	1	1	1	2	0	0	2	2	2	1	0	0	2	2	2
2	VICTORIA - RP 11 y Circunvalación	Rotatoria	38	NECESARIO	2	2	2	1	0	0	1	0	0	1	0	2	2	2	2
3	VICTORIA - RP 26 y Circunvalación	Rotatoria	38	NECESARIO	2	1	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2
4	VICTORIA - RP 26 y RP 11	Rotatoria	45	NECESARIO	1	2	2	2	0	0	3	0	2	1	0	0	3	2	2
5	VICTORIA - RP 11 y Bv. Eva Perón	Rotatoria	38	NECESARIO	1	1	1	2	0	0	2	0	2	1	0	0	3	2	2
6	PERGAMINO - RN 188 Y RP 32	Cruce	68	NECESARIO	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	0	0	3	2	2
7	PERGAMINO - RN 8 Y Bv. J.D.Perón	Empalme	48	NECESARIO	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	0	0	2	2	2
8	PERGAMINO - RN 8 Y RN 188	Empalme	77	URGENTE	3	3	2	2	3	3	3	3	3	1	0	0	3	3	3
9	ROS/PERG - RN A012 Y RP 18	Cruce	20	DESEABLE	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
10	ROS/PERG - RP 18 Y Acc. Peyrano	Cruce	47	NECESARIO	1	2	2	1	2	0	3	0	2	1	0	1	2	2	2
11	ROS/PERG - RP 32 Y Acc. El Socorro	Empalme	42	NECESARIO	1	2	3	1	2	0	0	0	2	1	0	1	2	2	2
12	ROS/PERG - RP 32 Y Acc. Ocampo	Cruce	40	NECESARIO	1	2	3	1	2	0	0	0	2	1	0	1	2	2	2
13	ROS/PERG - RP 32 Y RN 188	Empalme	56	NECESARIO	2	2	3	1	3	2	2	0	2	2	0	0	2	2	2

Realizado el análisis final, se plantean las siguientes conclusiones:

- De los trece nodos inspeccionados, donde se incluyeron las tipologías más frecuentes de intersecciones a nivel, solo uno presenta nivel de riesgo bajo (Intersección N° 9). Cabe recordar que esa intersección fue intervenida en el año 2015.
- Del total de las intersecciones, una sola posee un nivel de riesgo elevado y requiere tratamiento urgente (Intersección N° 8). Las mejoras deben realizarse en el corto plazo, aunque se requieran elevados costos, ya que la solución geométrica y estado general, no brinda seguridad y fluidez a los elevados volúmenes que circulan por las dos rutas nacionales involucradas, con importante porcentaje de vehículos pesados.
- El 85 % del total de las intersecciones inspeccionadas presenta un nivel de riesgo medio, y requieren determinadas mejoras, muchas de ellas de bajo costo y rápida implementación.
- En la mayoría de las intersecciones existen problemas en alguna rama, y en varios casos en todas las ramas de llegada, debidos a la ausencia o error en la señalización vertical reglamentaria que fija las prioridades de paso según tipología geométrica, o por la jerarquía de las vías que acceden al nodo.
- Con excepción de la Intersección N° 9, el resto de los nodos necesitan mejoras en la señalización vertical y horizontal (estado de regular a malo). Esto demuestra no

solo un mantenimiento inadecuado, sino por el contrario la falta o inexistencia del señalamiento vial. En algunos casos, las señales existen pero son incorrectas.

- Cuando el volumen de camiones es elevado, se debe mejorar la visibilidad de las señales ubicándolas en forma aérea (informativa) y si se puede, duplicar la reglamentaria y preventiva sobre ambos márgenes, en las ramas de llegada de la intersección.
- Algunas intersecciones presentan visibilidad reducida para algunos movimientos, por vehículos estacionados en banquetas o isleta central. Este problema tiene una fácil y rápida solución que consiste en la aplicación de controles eficaces de la normativa vigente.
- El 100 % de las intersecciones analizadas cuenta con iluminación. Este hecho aporta eficazmente a la reducción en la cantidad y gravedad de los accidentes en circulación nocturna.
- La totalidad de las intersecciones requiere mejoras en el tratamiento de los costados del camino: banquetas descalzadas, objetos rígidos próximos a la calzada sin baranda de defensa, etc.

Se formulan las siguientes recomendaciones finales:

- La metodología desarrollada se basa fundamentalmente en la evaluación de carácter preventivo, es decir, evitar la ocurrencia de futuros accidentes, que conducen a pérdidas humanas, personas lesionadas y/o daños materiales.
- Se recomienda realizar un seguimiento continuo, aplicando inspecciones de rutina, en cada parte de la red vial, por medio del personal de cada repartición u organismo responsable de dicha infraestructura. Las intersecciones representan los puntos de mayor concentración de accidentes, por eso es conveniente comenzar por ellas.
- Las autoridades gubernamentales deberán asignar los recursos necesarios para realizar las inspecciones, y para la posterior implementación de las mejoras que se requieran.
- A los beneficios que pueden alcanzarse por las propias intervenciones sobre la infraestructura, se suman otras mejoras que pueden lograrse a través de campañas de educación vial, controles sobre los usuarios y los vehículos, otorgamiento de licencias de conducir, formación de conductores profesionales y la concientización a nivel social de que **la seguridad vial es un problema de todos!!**.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) / *Strategic Highway Safety Plan*.-- Editorial AASHTO : EEUU; 2005.
2. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) / *Highway Safety Manual*.-- Editorial AASHTO : EEUU; 2009.
3. Austroads / *Road safety audits*.-- Editorial Austroads : Australia; 2002.
4. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (Conaset) / *Tratamiento de puntos negros con medidas correctivas de bajo costo*.-- Editorial Conaset : Chile; 2008.
5. Department of Main Roads / *Road Planning and Design Manual*.-- Editorial Department of Main Roads : Australia; 2006.
6. Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation / *Strategic Highways Safety Plans*.-- Editorial FHWA : EEUU; 2013.
7. Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation / *Road Safety Fundamentals*.-- Editorial FHWA : EEUU; 2004.
8. Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation .-- en <http://www.cmfclearinghouse.org/> (31-07-2015).
9. Ferreyra M.A., Abriani A., Tazzioli, S.M.B., Zeoli L.M., Marcón J. / *Desarrollo de una metodología de auditoría de seguridad vial para infraestructuras urbanas. Aplicación de un corredor de la ciudad de Rosario*, Proyecto de investigación 1ING342, Universidad Nacional de Rosario : Rosario; 2012.
10. Ferreyra M.A., Zeoli L.M. / *Auditorías de seguridad vial para peatones*, XVIII CLATPU, Universidad Nacional de Rosario : Rosario; 2014.
11. Ferreyra, M. A. , Bassano S. / *Control de accesos en autovías*.-- Escuela de Posgrado y Educación a distancia, Facultad Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario: Rosario; 2011 (Monografía).
12. Florida Department of Transportation / *Florida Intersection Design Guide*.-- Editorial Florida Department of Transportation : EEUU; 2002.
13. Florida Department of Transportation, University of South Florida / *Development of a procedure for prioritizing intersections for improvements considering safety and operational factors*.-- Editorial Florida Department of Transportation : EEUU; 2005.
14. Instituto Mexicano del Transporte / *Eficacia y/o efectividad de medidas de seguridad vial utilizadas en diferentes países*.-- Editorial Instituto Mexicano del Transporte : México; 2011.
15. International Road Assessment Program (iRAP) .-- en <http://www.irap.org/about-irap-3/methodology> (30-07-2015).
16. Organización Mundial de la Salud / *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020*.-- en http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf (30-07-2015).
17. Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea / *Directiva 2008/96/CE: Gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias* : Unión Europea; 2008.
18. Real Automòbil Club de Catalunya (RACC) / *Auditorías de movilidad, Evaluación de Glorietas* : España; 2011.

19. Service d'Études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (Sétra) / *Speed and fatality rate, Basic road safety knowledge*.-- Editorial Sétra : Francia; 2006.
20. Sierra, F. y colabs. / *Ingeniería de Seguridad Vial: autorrevisión de proyectos*, CISEV-II Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial (A4-T020) : Buenos Aires; 2010.
21. Sierra, F. y colabs. / *Medición de los niveles de seguridad e inseguridad*, CISEV-II Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial (A4-T021) : Buenos Aires; 2010.
22. Sierra, F. y colabs. / *Proyecto de Norma de Diseño Geométrico-Informe Final*.-- Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña, Universidad Nacional de San Juan y Dirección Nacional de Vialidad: Buenos Aires; 2010.
23. Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A. (SICE) / *Proyecto DANTE: Desarrollo y Aplicación de Nuevas Tecnologías para la mejora integral de la seguridad vial y el diseño de las intersecciones* : España, 2011.
24. Swedish Government and Swedish Industry / *Traffic safety for Sweden* .-- en www.visionzeroinitiative.se (30-07-2015).
25. Texas Department of Transportation / *Urban Intersection Design Guide*.-- Editorial Texas Department of Transportation : EEUU; 2005.
26. Transportation Research Board (TRB) / *Intersection channelization design guide*, National Cooperative Highway Research Program Report 279.-- Editorial TRB : EEUU; 1985.
27. Transportation Research Board (TRB) / *NCHRP 336 Road safety audits: a synthesis of highway practice*.-- Editorial TRB : EEUU; 2004.
28. Transportation Research Board (TRB) / *Volumen 5: A Guide for Addressing Unsignalized Intersection Collisions*, National Cooperative Highway Research Program Report 500.-- Editorial TRB : EEUU; 2003.
29. Transportation Research Board (TRB), U.S. Department of Transportation / *Roundabouts: An Informational Guide*, Second Edition, National Cooperative Highway Research Program Report 672.-- Editorial TRB : EEUU; 2010.
30. World Road Association / *Managing operational risk in road organization, 2012R13EN*, PIARC Technical Committee C.3.-- Editorial World Road Association : Francia; 2012.
31. World Road Association / *PIARC Catalogue of design safety problems and potential countermeasures, 2009R07*.-- Editorial World Road Association : Francia; 2009.
32. World Road Association / *Security of road infrastructure, 2015R01EN, TF2, Security Task Force*.-- Editorial World Road Association : Francia; 2015.