

Experiencia Diagnóstico de Seguridad Vial en Región del Libertador Bernardo O'Higgins Utilizando La Metodología iRAP.

Experience in Road Safety Diagnosis in the Región del Libertador Bernardo O'Higgins Using the iRAP Methodology.

Franco Salinas ^{1, *}.

¹Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad, Rancagua, Chile.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del
artículo:

Recibido
14-11-2023
Aceptado
16-04-2024
Publicado
25-08-2024

Palabras Clave:
iRAP
Seguridad
Auditorías
Estrellas

Article history:
Received
14-11-2023
Accepted
16-04-2024
Available
25-08-2024

Keywords:
iRAP
Safety
Audits
Star Ratings

Resumen

Este trabajo describe la experiencia en seguridad vial de utilizar metodología iRAP en caminos de la región del Libertador Bernardo O'Higgins. Mediante el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (**iRAP** por su sigla en inglés) nos permitió diagnosticar el estado de la seguridad vial que existía y obtener una proposición de un plan de mejoramiento de los caminos en cuestión. Por lo que con esta herramienta se desarrolló el estudio denominado "Diagnóstico de Seguridad Vial Varias Rutas de la Red Vial de las Regiones de O'Higgins, Maule y Biobío", donde fueron analizados 106,53 km de la red pavimentada de la región del Libertador Bernardo O'Higgins con un proyecto de seguridad vial del orden de los \$3.000.000.000. La Dirección de Vialidad impulsó este programa denominado Diagnóstico de Seguridad Vial de la red vial, enfocada en obtener un perfeccionamiento de las rutas en operación con acciones de bajo costo. Recordemos que la metodología iRAP se basa en un sistema de "Clasificación por Estrellas", que es una medida objetiva del nivel de seguridad vial que tiene un camino. Luego se propone un plan de medidas de mejoramiento que tienen una relación costo beneficio asociada a las vidas probables de salvar. Finalmente nos permitió saber desde el punto de vista de seguridad vial el estado en que se encontraban los caminos analizados y con el mejoramiento realizado la inquietud de hacer seguimientos y futuras auditorías para concluir como han sido los resultados, de tal manera de implementar nuevas metodologías que cierren este ciclo.

Abstract

This paper describes the road safety experience of using the iRAP methodology on roads in the Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Through the International Road Assessment Programme (iRAP), we were able to diagnose the existing road safety conditions and propose a plan to improve the roads in question. Using this tool, a study called "Road Safety Diagnosis of Various Routes in the Road Network of the O'Higgins, Maule, and Biobío Regions" was conducted, where 106.53 km of the paved road network in the Región del Libertador Bernardo O'Higgins were analyzed, with a road safety project valued at approximately \$3,000,000,000. The Dirección de Vialidad initiated this program, called the Road Safety Diagnosis of the Road Network, focused on improving operational routes with low-cost actions. It should be noted that the iRAP methodology is based on a "Star Rating" system, which is an objective measure of the level of road safety on a road. A plan of improvement measures is then proposed, which has a cost-benefit relationship associated with the likely lives saved. Finally, this allowed us to understand the road safety status of the analyzed roads and, with the improvements made, raised the need for follow-ups and future audits to assess the results. This would allow for the implementation of new methodologies to complete this cycle.

* Corresponding author at: Franco Salinas, Dirección de Vialidad, Departamento de Conservación Sub Dpto. Seguridad Vial, Cuevas 530, Oficina 2° Piso, Rancagua, Chile. E-mail address: franco.salinas@mop.gov.cl

RIOCI

journal homepage: <https://rioc.ufro.cl/index.php/rioc/index>
Vol. 12, no. 02, pp. 1–8, Agosto 2024

1. Introducción.

Si bien en Chile gran parte de los accidentes son originados producto de descuidos del propio conductor, como por ejemplo conducir sin mantener una distancia adecuada o bien conducir sin estar atento a las condiciones de tránsito, un considerable porcentaje de éstos ocurre a raíz de la baja calidad de la infraestructura vial existente o bien debido a la inexistencia de elementos adecuados que atenúen el potencial de accidente de cada ruta.

A raíz de lo anterior, y como parte de los esfuerzos destinados a reducir la tasa de fallecidos y lesionados graves en las rutas, la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile, a través de su Departamento de Seguridad Vial ocupó la elaboración de este estudio, con el objetivo de mejorar la calidad de las rutas de la región del Libertador Bernardo O'Higgins entre otras, para así modificar el estándar de las mismas en cuanto a seguridad vial según la metodología del Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP por su sigla en Inglés).

Podemos comentar que el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP) International Road Assessment Programme ha elaborado su trabajo basado en la amplia experiencia de los existentes programas de evaluación de carreteras (EuroRAP, AusRAP, usRAP), con el generoso aporte de la Fundación FIA y el Fondo Global de Seguridad Vial del Banco Mundial, para focalizarse en aquellas carreteras donde un gran número de personas resultan fallecidas o seriamente lesionadas, para inspeccionar e identificar aquellos lugares en los cuales medidas de ingeniería de bajo costo pueden contribuir a la reducción de los lesionados y fallecidos.

En concordancia con lo anterior, el proyecto mencionado recopiló información para la correcta aplicación de la metodología iRAP en rutas de la Región de O'Higgins generando una Clasificación por Estrellas de la red vial, así como propuestas de medidas de mejoramiento y un consiguiente plan de inversiones.

Para cumplir con dicho objetivo se propuso un plan que se sustenta en 5 pilares, uno de los cuales se denomina **"Vías de tránsito y movilidad más seguras"**, que consiste en aumentar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes de carreteras en beneficio de todos sus usuarios, especialmente de los más vulnerables (por ejemplo, los peatones, los ciclistas y los motociclistas). Ello se lograría mediante la aplicación de programas de evaluación y mejora de la infraestructura vial, enfocados en la planificación, el diseño, la construcción y mantenimiento de los caminos, teniendo en cuenta la seguridad

como atributo principal de la vía.

Dicho programa se basa en las siguientes acciones:

- Diagnosticar el nivel de seguridad existente en los caminos, mediante una metodología que permita cuantificarla de forma objetiva.
- Determinar el nivel de seguridad deseado para la red, cuantificando la inversión requerida en función de las obras necesarias.
- Proponer un listado de posibles acciones a realizar para elevar la seguridad hasta el nivel deseado.
- Este estudio fue desarrollado por el Consorcio de Seguridad Vial APSA-LEN, quienes se asociaron con iRAP. Específicamente, la empresa APSA realizó el levantamiento de datos en terreno y aplicó la metodología iRAP, y por su parte, la empresa LEN hizo el post proceso, es decir recogió el plan de mejoras y lo transformó en proyectos de conservación de seguridad vial utilizando las operaciones disponibles en el Manual de Carreteras.

2. Metodología.

Por parte en vialidad de la región del Libertador Bernardo O'Higgins se usó el criterio de selección de las rutas a través de un listado de caminos priorizando los que tenían un mayor TMDA y/o solicitudes de municipios y usuarios. Con este listado y el presupuesto definido para la región se inició el levantamiento de información de datos en terreno a través de la metodología (iRAP).

La metodología (**iRAP**) se basa en el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (International Road Assessment Programme) que toma la experiencia de los programas de evaluación de carreteras (EuroRAP, AusRAP, usRAP), con aportes de la Fundación FIA y el Fondo Global de Seguridad Vial del Banco Mundial, para focalizarse en carreteras donde un gran número de personas resultan seriamente lesionadas o fallecidas, para lo cual inspecciona e identifica aquellos lugares en los cuales medidas de ingeniería con un **bajo costo** pueden contribuir a la reducción de los lesionados y fallecidos.

Por otra parte iRAP trabaja a través del software exclusivo llamado ViDA, y es una tecnología única que se ha desarrollado a través de años de investigación por expertos en seguridad vial y transporte. Este sistema tecnológico utiliza la creación de un Puntaje de Clasificación por Estrellas (SRS por su sigla en Inglés) o nivel de seguridad que presenta una vía que se utiliza para la creación de un sistema de Clasificación de segmentos de vía llamado "Clasificación por Estrellas".

La Clasificación por Estrellas se trata de datos definidos durante la etapa de inspección de carreteras proporcionando una medida

simple y objetiva del nivel de seguridad que está "incorporado" en la carretera para los ocupantes de vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. Es decir, un nivel de seguridad para cada tipo de usuario. Cinco estrellas son sinónimo de las vías más seguras,

mientras que una estrella corresponde a las menos seguras. Esta clasificación permite una comparación visual de la seguridad relativa de cada tramo de una vía analizada.

- PARA CADA TRAMO DE INFRAESTRUCTURA DE LA RUTA SU SEGURIDAD VIAL ES CUANTIFICADA A TRAVÉS DE LA CLASIFICACIÓN POR ESTRELLAS:

5 ESTRELLAS	★★★★★	MUY SEGURA
1 ESTRELLA	★	POCO SEGURA
- LA CLASIFICACIÓN POR ESTRELLAS SE PUEDE REALIZAR PARA CADA TIPO DE USUARIO DE LA VÍA: OCUPANTES DE VEHICULOS, MOTOCICLETAS, CICLISTAS Y PEATONES

Una vez que se cuenta con la Clasificación por Estrellas para cada uno de los tramos estudiados de la red del Libertador Bernardo O'Higgins, iRAP propuso un plan de medidas de mejoramiento. En resumen, la metodología iRAP tuvo las siguientes fases:

1. Levantamiento de datos en terreno. (Inspección)
2. Codificación de los atributos de seguridad de las rutas.
3. Clasificación por Estrellas. (Diagnóstico)
4. Propuesta de mejoras y plan de inversión. (Propuesta para alcanzar el nivel deseado)

2.1. Levantamiento de datos en terreno.

Utilizando vehículos especialmente equipados, software y analistas altamente capacitados, iRAP lleva a cabo inspecciones detalladas de las rutas, centrándose en más de 60 atributos que influyen en la probabilidad de ocurrencia de un siniestro vial y su eventual severidad. El vehículo de inspección se programa para que recoja paquetes fotográficos de alta resolución, asociados a su respectivo punto GPS, cada 20 metros. En consecuencia, con este sistema es posible generar un video continuo del recorrido, con imágenes digitales en color con referencia longitudinal y geodésica del video.

2.2. Codificación de los atributos de seguridad de las rutas.

Esta fase consiste en asignar códigos a las imágenes de la inspección, en términos requeridos por iRAP para su posterior cálculo de nivel de seguridad. Esta codificación de datos se lleva a cabo analizando los paquetes fotográficos y asignando códigos cada 100 m. de la ruta.

Una vez concluida la etapa de codificación, se obtiene un informe detallado de la condición de la vía, el cual resume las características de la calzada y costados de la vía, así como intersecciones y otros atributos para la ruta inspeccionada.

En la siguiente figura se presentan algunos de los atributos más representativos que iRAP analiza en las rutas.

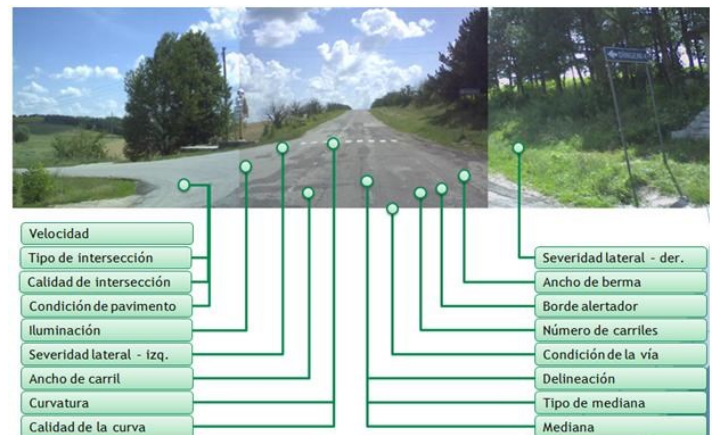


Figura 1. Atributos de seguridad considerados después del levantamiento de datos.

2.3. Clasificación por estrellas.

El concepto de Clasificación por Estrellas, tal como se mencionó anteriormente, es una medida simple y objetiva del nivel de seguridad de la vía, que involucra una inspección a los atributos de la vía que tienen un impacto conocido en la probabilidad de ocurrencia de un siniestro, así como su severidad. El nivel de seguridad que brinda una carretera se clasifica en 5 niveles, los cuales se simbolizan entre 1 y 5 estrellas, donde las vías de mayor riesgo son representadas con una estrella, mientras que aquellas con menor riesgo se representan con 5 estrellas, es decir, los caminos más seguros (4 y 5 estrellas) cuentan con elementos de seguridad vial apropiados para la velocidad de operación del

tránsito, mientras que en aquellos más inseguros (1 y 2 estrellas) los elementos de seguridad de su infraestructura no son apropiados, o son insuficientes para la velocidad de operación de la vía.

2.4. Propuesta de mejoras y plan de inversión

Una vez que se cuenta con la Clasificación por Estrellas (diagnóstico de seguridad vial) para la red estudiada, iRAP propone un plan de medidas de mejoramiento, lo que permite generar planes de inversión vial para una infraestructura más segura y económicamente viable. *(La gama de opciones de mejora van desde demarcación y refugios peatonales, que son de bajo costo, hasta intervenciones mayores de costo más elevado. Cada una de las medidas propuestas debe tener una relación beneficio costo igual o superior a 1.)*

Finalmente, es posible realizar un nuevo análisis donde se incorporan las medidas de mejora propuestas y verificar si su probable implementación, lograrían que la ruta alcance el estándar de seguridad deseado bajo el parámetro de la clasificación por estrellas (3 estrellas o superior).

3. Análisis de resultados.

Para la región del Libertador Bernardo O'Higgins se presentan algunos mapas y gráficos que se obtuvieron de dicha aplicación, que permitieron a posterior elaborar la cartera mencionada. En ellos (para este ejemplo particular) específicamente se muestra a gran escala la Clasificación por Estrellas inicial de la red y más abajo la situación una vez que se aplique todo el plan de mejoras.

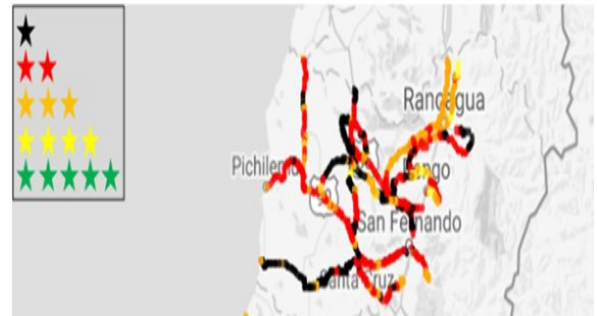


Figura 2. Mapa Diagnóstico de Clasificación por Estrellas, realizado para La Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

La Figura 2 corresponde al diagnóstico oficial de una red analizada con iRAP en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. La ruta cuenta con tramos de colores que están directamente relacionados con el número de estrellas obtenido, es decir, verde representa 5 estrellas, amarillo 4 estrellas, anaranjado 3 estrellas, rojo 2 estrellas, y negro 1 estrella. Este mapa, a su vez, se puede subdividir, creando mapas individuales para un camino, o incluso, un tramo de camino.



Figura 3. Mapa de Clasificación por Estrellas después de implementar medidas de mejora, para La Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

De la Figura 3 se desprende que el impacto de la implementación de medidas en la red estudiada es grande y notorio, pues la red prácticamente elimina todas sus rutas inseguras.

Otra de las alternativas es generar tablas donde se observa la evaluación de manera porcentual, es decir qué porcentaje de la red está clasificado con x estrellas.

Clasificación por Estrellas ?								
Clasificación por estrellas bruta - Contramedidas antes de la implementación								
Clasificación por Estrellas	Ocupante de vehículo		Motocicletas		Peatones		Bicicletas	
	Longitud (km)	Porcentaje	Longitud (km)	Porcentaje	Longitud (km)	Porcentaje	Longitud (km)	Porcentaje
5 Estrellas	155.10	4.74%	0.00	0.00%	17.00	0.52%	0.00	0.00%
4 Estrellas	447.90	13.69%	0.00	0.00%	56.00	1.71%	0.00	0.00%
3 Estrellas	1,077.80	32.93%	0.00	0.00%	5.30	0.16%	51.30	1.57%
2 Estrellas	840.90	25.69%	0.00	0.00%	21.90	0.67%	215.10	6.57%
1 Estrella	749.60	22.90%	0.00	0.00%	417.20	12.75%	364.10	11.12%
No aplica	1.60	0.05%	3,272.90	100.00%	2,755.50	84.19%	2,642.40	80.74%
Totales	3,272.90	100.00%	3,272.90	100.00%	3,272.90	100.00%	3,272.90	100.00%

Figura 4. Tabla de Clasificación por Estrellas correspondiente a un diagnóstico.

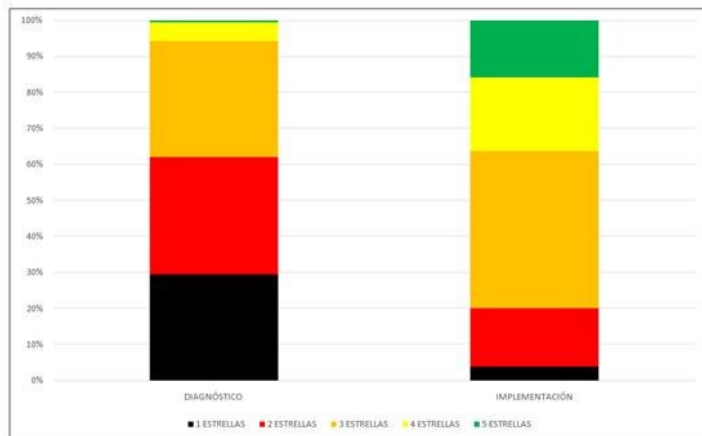


Figura 5. Gráfico porcentual del estado de la red, diagnóstico v/s Simulación por implementación de mejoras.

Para lograr los mapas se hace un análisis tramo a tramo sobre el camino, donde se evalúan una serie de atributos, lo que se traduce en una Clasificación por Estrellas. En la figura 6 se ejemplifica el resultado del análisis de un tramo cuyo resultado puntual es de 1 estrella.



Figura 6. Análisis de atributos mediante iRAP, tramo de ruta 1 estrella.

Vistos los atributos más desfavorables es posible identificar oportunidades de mejora, algunas a largo plazo como podría ser mejorar la geometría de la curva, dotarla de bermas, y eliminar los peligros al costado del camino.

No obstante, como se comentó anteriormente, el objetivo del programa de Diagnóstico **es centrarse en el ámbito de la conservación y soluciones de bajo costo**, en este aspecto se visualizan las siguientes oportunidades de mejora: buena demarcación (señalamiento horizontal), delineadores verticales (señalamiento vertical), barrera con un nivel de contención adecuado para el riesgo existente, además que cuente con la longitud y terminales de acuerdo a lo descrito en el Manual de Carreteras (peligro al costado menos de 1m y terminal de barrera peligrosa), por lo tanto se mejoran al menos tres atributos, lo que dará como resultado una clasificación mayor a una estrella. Del diagnóstico realizado con iRAP a la red vial en la región de O'Higgins se pudo apreciar que el siguiente grupo de medidas fue recomendado con mayor frecuencia:

Mejoras	Kilómetros	% Red
Colocación de barrera de seguridad lateral - lado del copiloto	668.100	11%
Colocación de barrera de seguridad lateral - lado del conductor	642.200	11%
Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) - lado del conductor	425.000	7%
Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras)- lado del copiloto	376.900	6%
Provisión de acera peatonal de lado del pasajero (adyacente al camino)	342.700	6%
Provisión de acera peatonal del lado del piloto (adyacente a la carretera)	324.900	5%
Achurado central (Raya separadora de sentidos de circulación doble y rayas diagonales)	324.800	5%

Figura 7. Diagnóstico realizado con iRAP a la red vial en la región de O'Higgins.

El producto final del estudio es una serie de proyectos de seguridad vial donde las principales partidas que se proponen corresponden en un 50% a los elementos de control y seguridad tanto en ruta como en travesía (paso por zona poblada), un 14% a aceras peatonales, en un 4% a elementos de seguridad para escuelas y un 32% corresponden a otros elementos como: preparación de la faja, movimiento de tierra, capas granulares, revestimientos y pavimentos.

Para el proyecto "Conservación de seguridad vial en varias rutas de, Región del Libertador Bernardo O'Higgins" se consideraron los siguientes caminos:

Tabla 1. Caminos seleccionados para el proyecto.

CAMINO	COMUNAS	LONGITUD (KM)
H-10	SAN FRANCISCO DE	21,9
	MOSTAZAL	
	CODEGUA	
	GRANEROS	
H-210	RANCAGUA	7,1
H-30	RANCAGUA	51,8
	DOÑIHUE	
	COLTAUCO	
TRAVESIA RUTA 5	CODEGUA	24,5
	GRANEROS	
	RANCAGUA	
	OLIVAR	
RUTA 66	REQUINOA	1,235
	MALLOA	
TOTAL		106,535

Una vez que se tiene el plan de mejoras propuesto en proyectos de seguridad vial se requiere de un análisis de especialistas en seguridad vial que permitan transformar este plan de acuerdo a la realidad de cada región. Es así como resultado se obtuvo el proyecto “Conservación de seguridad vial en varias rutas de, Región del Libertador Bernardo O’Higgins” donde se introdujeron nuevos elementos técnicos y partidas que cubrieran las medidas recomendadas en el estudio.

Para dar cumplimiento a las medidas recomendadas, el proyecto contempló entre otras cosas las siguientes obras: Señalización horizontal, vertical, elementos de apoyo, demarcación horizontal, elevada, barreras de contención, aceras, pavimentos, refugios peatonales, balizas radares, mantención de elementos existentes. A modo de ejemplo una partida que se introdujo y que dio buenos resultados es el ITEM N° 5.712-1 REFLECTANTE PARA POSTE DE BARRERA METÁLICA.

El elemento corresponde una lámina reflectante de color amarillo-negro, de 9 x 40 cm., franjas diagonales en 45° de inclinación, separadas en una altura de 5 cm., tal como lo muestra la figura 8.



Figura 8. Lámina Tipo IV según ASTM D4956-05.

4. Conclusiones.

De acuerdo a los antecedentes analizados, basados en la experiencia de seguridad vial con la metodología iRAP en la región del Libertador Bernardo O'Higgins y los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Conclusión 1. iRAP, con su Clasificación por Estrellas y el posterior Plan de Inversión Para Vías Más Seguras, ha constituido una herramienta de gran utilidad para la gestión de seguridad vial, facilitando la toma de decisiones basadas en datos objetivos en la región del Libertador Bernardo O'Higgins.
- Conclusión 2. La disponibilidad de datos de una evaluación iRAP proporciona una cuantiosa información para llevar a cabo gestiones destinadas a la planificación e ingeniería. Esto se traduce, en que los resultados de la implementación de cada una de las medidas de mejoramiento propuestas en el Plan de Inversión están respaldados por evidencias empíricas. Sin embargo, la aplicación de soluciones entregadas en base al estudio y a la implementación de medidas de bajo costo con una futura proyección de seguimiento e inicio de auditorías viales, dará pie en los accidentes a reducir la severidad de lesionados, más que evitarlos, dada las actividades de conservación que se visualizan con prioridad para aumentar estrellas. Sumado el origen o mecánica de ocurrencia en Chile de accidentes viales.
- Conclusión 3. No obstante lo anterior, la metodología iRAP, es una herramienta de evaluación de la seguridad vial que requiere de un análisis de especialistas en seguridad vial que permitan transformar el plan de mejoras propuesto en proyectos de seguridad vial que estén de acuerdo a la realidad de cada región y las normas de diseño según Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas. (el objetivo del programa de Diagnóstico

es centrarse en el ámbito de la conservación y soluciones de bajo costo)

- Conclusión 4. Aprendemos que con la incorporación de procesos exitosos de recolección, análisis y aplicación de datos podremos dar pasos firmes y decisivos en favor de la seguridad vial en nuestra región, sin embargo, nace la inquietud de hacer un seguimiento a lo ejecutado para verificar el grado de cumplimiento de las medidas adoptadas, lo que se traduce en comenzar a introducir auditorías de seguridad vial.
- Conclusión 5. De acuerdo a información de usuarios y profesionales que se han relacionado con el proyecto implementado, tienen la opinión que estas mejoras han generado grandes beneficios y cambios significativos en la seguridad vial de los caminos.

5. Agradecimientos.

Al Ministerio de Obras Públicas, al equipo de seguridad vial de Nivel Central, especialmente al Sr. René García Fuentealba con quien desarrollamos el proyecto de seguridad vial para la región del Libertador Bernardo O'Higgins basados en los antecedentes proporcionados por el Estudio Básico "Diagnóstico de Seguridad Vial Varias Rutas de la Red Vial de Las Regiones de O'Higgins, Maule y Biobío", Santiago 2017. A Empresas (LEN), (APSA), (IRAP).

6. Referencias.

- Consorcio Seguridad Vial APSA - LEN. (2017). *Estudio Básico: Diagnóstico de Seguridad Vial Varias Rutas de la Red Vial de Las Regiones de O'Higgins, Maule y Biobío*. Santiago, Chile.
- Ministerio de Obras Públicas. (2017). Manual de carreteras. Vol 6. *Proyecto de seguridad vial: Conservación de seguridad vial en varias rutas, Región del Libertador Bernardo O'Higgins*. Santiago, Chile.