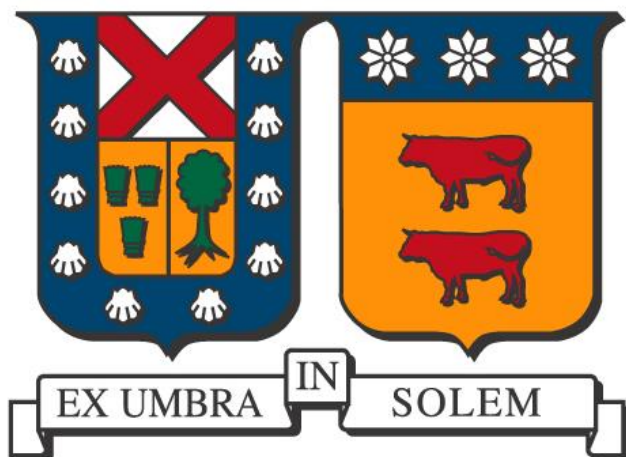




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO INGENIERÍA COMERCIAL

**EVALUACIÓN SOCIAL DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AUTOMÁTICA DE
IMÁGENES DE VEHÍCULOS EN TRÁNSITO, QUE TIENE EL PROPÓSITO DE MEDIR, DE FORMA
OBSERVACIONAL, EL USO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD EN CONASET**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO COMERCIAL**

AUTOR

ROMINA MORALES ORTIZ

PROFESOR GUÍA

JUAN TAPIA

PROFESOR CO REFERENTE

FERNANDO ROWLAND

Resumen Ejecutivo	1
Introducción	4
Definición del Problema de CONASET	6
Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos.....	9
Capítulo 1 Descripción de la Empresa.....	10
CONASET	10
Uso del cinturón de seguridad en el Mundo	12
El uso del cinturón de seguridad en Chile	14
Sistema actual de medición del uso del cinturón de seguridad en CONASET.	19
Capítulo 2 Estado del Arte.....	24
Marco Conceptual	28
Capítulo 3 Antecedentes del Proyecto	30
Requerimientos del Usuario/Cliente	30
Capítulo 4 Sistema de medición propuesto a CONASET	33
Conceptos claves del Sistema de Gestión.....	33
Requerimientos para el desarrollo del Sistema de Gestión.....	33
Prototipo del Sistema de Gestión.....	35
Prueba del Sistema de Gestión.....	41

Resultados de Prueba del Sistema de Gestión	44iii
Capítulo 5 Estudio Técnico del Sistema de Gestión propuesto	47
Definición del proceso productivo.....	47
Selección de Herramientas.....	47
Dispositivo	48
Mano de Obra	50
Capítulo 6 Evaluación Económica del Sistema de Gestión propuesto	51
Estimación y análisis de costos de implementación y prueba del Sistema	51
Beneficios de la implementación del Sistema de Gestión propuesto	55
Capítulo 7 Evaluación Social del Sistema de Gestión propuesto	58
Valor Actual de Costos del Proyecto	58
Valor Actual de Costos del Sistema Actual de Medición.....	67
Capítulo 8 Resultados	68
Capítulo 9 Conclusiones y Recomendaciones	69
Referencias.....	71
Anexos	73

Tabla 1 Números de ciudades seleccionadas y puntos de observación por cada región para realizar las mediciones	23
Tabla 2 Perfil Cliente/Usuario	31
Tabla 4 Herramientas tecnológicas utilizadas en programación de módulos del sistema de gestión.	47
Tabla 5 Insumos para dispositivo y sus costos.	52
Tabla 6 Costos de mano de obra mensual.....	53
Tabla 7 Costo Total de Mano de Obra.....	54
Tabla 8 Otros costos de implementación del Sistema de Gestión	55
Tabla 9 Costo Total de Implementación del Sistema de Gestión en CONASET	55
Tabla 10 Factores Correctivos de Mano de obra por categoría	60
Tabla 11 Puntos de observación por Región.....	63
Tabla 12 Inversión social en pesos en año 0.....	64
Tabla 14 Datos de la Evaluación Social del Sistema de Gestión propuesto y el sistema de medición actual y sus resultados.....	68

Ilustración 1 Las diez causas de muerte más importantes en el mundo, en personas de edades comprendidas entre los 15 y 29 años, 2012.	13
Ilustración 2 Uso del cinturón de seguridad conductor países OCDE, 2014, 2014.....	15
Ilustración 3 Uso cinturón de seguridad asiento trasero países OCDE, 2014	16
Ilustración 4 Uso del cinturón de seguridad del conductor por región (%-Ranking que usa cinturón)	17
Ilustración 5 Uso del cinturón de seguridad del copiloto por región (%-Ranking que usa cinturón)	18
Ilustración 6 Uso del cinturón de seguridad pasajeros traseros por región (%-Región que usa cinturón).....	19
Ilustración 7 Modo de observación para calles y avenidas con más de un carril.	20
Ilustración 8 Modo de observación calles y avenidas con un carril o doble sentido	20
Ilustración 9 Modo de observación calles sin semáforo.	21
Ilustración 10 Modo de observación para zonas de acceso.	21
Ilustración 11 Esquema de interacciones en el sistema de gestión.	36
Ilustración 12 Ciclo del Vida del Usuario en la Interfaz WEB.....	37
Ilustración 13 Visualización de la Interfaz una vez las imágenes enviadas desde el dispositivo en terreno.	38
Ilustración 14 Selección por parte del usuario de los parámetros a medir.....	39
Ilustración 15 Cuantificación de los parámetros seleccionados.	40
Ilustración 16 Mediciones realizadas por el sistema de gestión.	41
Ilustración 17 Imagen capturada en terreno y regiones de interés del Sistema de Gestión	42

Ilustración 18 Zonas en color blanco que corresponden a píxeles en movimiento.	43vi
Ilustración 19 Imagen capturada por Sistema de Gestión de vehículo liviano “medible”.....	44
Ilustración 20 Imagen capturada por el Sistema de Gestión de vehículo liviano “no medible”...	45
Ilustración 21 Imagen capturada por el Sistema de Gestión de vehículo “desenfocado”.....	46
Ilustración 22 Raspberry Pi Model 3 with 16GB.....	48
Ilustración 23 Cámara board V2 for Raspberry Pi 8 megapixel.....	49
Ilustración 24 Módulo para Raspberry Pi 3 modelo B Add-on V2.0	49

Resumen Ejecutivo

El objetivo de esta memoria es determinar la factibilidad técnica, económica y social de la implementación de un Sistema de Gestión automática de imágenes de vehículos livianos en tránsito, que tiene el propósito de medir, de forma observacional, el uso del cinturón de seguridad en CONASET (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito), mediante una evaluación social del proyecto. Lo anterior, con el fin de dar soporte a la toma de decisión por parte de la institución.

Este Sistema de Gestión surge de la necesidad por parte de CONASET, de determinar el perfil de conductores de vehículos livianos, que utilicen los elementos de retención, como lo es el cinturón de seguridad. Por lo anterior, la institución solicita a consultoras, por medio de licitaciones, estudios observacionales para conocer la realidad chilena en cuanto a su uso.

Sin embargo, CONASET desea automatizar implementando tecnología al actual sistema que tiene para medir el uso del cinturón de seguridad y por esta razón, propuso al Programa de Memorias Multidisciplinarias este desafío, el que se aceptó en conjunto con Sergio Vergara, alumno de Ingeniería Civil Telemática de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Para dar solución a la necesidad de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, primeramente, se especificó los requerimientos del usuario/cliente para conocer lo que debía realmente hacer el sistema y las características que debía poseer.

Gracias a lo anterior, se propuso a la institución gubernamental, la implementación en el Departamento Observatorio de Datos, un Sistema de Gestión automática de imágenes

de vehículos livianos, para la medición de forma observacional, del uso del cinturón de seguridad en los conductores. Esta solución les permitirá obtener la cantidad de pasajeros y conductores de la sección interior delantera de automóviles livianos, con una confiabilidad de los datos sobre el 90% y cumplirá con una de sus exigencias: no instalar ningún dispositivo a bordo en los vehículos medidos.

Luego, se definió el Sistema, sus funciones y sus requerimientos técnicos para su implementación, para posteriormente, la cuantificación de costos y beneficios sociales y por último la comparación, mediante una evaluación social, entre el actual sistema de medición de CONASET y el propuesto.

El Sistema de Gestión propuesto otorga a CONASET una interfaz web, permitiendo al usuario intercambiar información con la base de datos. Además, esta interfaz web interactuará con un dispositivo instalado en una pasarela, que consta de una cámara y una tarjeta de desarrollo, que ante una solicitud del usuario envía imágenes individuales de los vehículos que transitan debajo de esa pasarela al servidor, estando disponibles para enviarlas a la interfaz web, donde el cliente puede realizar la medición observacional del uso del cinturón desde un computador.

Para la evaluación social se utilizó el enfoque costo-eficiencia, para identificar si el Sistema de Gestión propuesto presenta el mínimo costo desde el punto de vista técnico-económico, en relación con el actual sistema de medición. Este enfoque fue aplicado puesto que existió dificultad para cuantificar y/o valorar los beneficios sociales del proyecto y es por ello, que se reconoce que los beneficios son deseados por la sociedad y, por lo tanto, el criterio a aplicar será el de mínimo costo.

Se utilizó el siguiente indicador: Valor Actual de Costos (VAC) y su criterio de decisión fue la alternativa que tuvo un VAC menor, pues será la alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación social y los datos que se ocuparon.

<i>Evaluación Social</i>	<i>Sistema de Gestión propuesto</i>	<i>Sistema de medición actual</i>
Horizonte de evaluación	10 años	10 años
Tasa Social de Descuento	6%	6%
Inversión Social	\$27.066.503	\$0
Reinversión en sexto año	\$27.066.503	\$0
VAC	\$293.471.784	\$346.357.038

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se puede concluir que a CONASET le conviene implementar este Sistema de Gestión, pues los indicadores proponen que es la alternativa es más eficiente técnico-económicamente para la institución, ya que ambos son menores que los del actual sistema de medición.

Introducción

La Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, CONASET, en su propósito de conocer y detectar aquellas conductas de la población, que estén relacionadas con la conducción que impliquen riesgos para la sociedad, les ha surgido la necesidad de determinar el perfil de los conductores de vehículos livianos que utilicen los elementos de retención, tales como: el cinturón de seguridad, Sillas de Retención Infantil (SRI) y casco en motociclistas. Además, la presencia de distractores en la conducción.

Es por ello, CONASET, año por medio solicita, por medio de licitación, una investigación empírica que pretenda levantar información válida y confiable sobre el uso de los elementos de seguridad mencionados, con el objeto de conocer la conducta de los conductores y a partir de esto elaborar políticas públicas que apunten a la disminución de siniestros de tránsito y sus consecuencias.

En el contexto de la participación en el Programa de Memorias Multidisciplinarias de la Universidad Técnica Federico Santa María, se aceptó el desafío propuesto por CONASET, que, en un principio, consistió en implementar un sistema capaz de contabilizar, de forma automática y no invasiva, el número de ocupantes que hacen uso del cinturón de seguridad al interior de vehículos livianos en tránsito. Sin embargo, dado el tiempo limitado para dar una solución a CONASET, se acordó entre las partes, solucionar la problemática generando un sistema de gestión de imágenes de vehículos livianos en tránsito, con el propósito de medir de forma observacional el uso del cinturón de seguridad de manera no invasiva.

El objetivo de este estudio es determinar la factibilidad técnica, económica y social de la implementación de este Sistema de Gestión que tiene la función de medir el uso del cinturón de seguridad. Este análisis se realizará mediante una evaluación de proyecto social con el fin de dar soporte a la toma de decisión por parte de CONASET

Primeramente, se define la problemática de la institución, la especificación de los requerimientos para implementar este nuevo sistema. Además, se presenta una cuantificación de costos y beneficios sociales y por último la comparación entre la solución propuesta y el actual sistema de medición de CONAST, mediante un enfoque costo-eficiencia.

Definición del Problema de CONASET

Los estudios empíricos que solicita CONASET por medio de licitación son insumos esenciales para conocer la conducta de los conductores, y a partir de estos, elaborar políticas públicas que apunten a la disminución de siniestros de tránsito y sus consecuencias. Estos estudios son desarrollados por Consultoras que utilizan una metodología observacional no participante, in situ, con observadores que registran las variables de interés en una Tablet y se utilizan los parámetros de estudios de otros países de la región, como la desarrollada por los países miembros del Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI), del cual Chile forma parte, con el objeto de realizar un estudio comparativo respecto a las regiones que se ha desarrollado este tipo de investigación. (Consultora Datavoz Statcom, 2015).

Se quiso abordar la problemática del actual sistema que cuenta el cliente, en dos perspectivas: la de CONASET y la consultora que se adjudicó la licitación de realizar el estudio observacional el año 2015.

En cuanto los problemas que enfrentó DATAVOZ STATCOM, la consultora, se puede mencionar la dificultad técnica que tienen los observadores al momento de realizar las mediciones, puesto que la herramienta utilizada, la Tablet, al darle mucha luz de frente obstaculiza la visión. También, dado que en algunas calles la duración del semáforo en rojo es menor, entonces dificulta el proceso de medición, pues se tiene que registrar con mayor celeridad. Además, problemas en el registro de las patentes de motos, puesto que los números son muy pequeños.

Otro problema detectado es la falta de seguridad de los observadores, que estaban en las calles midiendo el uso de sistemas de retención con una Tablet, muchas veces en lugares peligrosos pudiendo ser asaltados, con el riesgo de que les robaran el instrumento de registro. Conjuntamente, se presentó una compleja logística al realizar estas mediciones en muchas ciudades del país, puesto que se realizaron en 204 puntos de observación que se distribuyeron en distintas ciudades de Chile.

Por otra parte, el tiempo que demoró la consultora en recopilar los datos fue de aproximadamente 10 semanas, inició el 26 de octubre de 2016 y finalizó la semana del 28 de diciembre del mismo año. (Consultora Datavoz Statcom, 2015)

Entre los problemas detectados para CONASET, es que esta comisión recibe un presupuesto anual variable, por lo tanto, debe adecuarse para realizar estudios con distintos niveles de cobertura en función de los fondos. Por esta razón, es difícil comparar los estudios a través del tiempo. Por otra parte, CONASET recibe los resultados de los estudios aproximadamente 10 meses después de adjudicar la licitación a una empresa consultora, tiempo que se pretende disminuir con un nuevo sistema.

Cabe mencionar, que el actual sistema de medición del uso de cinturón de seguridad en los conductores, ha sido utilizado por muchos años y recientemente a CONASET le interesa determinar la cantidad de conductores y pasajeros que hacen uso de este, al interior de vehículos livianos, con el uso de tecnologías a través de un sistema que gestione de forma automática imágenes de vehículos livianos en tránsito, con el propósito de medir de forma observacional, con una confiabilidad del 90%, y no de manera invasiva, es decir,

que no sea necesaria la instalación de ningún dispositivo abordó adicional a los ya existentes.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la factibilidad técnica, económica y social de la implementación de un sistema de gestión de imágenes de vehículos livianos en tránsito, para la medición observacional por parte de CONASET del uso del cinturón de seguridad en los conductores en el país. Este análisis se realizará mediante una evaluación de proyecto social con el fin de dar soporte a la toma de decisión por parte de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito.

Objetivos Específicos

- Establecer los requerimientos necesarios para implementar el Sistema de Gestión automática de imágenes en CONASET.
- Mencionar los beneficios sociales de la implementación del Sistema de Gestión.
- Cuantificar los costos sociales de la implementación del sistema de gestión automática de imágenes de vehículos livianos, para la medición observacional del uso del cinturón de seguridad en los conductores chilenos.
- Determinar si el proyecto es eficiente para CONASET mediante la evaluación social, con respecto al actual método de medición.

Capítulo 1 Descripción de la Empresa

CONASET

“La Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito es un organismo interministerial creado mediante el Decreto Supremo 223, del 27 de diciembre de 1993, como una comisión asesora del presidente de la República, considerando el grave daño social y económico que representan los accidentes de tránsito en el país y la necesidad de enfrentar integralmente el tema” (Total Seguridad, 2010)

La CONASET está compuesta por los siguientes Ministerios, además de los Carabineros de Chile:

- Ministerio del Interior
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia
- Ministerio Secretaría General de Gobierno
- Ministerio de Educación
- Ministerio de Justicia
- Ministerio de Obras Públicas
- Ministerio de Salud
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Misión

Reducir los accidentes de tránsito y sus consecuencias, controlando factores de riesgo en el desplazamiento a través de cambios en normativa y mejoramiento de la infraestructura. Asimismo, promover buenas prácticas de convivencia vial entre los usuarios y relevar la importancia de la temática de seguridad vial, aumentando el conocimiento de los fenómenos del tránsito.

Visión

Garantizar el desplazamiento seguro de todos los usuarios de las vías y generar un cambio cultural en materia de seguridad de tránsito en el país.

Ámbitos de acción

CONASET participa en la redacción de la normativa en materia de tránsito, circulación de vehículos motorizados y en la promoción de la educación y prevención de seguridad vial.

Además, elabora y publica informes anuales a nivel nacional, por regiones y provincias, y ejecuta focalización comunal estadística. Con el levantamiento de datos, de manera conjunta, confecciona informes temáticos, registra y hace seguimiento de accidentes, fallecidos y lesionados.

En cuanto a la formación de conductores, CONASET instaló en todo el territorio nacional, el examen teórico para obtener licencia de conductor y tiene la facultad de realizar modificaciones.

De acuerdo con el Decreto 223 del 27 de diciembre de 1993, CONASET deberá asesorar al presidente de la República en materias referidas a disminuir la elevada tasa de accidentes de tránsito que ocurren en Chile.

Finalmente, Carabineros de Chile está a cargo del control y fiscalización del tránsito en rutas, carreteras y caminos, tanto urbanos como interurbanos en todo el territorio nacional y luego entrega a CONASET los datos estadísticos de todo el país.

Observatorio de Datos

El Observatorio de Datos es el departamento de CONASET que publica las cifras estadísticas, indicadores, estudios de comportamiento, análisis geoespacial y otros temas relativos a los accidentes de tránsito en el país.

Cabe mencionar, que este departamento será el encargado de ocupar el sistema de gestión automática de imágenes de vehículos livianos en tránsito, con el fin de medir de forma observacional, el uso del cinturón de seguridad en los conductores.

Uso del cinturón de seguridad en el Mundo

“Una de las metas de los países pertenecientes a las Naciones Unidas es reducir a la mitad el número mundial de muertes y traumatismos por accidente de tránsito de aquí a 2020”. (Organización Mundial de la Salud, 2015). Lo anterior es un reflejo de un reconocimiento cada vez mayor del enorme precio que se cobran los traumatismos causados por los accidentes de tránsito: estos son una de las causas de muerte más importantes en el mundo, y la principal entre personas de edades comprendidas entre los 15 y los 29 años, que se refleja en la ilustración 1 Las diez causas de muerte más

importantes en el mundo, en personas de edades comprendidas entre los 15 y 29 años, 2012. Ilustración 1.

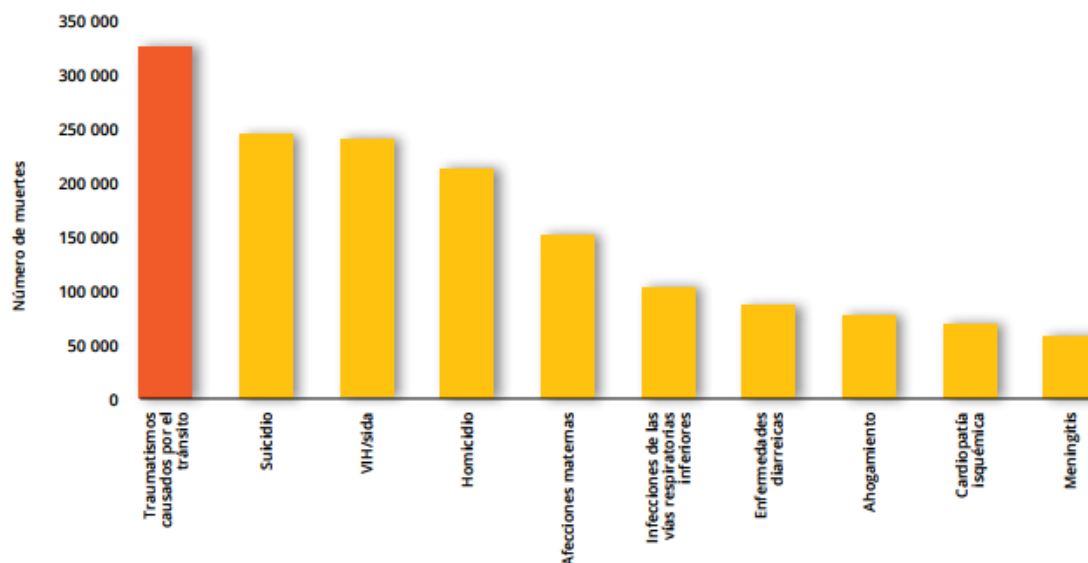


Ilustración 1 Las diez causas de muerte más importantes en el mundo, en personas de edades comprendidas entre los 15 y 29 años, 2012.

Fuente: World Health Organization, Global HealthEstimates, 2014.

Con la inclusión de esta meta también se reconoce la pesada carga que los accidentes de tránsito imponen a la economía nacional y a las familias, y, por tanto, de su pertinencia en los programas de desarrollo y de medio ambiente que se abordan en los ODS¹.

¹ Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

“La legislación sobre seguridad vial contribuye a mejorar el comportamiento de los usuarios de las vías de tránsito y permite reducir los accidentes de carretera, y los traumatismos y muertes derivados de estos – en especial las leyes relativas a los cinco factores de riesgo más importantes que afectan a la seguridad vial: la velocidad, la conducción bajo los efectos del alcohol, el uso del casco cuando se circula en motocicleta, el uso del cinturón de seguridad y el uso de sistemas de retención infantil”. (Organización Mundial de la Salud, 2015)

Dado que llevar el cinturón de seguridad reduce el riesgo de muerte entre los conductores y los pasajeros de los asientos delanteros entre un 45% y 50%, y el riesgo de traumatismos leves y graves entre un 20% y un 45%, respectivamente, muchos países, en los últimos años, han avanzado para modificar las leyes relativas a su uso: en 105 se han promulgado leyes sobre el uso del cinturón de seguridad que contemplan a todos los pasajeros del vehículo.

El uso del cinturón de seguridad en Chile

Un estudio desarrollado por CONASET entre septiembre y octubre de 2014, demostró que en Chile un 78% de las observaciones de los conductores de automóviles (13.998) usa el cinturón de seguridad. (CONASET, 2014) Con esa cifra, nuestro país se encuentra dentro de los países con menor uso de este sistema de retención en conductores entre los países de la OCDE, puesto que está bajo el promedio (86%). En la Ilustración 2 se aprecia el uso del cinturón de seguridad en los países miembros de esta organización mundial.



Ilustración 2 Uso del cinturón de seguridad conductor países OCDE, 2014, 2014.

Fuente: CONASET. Estudio Observacional Uso de sistemas de Retención, 2014.

Además, en Chile solamente un 15% de las observaciones de automóviles con pasajeros traseros (1.745) usa el cinturón de seguridad. Esta cifra pone a nuestro país en el número 24 de 28 naciones de la OCDE. Los países Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido, Irlanda y Alemania encabezan la lista de las naciones miembros de la OCDE con la más alta tasa de uso del cinturón de seguridad en los asientos traseros, con una utilización sobre el 90%, siendo un 63% el promedio de todos los países miembros (CONASET, 2014). En

la Ilustración 3 se aprecia el uso del cinturón de seguridad en asientos traseros de los países de la OCDE.

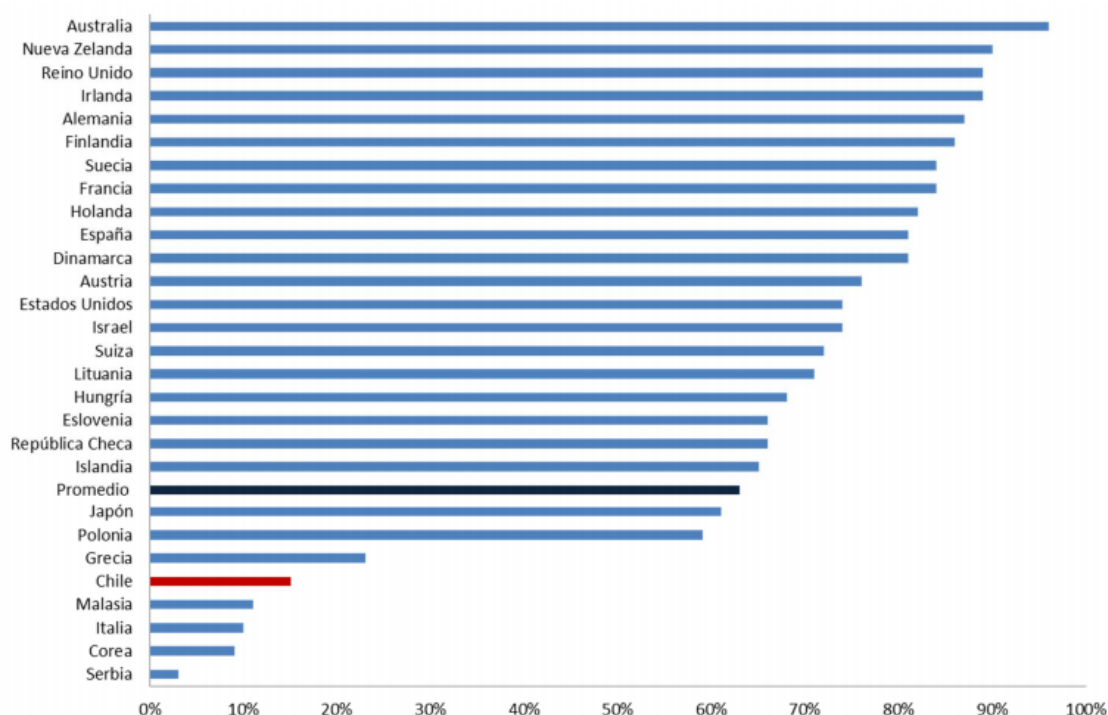


Ilustración 3 Uso cinturón de seguridad asiento trasero países OCDE, 2014

Fuente: CONASET. Estudio Observacional Uso de sistemas de Retención, 2014.

De acuerdo con el “Estudio de Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas”, realizado por DATAVOZ STATCOM el año 2015, se obtuvo que el uso del cinturón de seguridad por parte del conductor a nivel nacional fue de un 77% de los casos

En la Ilustración 4 se muestra el uso del cinturón de seguridad en los conductores por cada región de Chile.

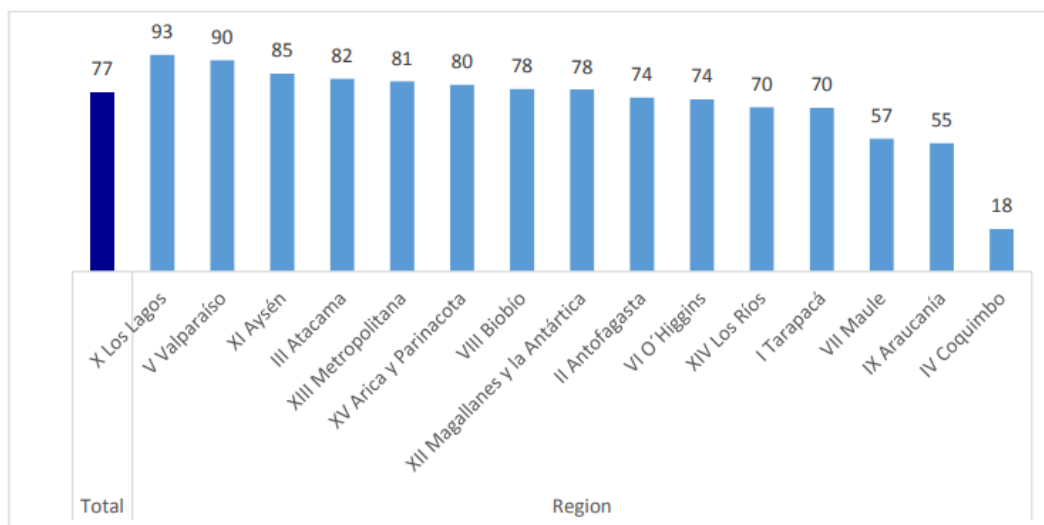


Ilustración 4 Uso del cinturón de seguridad del conductor por región (%-Ranking que usa cinturón)

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015. Submuestra conductores automóbiles: 53.013.

A partir del gráfico anterior, se puede afirmar que la región con conductores más precavidos en cuanto al uso del cinturón de seguridad en la conducción es la X Región de los Lagos, pues un 93% de los casos se observó su utilización y la que tuvo conductores más arriesgados fue la IV Región de Coquimbo con un uso del 18%.

Con respecto a la utilización de este sistema de retención por parte de los copilotos en los vehículos livianos medidos, se puede apreciar en la Ilustración 5, la utilización por región y a nivel nacional se observó su uso en un 60% de las observaciones totales.

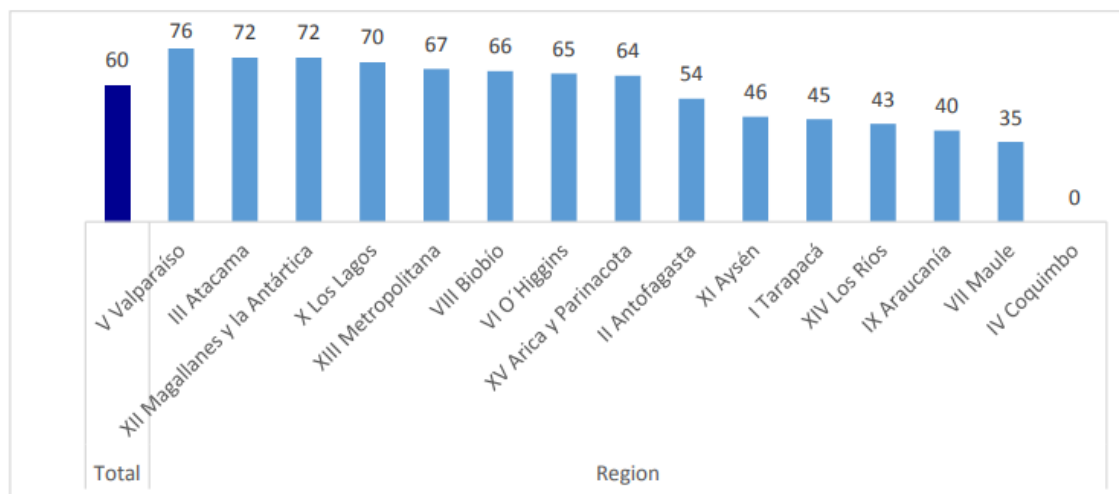


Ilustración 5 Uso del cinturón de seguridad del copiloto por región (%-Ranking que usa cinturón)

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015. Submuestra copilotos automóviles: 20.285.

Se puede distinguir, a partir del gráfico anterior, que la Región con una mayor utilización del cinturón de seguridad por parte de los copilotos en la V Región de Valparaíso con un 76% de las observaciones y la que presentó un menor uso fue la IV de Coquimbo con un 0%.

Por su parte, en relación con los automóviles en los cuales los asientos traseros tenían ocupantes, fue posible observar en la Ilustración 6 que, a nivel nacional, sólo el 13% utilizó el cinturón de seguridad, mientras que la región que tiene un mayor porcentaje de utilización es la de Magallanes y la Antártica.

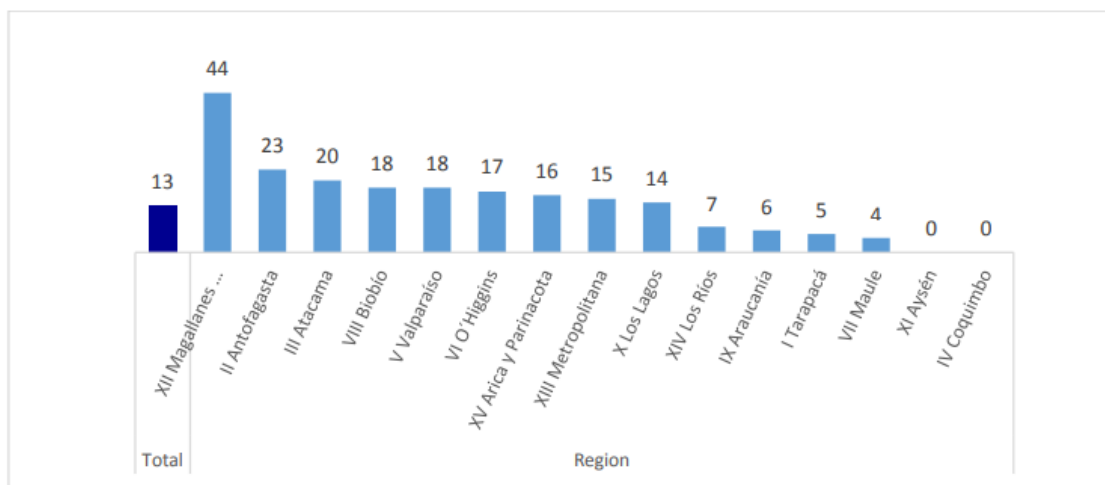


Ilustración 6 Uso del cinturón de seguridad pasajeros traseros por región (%-Región que usa cinturón)

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015. Submuestra pasajeros traseros automóviles: 7.444.

Sistema actual de medición del uso del cinturón de seguridad en CONASET.

El procedimiento de medición de los observadores, en el estudio realizado el año 2015 por DATAVOZ STATCOM fue el siguiente: Se seleccionaron puntos de observación representativos del tránsito urbano, seguros y que no tuvieran controles policiales en las proximidades; de manera que el comportamiento habitual de los conductores no cambiara por ese hecho. Además, realizaron 55 encuestas en la Región Metropolitana sobre el uso de sillas de retención infantil en vehículos livianos. (Consultora Datavoz Statcom, 2015)

En cuanto a la técnica de medición para calles y avenidas con más de un carril, se midieron los vehículos que se detuvieron en la primera y segunda posición del carril próximo derecho, como se muestra en la Ilustración 7.

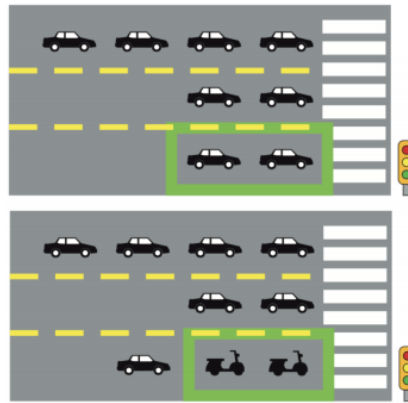


Ilustración 7 Modo de observación para calles y avenidas con más de un carril.

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

Para las calles y avenidas con un carril o doble sentido, se observó el primer y segundo conductor del carril derecho, como se muestra en la Ilustración 8.



Ilustración 8 Modo de observación calles y avenidas con un carril o doble sentido

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

Respecto a las calles sin semáforo, cada dos minutos se seleccionó un primer vehículo como muestra la Ilustración 9.



Ilustración 9 Modo de observación calles sin semáforo.

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

Referente a las zonas de acceso, se seleccionó cada cinco minutos el primer vehículo, como se muestra en la Ilustración 10.

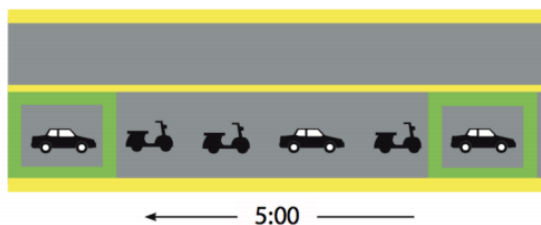


Ilustración 10 Modo de observación para zonas de acceso.

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

El proceso de registro consistió en seleccionar los vehículos según las técnicas mencionadas anteriormente. Luego el observador, registró en su Tablet si el conductor y

pasajeros utilizaban el cinturón de seguridad y si se visualizó el uso del celular u otros distractores en la conducción, y se repitió la acción cuando el semáforo volvió a estar en rojo.

A continuación, en la Tabla 1, se detallan los puntos de observación y el número de ciudades por región que se seleccionó para realizar las mediciones.

Cabe mencionar que el monto desembolsado en la licitación por CONASET fue de \$56.000.000 para el desarrollo de este estudio observacional en el año 2015.

*Tabla 1 Números de ciudades seleccionadas y puntos de observación por cada región
para realizar las mediciones*

<i>Regiones de Chile</i>	<i>Número de Ciudades</i>	<i>Número de puntos de observación</i>
I Tarapacá	2	6
II Antofagasta	2	10
III Atacama	2	6
IV Coquimbo	3	10
V Valparaíso	9	26
VI O'Higgins	4	10
VII Maule	4	10
VIII Bío-Bío	11	30
IX Araucanía	4	10
X Los Lagos	2	8
XI Aysén	1	2
XII Magallanes y la Antártica	1	2
XIV Los Ríos	1	4
XV Arica y Parinacota	1	4
Región Metropolitana	42	122
Total	89	260

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

Capítulo 2 Estado del Arte

El desafío propuesto por CONASET a desarrollar tenía diversas perspectivas a considerar, dependiendo del entorno y sus condiciones, así como las restricciones en la tecnología disponible para llevarlo a cabo.

Desde el punto de vista psicológico, se consideró esta medición del uso del cinturón de seguridad, como un estudio del comportamiento humano, donde el uso o no de este, o de otros sistemas de retención, en los ocupantes de un vehículo, puede verse condicionado por las características del sistema de detección que se utilice.

A manera de organizar la información sobre lo que se conoce actualmente en materia de detección del uso del cinturón de seguridad dentro de vehículos livianos en tránsito, se formó categorías según la perspectiva del sistema: detección según grado de intervención humana, distinguiendo la detección manual y la automática; detección según posición del sistema de medición, considerando detección desde el interior y exterior del vehículo o un sistema que combine ambos; detección con conocimiento o desconocimiento de los ocupantes del vehículo, entre otros puntos de vista.

Existen distintas alternativas que dan solución a la problemática de detectar el uso de este sistema de retención. Sin embargo, se abordó aquellas alternativas que se aproximaron de mejor manera a la problemática, que consiste en detectar el uso del cinturón de seguridad desde el exterior del vehículo, con el objetivo de monitorear la situación, y en el grado de lo posible, hacerlo de forma no invasiva, es decir, sin añadir ningún tipo de dispositivo adicional a los ya existentes al interior del vehículo.

A continuación, se describe la tecnología existente para la detección y su implementación, empezando con los sistemas que lo hacen desde el interior del vehículo, para luego abordar hacia aquellos sistemas que lo hacen desde el exterior.

Detección interior

En el año 2004, los inventores George E. Hypke y Robert R. Walker con su patente “Apparatus and methods for monitoring and detecting seat belt usage”, proponen un sistema de detección del uso del cinturón de seguridad a través de una pistola radar. (EEUU Patente nº US6784803 B1, 2004). Este sistema contempla un dispositivo transmisor y receptor alojado en el vehículo, el cual se comunica a través de ondas de radio con la pistola radar al exterior, que también posee un transmisor y receptor. Esta comunicación se realiza preferentemente en la banda de 418 MHz, a través de 8 canales, los cuales envían los datos desde el vehículo al ser solicitados por la pistola radar, cuando se “dispara” la señal al automóvil. La información de los canales contempla el estado del uso del cinturón de seguridad, es decir, si está siendo utilizado o no, además del código del vehículo en particular para ser identificado.

En el sistema anteriormente mencionado, se hace indispensable la instalación de los sensores y el dispositivo de comunicación en el vehículo, para lograr la detección del uso del cinturón de seguridad, por lo que presenta un alto grado de intervención en los automóviles, sin mencionar el hecho que aquello requiere una política de seguridad, que establezca normas legales que permitan su implementación. Dicho sistema se encuentra dentro de las categorías de detección interior-exterior, ya que se detecta el uso del cinturón de seguridad al interior del vehículo y la comunicación con el exterior hacia la pistola radar

permite monitorearlo. También se puede clasificar como detección manual, debido a que requiere intervención humana en el momento y lugar que se desea monitorear, junto con el uso de la pistola radar. Finalmente, esta detección se lleva a cabo con conocimiento de los ocupantes, por lo que el comportamiento de estos está condicionado, al tener conciencia de que pueden ser monitoreados sobre el uso del cinturón de seguridad.

Otro sistema es el propuesto en la patente “Seat belt status external monitoring apparatus and method”, publicada el año 2010 por el inventor William D. Cotter, cuya idea consiste en un sistema que monitorea el uso del cinturón de seguridad al interior de un vehículo, utilizando sensores infrarrojos y de peso en los asientos. (EEUU Patente n° US7812716 B1, 2010). Estos sensores tienen el propósito específico de detectar la presencia de una persona que ocupe un asiento, pues se puede calibrar el sensor de peso para establecer un rango, que aporta información acerca de lo que se encuentra sobre el asiento, en caso de satisfacer la condición, el sensor infrarrojo procede a averiguar si es una persona o no. El sistema cuenta, además, con un controlador central que recibe las señales de estos sensores, junto con otros posicionados en las hebillas de los cinturones de seguridad, que detectan si estos se encuentran abrochados. Con estos datos sobre la presencia de ocupantes en los asientos y el uso del cinturón en cada uno, se puede tomar una decisión y comunicar el estado de los asientos hacia el exterior del vehículo con una señal lumínica, facilitando el monitoreo desde el exterior.

La patente anterior presenta similitudes con la propuesta de George E. Hypke y Robert R. Walker, pues también se requiere la intervención del automóvil con instalación de sensores y otros dispositivos. Asimismo, se puede categorizar como detección interior-

exterior y detección manual, puesto requiere que un observador externo visualice la señal lumínica para realizar la medición. En este último aspecto, la presente patente tiene una ventaja sobre utilizar la pistola radar de la patente anterior, en circunstancias donde se hace complejo focalizar la pistola apuntando al vehículo en movimiento, mientras que representa una desventaja en situaciones donde no se distinga la señal lumínica con facilidad o que se confunda con otras luces, por ejemplo. Cabe mencionar que este último sistema también realiza la detección con conocimiento de los ocupantes del vehículo, por lo que el comportamiento de estos se ve condicionado.

Detección exterior

Un tercer caso de estudio se presenta en el paper “Image-based seat belt detection”, publicado el año 2011 por los autores Huiwen Guo, Hui Lin y Shaohua Zhang. (Huiwen Guo, 2011). Este trabajo propone un método de detección del uso del cinturón de seguridad mediante una cámara externa y ajena al vehículo, desde donde se capturan imágenes y se realiza un posterior procesamiento de estas para determinar la posición del conductor. Se plantean parámetros a considerar para encontrar dicha zona de interés con respecto a la patente del automóvil. En dicha zona, donde se encuentra el conductor, se aplican técnicas de detección de bordes y se analizan para determinar territorios candidatos que satisfagan las características de un cinturón de seguridad. Finalmente, se analizan los resultados para tomar la decisión acerca de si existe uso o no de este sistema de retención por parte del conductor.

Este último trabajo se puede clasificar como detección automática, exterior y con desconocimiento de los ocupantes del vehículo, por el hecho que no es necesaria ningún

tipo de instalación al interior del automóvil, además las cámaras son elementos habituales en las rutas, por lo que no existirán sospechas de una detección del uso del cinturón de seguridad al notar la presencia de éstas.

Marco Conceptual

Las restricciones impuestas por el cliente acerca del desafío acotan el espectro de soluciones viables a implementar, por lo que, de las soluciones existentes presentadas anteriormente, sólo el último trabajo se acerca de mejor forma a lo que se quiere conseguir.

Dicho esto, los aspectos fundamentales con los que debe contar el sistema de gestión automática de imágenes para CONASET son:

- Automático o semiautomático, es decir, en la medida de lo posible, se debe disminuir la intervención humana en el sistema de medición. Este aspecto es relevante si se tiene en consideración el sistema actual que tiene CONASET, en el cual existen personas en terreno obteniendo las muestras en puntos de observación establecidos. Al estar condicionados por los tiempos en que el semáforo se encuentra en luz roja para tomar las muestras, y considerando que solo se observan los dos primeros vehículos en la pista más cercana al observador, la cantidad de datos que se pueden adquirir en el transcurso de 1 hora es escasa, por lo que se debe repetir este proceso varias horas al día y durante semanas para tener una muestra representativa.

CONASET desea un sistema de gestión automática de imágenes que disminuya la intervención humana, y que logre independizarse de los tiempos del semáforo, consiguiendo de esta forma, una cantidad de muestras significativa en un menor

tiempo comparado con el sistema actual.

- Oportuno, guarda relación específicamente con disminuir los tiempos actuales que tarda obtener datos estadísticos, para tomar decisiones acerca de la normativa sobre el uso de sistemas de retención en vehículos livianos.
- Confiable, pues se pretende mejorar la calidad de las muestras al mismo tiempo de generar un sistema con un comportamiento consistente, es decir, bajo circunstancias similares de muestreo, que presente un rendimiento similar de medición sin perjudicar su nivel de confiabilidad.

Capítulo 3 Antecedentes del Proyecto

Requerimientos del Usuario/Cliente

Para construir un sistema se debe averiguar qué es exactamente lo que tiene que hacer. La etapa de análisis en el ciclo de vida del sistema corresponde al proceso mediante el cual se intenta descubrir qué es lo que realmente se necesita y se llega a una comprensión adecuada de los requerimientos del sistema (las características que el sistema debe poseer). (Berzal)

Se enfocó en extraer los requisitos del sistema a implementar puesto que usualmente el cliente/usuario tiene una visión incompleta e inexacta de lo que necesita y fue preciso ayudarlo para obtener la perspectiva completa de sus requerimientos. El contenido de comunicación en esta etapa fue vital puesto que se buscó eliminar la ambigüedad. Para cumplir con lo anterior, se tuvo varias entrevistas presenciales y mediante Skype con la contraparte, para conocer sus necesidades, cómo trabajan, qué sistemas utilizan y por sobre todo sus expectativas, y con esto se mejoraron las características del sistema de medición propuesto.

Primeramente, se identificó a nuestro Cliente y Usuario, CONASET, específicamente a cuatro personas que trabajan en el Departamento Observatorio de Datos. Se desarrolló un perfil más detallado con sus características claves que se resume en la Tabla 2.

Tabla 2 Perfil Cliente/Usuario

	<i>Carla</i>	<i>Pilar</i>	<i>Romanette</i>	<i>Andrea</i>
Edad	35	40	29	28
Sexo	Femenino	Femenino	Femenino	Femenino
Estado civil	Casada	Casada	Soltera	Soltera
Nacionalidad	Chilena	Chilena	Chilena	Chilena
Profesión	Cientista Político	Ingeniero Estadístico	Geólogo	Sociólogo

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la experiencia con el dominio de sistemas, plataformas tecnológicas, softwares; en el Departamento Observatorio de Datos no se utilizan sistemas propios, pero si utilizan programas como SSPS, Access y Excel.

Con respecto a las expectativas sobre el nuevo sistema de medición, CONASET espera una nueva herramienta, una alternativa a la actual forma de medir el uso del cinturón de seguridad a través de estudios observacionales. Se espera que esta herramienta sea amigable con el usuario, de fácil acceso y compatible con los programas que usa regularmente el Departamento.

CONASET espera obtener los datos de las mediciones del uso del cinturón de seguridad, para realizar evaluaciones y comparaciones entre días de la semana, mes a mes, trimestral y anual, con el objeto de detectar posibles cambios en el comportamiento de los conductores en las estaciones del año.

Además, con el propósito de conocer las prioridades del cliente en cuanto a características del sistema de medición propuesto, se le entregó doce conceptos claves, entre los cuales se encontraban: Automático, Accesible, Interfaz bonita, Compatible, entre

otros, para que el usuario lo ordenara según sus prioridades y requerimientos. Entre las cinco características más importantes para el sistema según CONASET son:

- Automático: se pretende que en el sistema propuesto minimice la intervención humana en la medición del uso del cinturón de seguridad en vehículos livianos.
- Seguro: se requiere que los datos que entregue el sistema propuesto no sean vulnerados por terceros.
- Compatible: se necesita que los datos entregados por el nuevo sistema de medición sean descargables en los programas que más utiliza el cliente, los cuales son: Excel, SSPS y Access.
- Transportable: se busca que el sistema propuesto se pueda replicar en cualquier ciudad de Chile.
- Remoto: se pretende que para realizar una medición del uso del cinturón de seguridad no se requiera de una persona en el lugar de evaluación.

Capítulo 4 Sistema de medición propuesto a CONASET

Se propone un Sistema de Gestión automática de imágenes de vehículos livianos, para la medición de forma observacional, del uso del cinturón de seguridad en los conductores. Esta solución permitirá a CONASET, obtener la cantidad de pasajeros y conductores de la sección interior delantera de automóviles livianos, a través de esta herramienta tecnológica, con una confiabilidad de los datos sobre el 90% y de manera no invasiva.

Conceptos claves del Sistema de Gestión

Para comprender la terminología utilizada en el Sistema de Gestión propuesto, se destacan tres conceptos claves, los cuales son:

- **Muestra:** Corresponde a un conjunto de imágenes de vehículos livianos en tránsito, que servirán de insumo para el sistema. Dichas imágenes, permiten a CONASET medir el uso del cinturón de seguridad en la muestra visualizada en la interfaz.
- **Medición:** Es el acto de cuantificar el uso del cinturón de seguridad y el número de pasajeros en la sección interior delantera de los vehículos livianos presenciados en cada muestra (imagen).

Requerimientos para el desarrollo del Sistema de Gestión

Herramientas tecnológicas

Estas tecnologías corresponden principalmente al lenguaje de programación Python

3. Sobre la base de este lenguaje se requiere el servidor de aplicaciones Tornado y las librerías de OpenCV que permiten el procesamiento de imágenes sobre Python, además de

la librería openpyxl, que permite la manipulación de documentos Excel a través de Python. Estas herramientas tecnológicas mencionadas son descargables de forma gratuita.

El desarrollo de este sistema de gestión consta de la generación de cinco módulos que lo componen, los cuales son: Interfaz WEB, Servidor, Procesamiento, Almacenamiento e Imágenes; y tienen las siguientes funciones:

- Interfaz web: Tiene la función de interactuar con el usuario, ofreciendo las funcionalidades del sistema, donde el usuario puede elegir entre programar muestreos, realizar mediciones o descargar en Excel datos de mediciones ejecutadas anteriormente.
- Servidor: La función de este módulo es la correcta gestión de las solicitudes del usuario y las respuestas del sistema, conectando el módulo de Interfaz WEB (usuario) con el de Procesamiento y el de Imágenes.
- Imágenes: Es el encargado de recibir las imágenes de vehículos, las cuales son estandarizadas y comprimidas para ser almacenadas por el módulo de Almacenamiento.
- Procesamiento: Durante el proceso de medición, este módulo es el encargado de mantener las imágenes a medir asociadas a sus datos de medición, es decir, a la cantidad de vehículos, cantidad de pasajeros en esos vehículos y la cantidad de cinturones de seguridad presentes en dicha imagen. Una vez finalizada la medición, este módulo también se encarga de recopilar los datos de todas las imágenes y generar un documento Excel, que el usuario puede descargar.

- Almacenamiento: Módulo encargado de almacenar tanto las imágenes cargadas, así como los datos de medición de cada imagen.

A partir del perfil de usuario y cliente realizado, se concluyó que es un aspecto relevante la integración del sistema con el formato Excel, por lo que en el desarrollo de dichos módulos se hizo énfasis en la Interfaz WEB y Procesamiento, que corresponden al elemento de interacción directa con el usuario y al de gestión de datos con integración en formato Excel, respectivamente.

Cabe mencionar que fue fundamental en el proceso de programación, realizar una constante validación de la Interfaz WEB con el usuario final, con el objetivo que el resultado fuese lo más amigable posible y el sistema sea utilizado. Por lo anterior, CONASET validó el módulo de Interfaz WEB y posteriormente se desarrollaron el resto de los módulos.

Prototipo del Sistema de Gestión

En la Ilustración 11, se visualiza un triángulo que explica las interacciones del usuario en el Sistema de Gestión. En un vértice se encuentra el usuario, CONASET, quien interactúa con el sistema a través de una interfaz WEB, pudiendo intercambiar información con la base de datos. Esta interfaz también interactúa con el dispositivo, que consta de la cámara y la tarjeta de desarrollo, ubicado en terreno, que, ante la solicitud del usuario, envía las imágenes al servidor, estando disponibles para enviarlas a la interfaz WEB, donde el cliente puede realizar una medición.

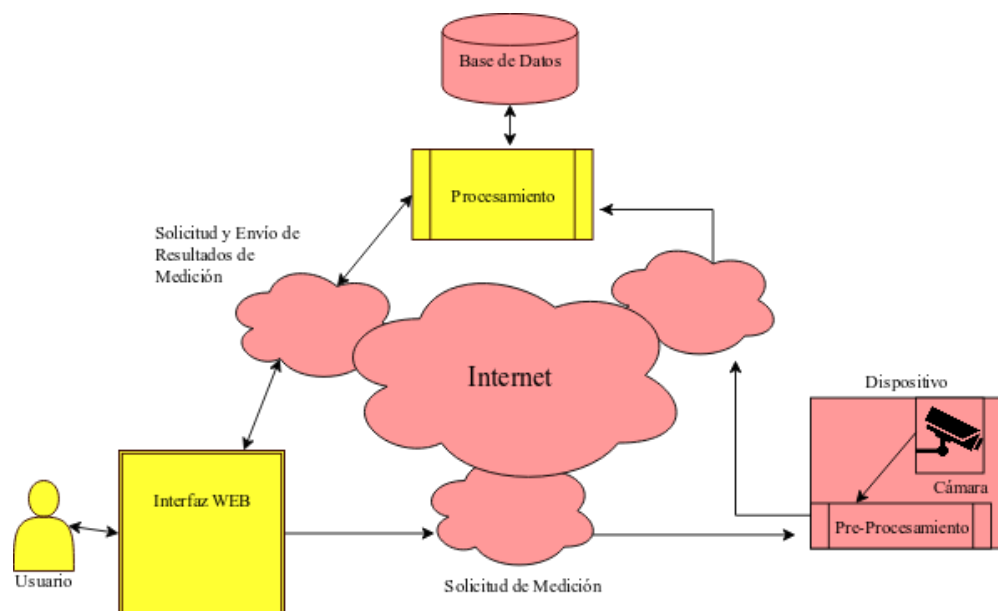


Ilustración 11 Esquema de interacciones en el sistema de gestión.

Fuente: Elaborado por Sergio Vergara.

Interfaz web

Las funcionalidades que ofrece la interfaz WEB al cliente se resumen en la Ilustración 12..

De acuerdo con el ciclo de vida del cliente en la interfaz WEB, que se presenta en la siguiente ilustración, CONASET podrá acceder al interfaz WEB con su cuenta de Google, es decir, cada usuario tendrá un perfil. Una vez dentro de la plataforma, el usuario podrá programar un muestreo, es decir con el dispositivo posicionado donde se pretende muestrear, enviarle un mensaje con la fecha y horario en que se quiere realizar la captura de imágenes de vehículos y una vez realizada, que estas se envíen a la plataforma para que se almacenen como una muestra y que el usuario pueda realizar una medición posteriormente.

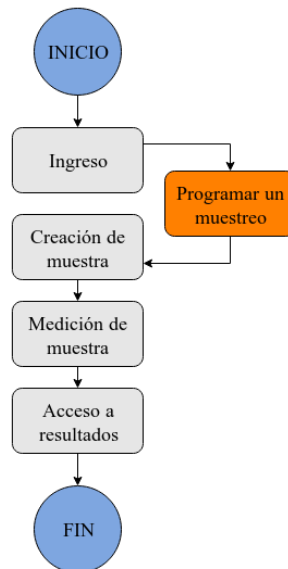


Ilustración 12 Ciclo del Vida del Usuario en la Interfaz WEB.

Fuente: Elaborado por Sergio Vergara.

Consecutivamente, el usuario podrá seleccionar “Crear una muestra”, y se cargaran, desde servidor a la interfaz, un conjunto de imágenes de vehículos livianos individuales (muestra), que comparten características como la fecha en que fueron capturadas y lugar, con las que se pretende realizar una medición del uso del cinturón de seguridad de manera observacional frente al computador.

En la Ilustración 13, se muestra una lista con todas las muestras cargadas por el usuario, cada una con sus datos y el “botón” para poder realizar la medición. Luego, el usuario deberá seleccionar los parámetros de interés que quiere medir: cantidad de vehículos, pasajeros y de cinturones de seguridad abrochados. Esta acción se muestra en la Ilustración 14 Selección por parte del usuario de los parámetros a medir.



Ilustración 13 Visualización de la Interfaz una vez las imágenes enviadas desde el dispositivo en terreno.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

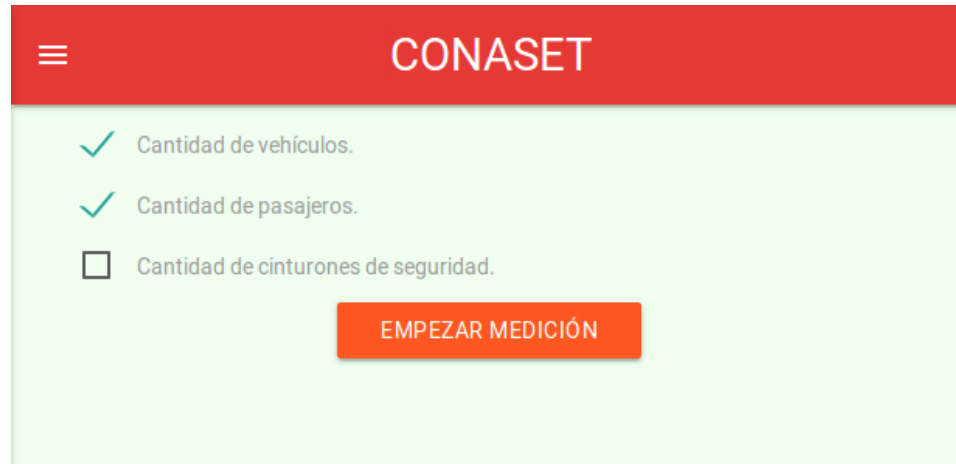
The image shows a web application interface for CONASET. At the top is a red header bar with a white hamburger menu icon on the left and the word "CONASET" in white capital letters on the right. Below the header is a light green rectangular area. Inside this area, there are three items: the first is a green checkmark followed by the text "Cantidad de vehículos."; the second is another green checkmark followed by "Cantidad de pasajeros."; and the third is an unchecked checkbox followed by "Cantidad de cinturones de seguridad.". At the bottom center of the green area is an orange button with the text "EMPEZAR MEDICIÓN" in white capital letters.

Ilustración 14 Selección por parte del usuario de los parámetros a medir.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

Posteriormente, el cliente deberá dar clic en “Empezar medición” y se desplegarán una a una las imágenes de la muestra en la sección izquierda de la pantalla y los parámetros a cuantificar en el panel de la derecha. Como muestra la Ilustración 15, en dicha sección el usuario deberá ingresar los datos medidos desde la imagen. Cabe destacar que los vehículos que aparecen en la ilustración son referenciales, puesto que sólo aparecerá un vehículo para ser medido.



Ilustración 15 Cuantificación de los parámetros seleccionados.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

Finalmente, cuando el usuario haya realizado la cuantificación de los parámetros deseados en todas las imágenes de la muestra, se desplegará un “botón” para finalizar la medición, mostrándose en la interfaz las mediciones realizadas, con la lista de todas ellas y la posibilidad de descargar los datos en un Excel. Lo anterior se visualiza en la Ilustración 16.

CONASET				
Mis mediciones				
Nombre Medición	Nombre Muestra	Lugar Muestra	Fecha muestreo	Fecha de medición
Ejemplo_1_f86e333c5fac	Ejemplo 1	Santiago	29 September, 2017	6/10/2017 10:41:38

DESCARGAR

Ilustración 16 Mediciones realizadas por el sistema de gestión.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

Prueba del Sistema de Gestión

Se realizó una prueba al Sistema de Gestión propuesto a CONASET, en cuanto al procesamiento de imágenes ya cargadas al sistema, es decir, no se hizo un ensayo de programación de muestreo, puesto que se tuvo problemas técnicos con la cámara adquirida que resultó estar defectuosa, lo que impidió la implementación en terreno del dispositivo, por lo que la prueba se realizó con imágenes capturadas con un teléfono celular, emulando lo que haría la cámara. A continuación, se detallará el procedimiento adoptado para la prueba al Sistema de Gestión.

Captura de imágenes

La captura de imágenes fue ejecutada en la pasarela ubicada en frente de la Universidad Técnica Federico Santa María en Avenida España, Valparaíso. Existió tres aspectos claves en el posicionamiento de la cámara, en este caso el teléfono celular: primero debía tener una vista superior de la avenida; como segundo aspecto está la posición

céntrica con respecto a las pistas de igual sentido y por último se contó con un ángulo de inclinación que permitiese visualizar los parabrisas en la parte inferior de la imagen.

Con respecto a las regiones de interés en la imagen proporcionada por el celular, son tres, una por cada pista, todas ubicadas en la parte inferior de la imagen, puesto que se tiene una mejor visualización del interior de los vehículos. También, estas regiones tienen un área similar que cubre a los automóviles livianos en la imagen. En la Ilustración 17, se muestra la imagen capturada en terreno y sus regiones de interés. Cabe mencionar, que las regiones de interés pueden variar según cuantas pistas existan en el terreno que se quiera medir el uso del cinturón de seguridad.

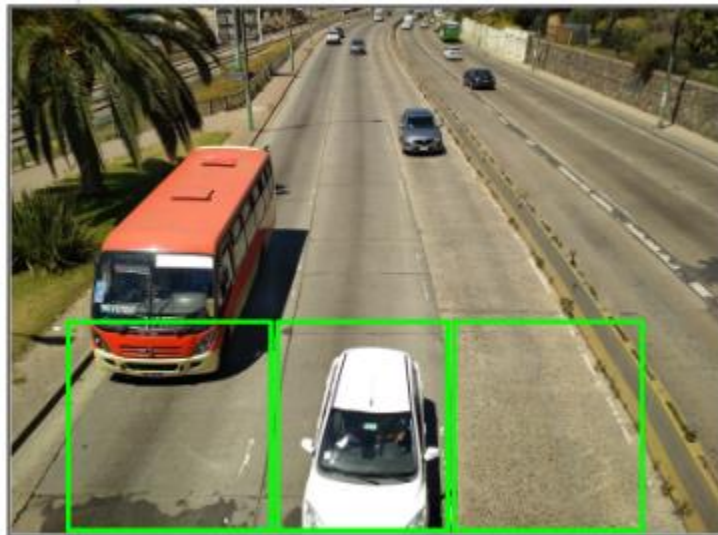


Ilustración 17 Imagen capturada en terreno y regiones de interés del Sistema de Gestión

Fuente: Elaborado por Sergio Vergara a partir de programación en Python3.

La captura de imágenes se realizó con una resolución de 720p a 30 cuadros por segundo, configurado en baja calidad y con una tasa de cuadros por segundo igual que de

una cámara Raspberry, por lo tanto, se puede realizar el mismo procedimiento con la cámara Raspberry con una mayor resolución y calidad de imagen.

Programación

Una vez capturadas las imágenes fueron sometidas a algoritmos de suavizado, con el objeto de limpiarlas y se aplicó sustracción de fondo, para obtener una imagen binaria, donde las zonas en color blanco corresponden a píxeles en movimiento. Esto se puede visualizar en la Ilustración 18.



Ilustración 18 Zonas en color blanco que corresponden a píxeles en movimiento.

Fuente: Elaborado por Sergio Vergara a partir de programación en Python3.

Luego se realizó un algoritmo de “cierre”, para dilatar las zonas blancas en mayor grado para después calcular el área y centroides de los píxeles en movimiento sobre las regiones de interés, aplicando ciertos criterios sobre estos valores y capturando las imágenes.

Resultados de Prueba del Sistema de Gestión

A partir del procesamiento de imágenes que se realizó al video de prueba en la pasarela de Avenida España en Valparaíso, se obtuvo 50 imágenes capturadas de forma automática en 70 segundos de vídeo, de las cuales 35 corresponden a vehículos “medibles” (70% del total de imágenes obtenidas), es decir, el interior del automóvil es visible, con la posibilidad de discernir si se está haciendo uso del cinturón de seguridad o no. Esto se puede apreciar en la Ilustración 19.



Ilustración 19 Imagen capturada por Sistema de Gestión de vehículo liviano “medible”.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

De las 50 imágenes capturadas de forma automática por el Sistema de Gestión, 12 imágenes (24% del total de las imágenes obtenidas) corresponden a vehículos “no

medibles”, en este caso no se pudo tomar la decisión sobre el uso del cinturón de seguridad en el interior de los automóviles porque su interior no es visible. En la Ilustración 20, se puede ver que el interior del automóvil no es visible por la luz en el parabrisas, lo que impide la medición.

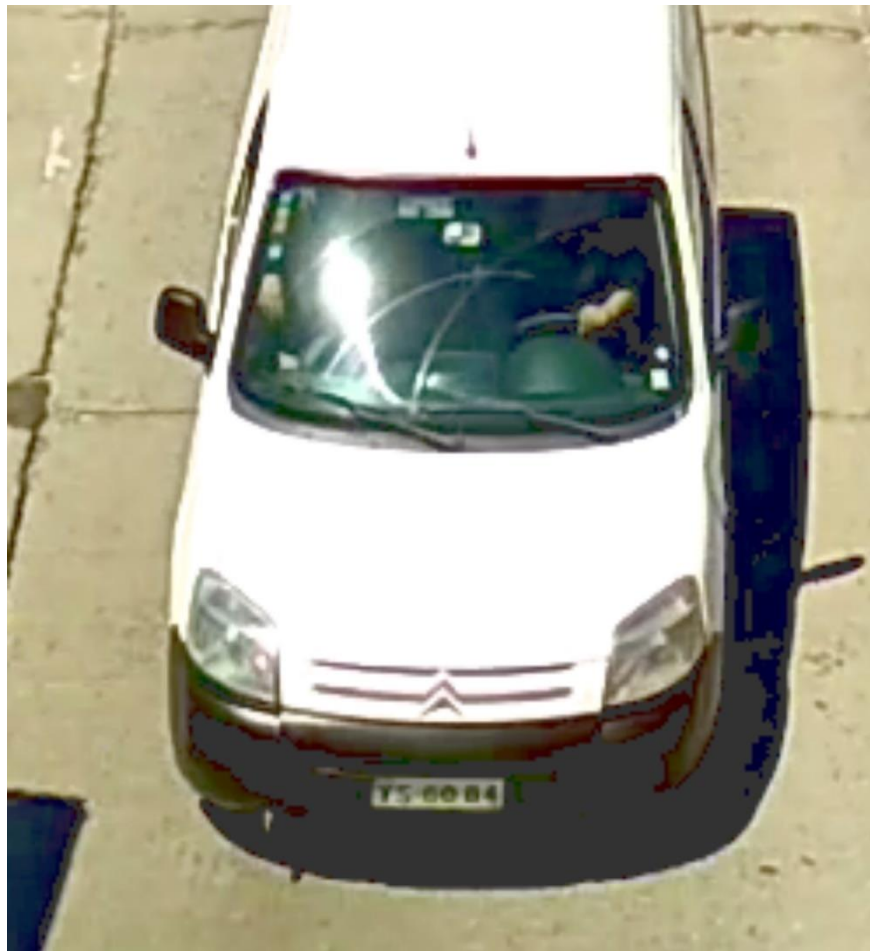


Ilustración 20 Imagen capturada por el Sistema de Gestión de vehículo liviano “no medible”.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

Finalmente, 3 imágenes (6% del total de las imágenes obtenidas) corresponden a vehículos “desenfocados”, cuyo parabrisas no es visible en su totalidad en la imagen capturada. Esto se puede visualizar en la Ilustración 21, donde el automóvil capturado no corresponde a un vehículo liviano por lo que el parabrisas aparece desenfocado en la imagen, por lo tanto, no se puede medir el uso del cinturón de seguridad.



Ilustración 21 Imagen capturada por el Sistema de Gestión de vehículo “desenfocado”.

Fuente: Plataforma del Sistema de Gestión para CONASET.

Capítulo 5 Estudio Técnico del Sistema de Gestión propuesto

En este estudio se verificará la factibilidad técnica del proyecto, se señalarán los materiales y herramientas necesarias para el desarrollo del sistema de gestión y, por tanto, los costos de inversiones requeridos. Además, determinará los insumos que se requieren, y, por ende, los costos de producción.

Definición del proceso productivo

Mediante la utilización de herramientas tecnológicas de programación, se generará un sistema de gestión automática de imágenes, que mediante la instalación de un dispositivo en terreno (cámara y tarjeta de desarrollo) y el procesamiento de imágenes, se obtendrá imágenes individuales de vehículos livianos en movimiento, que servirán de insumo para la medición observacional del uso del cinturón de seguridad.

Selección de Herramientas

Las herramientas utilizadas para la programación de los módulos que forman parte del Sistema de Gestión se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3 Herramientas tecnológicas utilizadas en programación de módulos del sistema de gestión.

Módulo	Herramientas Tecnológicas utilizadas
Interfaz WEB	CSS3, Javascript y HTML 5
Servidor	Tornado y Python3
Imágenes	OpenCV y Python3
Procesamiento	Python3
Almacenamiento	Python3

Fuente: Elaboración propia.

Dispositivo

Para la obtención de las imágenes, que sirven de insumo para el Sistema de Gestión y que representan, además, las muestras para la medición del uso del cinturón de seguridad, se requiere la compra del dispositivo. Este dispositivo podrá ser instalado en un lugar de interés de CONASET para realizar las mediciones, preferentemente, en una pasarela. Cabe mencionar que, en terreno, este dispositivo requiere de conexión a internet para el envío de imágenes al servidor para luego llegar a la interfaz y que el usuario pueda realizar la medición. Para que el dispositivo tenga internet, se debe comprar un módulo para Raspberry Pi 3 modelo B, el cual es vendido en Aliexpress a un monto de USD 29,9 cada uno sin costo de envío. A este módulo se le debe incorporar un chip de telefonía celular y contratar un plan de internet.

A continuación, imágenes de los componentes del dispositivo.



Ilustración 22 Raspberry Pi Model 3 with 16GB.

Fuente: Imagen extraída la página web de MCI Electrinics.

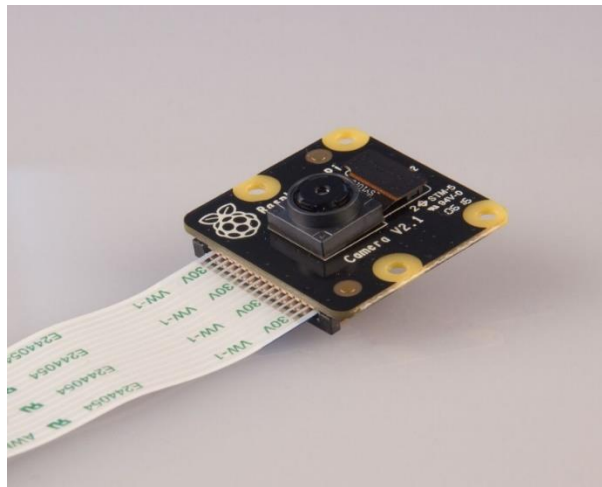


Ilustración 23 Cámara board V2 for Raspberry Pi 8 megapixel.

Fuente: Imagen extraída la página web de MCI Electrínics.



Ilustración 24 Módulo para Raspberry Pi 3 modelo B Add-on V2.0

Fuente: Imagen extraída la página web de Aliexpress.

Mano de Obra

La mano de obra requerida para el desarrollo de este Proyecto es de un Ingeniero Civil Telemático, quien, primeramente, genere un sistema capaz de realizar una gestión automática de imágenes de vehículos livianos en tránsito, que pueda medir el uso del cinturón de seguridad para CONASET y posteriormente realizarle mantenciones a la plataforma creada. Sergio Vergara, Ingeniero Civil Telemático de la Universidad Técnica Federico Santa María, será quien ocupará este cargo.

Además, se requiere de un Ingeniero Comercial que planifique, organice, dirija, controle, analice y calcule el costo de implementación de este Sistema de Gestión. Este cargo será ocupado por Romina Morales, Ingeniero Comercial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Capítulo 6 Evaluación Económica del Sistema de Gestión propuesto

“La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas”. (Desarrollo Económico Local) Es frecuente confundir la evaluación económica con la evaluación financiera. En este segundo caso se considera únicamente la vertiente monetaria de un proyecto, con el objetivo de considerar su rentabilidad en términos de flujos de dinero. Mientras que la evaluación económica integra en su análisis tanto los costes monetarios como los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de vida de un grupo. Podemos hablar entonces de rentabilidad o beneficios de tipo social.

El análisis costo-beneficios es el más utilizado, en el que se identifica y valora las contribuciones positivas y negativas del proyecto para la sociedad. Sin embargo, los beneficios económicos generados por el proyecto son de difícil cuantificación y valorización, además, se reconoce que éstos son deseados por la sociedad, por lo tanto, se analizó el proyecto bajo un enfoque de evaluación costo- eficiencia.

A continuación, se evaluarán los costos y las ganancias de la implementación del Sistema de Gestión propuesto en CONASET valorizando los costos y beneficios del proyecto.

Estimación y análisis de costos de implementación y prueba del Sistema

Para la implementación del Sistema de Gestión en CONASET y primera prueba se incurrieron en los siguientes costos:

Herramientas Tecnológicas

Cabe indicar que las herramientas tecnológicas requeridas para la programación de este Sistema de Gestión de imágenes no tienen costo, pues pueden ser descargas de forma gratuita a través de Internet.

Dispositivo

Para la instalación de un dispositivo, que proporcionará las imágenes al Sistema, que servirán de muestras para la medición observacional sobre el uso del cinturón de seguridad, se requiere la compra de los insumos que están detallados en la Tabla 4, con sus respectivos costos.

Tabla 4 Insumos para dispositivo y sus costos.

<i>Tecnología</i>	<i>Costo unitario</i>
Cámara Camera board V2 for Raspberry Pi 8 megapixel	\$21.990
Raspberry Pi Model 3 with 16GB	\$42.990
Costo Total	\$64.980

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que los precios fueron cotizados en MCI Electronics, una tienda especializada en tecnología. En las ilustraciones anteriores, se mostraron los componentes del dispositivo, la tarjeta de desarrollo y la cámara respectivamente.

Mano de Obra

Para determinar los costos de mano de obra de la implementación del Sistema, se consideró el salario de un Ingeniero Civil Telemático, que corresponde a un sueldo bruto mensual de \$1.096.098 con un año de experiencia y el de un Ingeniero Comercial, que corresponde a \$1.036.022. Estos sueldos fueron extraídos de un estudio que se realizó el año 2016 acerca de las remuneraciones de ingenieros en ese año y el Mercado Laboral. (Conexión, El Sitio de los Ingenieros, 2016).

En la Tabla 5, se visualiza el costo de mano de obra total mensual del proyecto.

Tabla 5 Costos de mano de obra mensual

<i>Concepto</i>	<i>Costo</i>
Salario Ingeniero Civil Telemático	\$1.096.098
Salario Ingeniero Comercial	\$1.036.022
Total	\$2.135.270

Fuente: Elaboración propia.

Dado que la mano de obra no dedicó el 100% del tiempo al proyecto, se estimó que el equipo de trabajo otorgó 20 horas semanales a su implementación. Por lo tanto, cada trabajador dedicó 80 horas mensuales en el Sistema de Gestión durante 8 meses, lo que duró el Programa de Memorias Multidisciplinarias.

En base a lo anterior, se calculó el costo total de mano de obra durante los meses de trabajo en el Proyecto, el cual se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6 Costo Total de Mano de Obra

<i>Ingeniero</i>	<i>Valor Hora</i>	<i>Horas dedicadas</i> <i>mensual</i>	<i>Costo de Mano de obra en</i> <i>proyecto</i>
Civil Telemático	\$6.100	80	\$3.904.000
Comercial	\$5.600	80	\$3.584.000
			\$7.488.000

Fuente: Elaboración propia.

Otros costos

Bajo este concepto se consideró el costo de arrendar un servidor de características básicas, que entregue la información y almacene la plataforma y su base de datos, que asciende a US\$5 mensuales en la Empresa DigitalOcean. Este costo puede aumentar si se aumentan las características del servidor.

Además, se consideró el costo por dominio web donde se alojó la plataforma durante los meses de trabajo. Este costo asciende a \$12.529 por un año del servicio en la Empresa Webnode y por los ocho meses, el costo por este concepto fue de \$8.353.

En la siguiente tabla, se muestra el total de otros costos de implementación del Sistema de Gestión.

Tabla 7 Otros costos de implementación del Sistema de Gestión

<i>Otros costos</i>	<i>Costo</i>
Arriendo servidor	\$23.866
Arriendo Dominio Web	\$8.353
Total	\$32.219

Fuente: Elaboración propia.

Costos Totales de Implementación del Sistema de Gestión

Considerando los conceptos anteriores, los costos totales de implementación para CONASET por el Sistema de Gestión generado en el Programa de Memorias Multidisciplinaria, se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8 Costo Total de Implementación del Sistema de Gestión en CONASET

<i>Concepto</i>	<i>Costo total</i>
Herramientas Tecnológicas	\$0
Dispositivo	\$64.980
Mano de Obra	\$7.488.000
Otros Costos	\$33.753
Costo total	\$7.586.733

Fuente: Elaboración propia.

Beneficios de la implementación del Sistema de Gestión propuesto

Se identificación tres tipos de beneficios: Directos, Indirectos e Intangibles, que se detallan a continuación.

Beneficios directos

Entre los beneficios directos identificados está el efecto inmediato que ejerce el acceso a los datos obtenidos del sistema. Estos efectos son conocer la realidad nacional en relación del uso del cinturón de seguridad de conductores y copilotos al interior de vehículos livianos. Además, le permite a CONASET realizar un análisis comparativo con mediciones previas realizadas de varias ciudades de Chile e identificar las deficiencias en términos de seguridad de tránsito relacionadas con el uso de este sistema de retención. También, de utilizar la información obtenida como insumo para futuras propuestas de políticas de seguridad vial que incidan en la mejora e incremento de su uso.

Beneficios indirectos

En cuanto a los beneficios indirectos de la implementación del Sistema propuesto, se generan sobre terceros, los conductores y acompañantes de vehículos motorizados particulares, peatones y sociedad en general. Puesto que CONASET al utilizar la información obtenida del Sistema de Gestión para mejorar y desarrollar futuras propuestas de políticas de seguridad vial, que inciden en la mejora e incremento del uso del cinturón de seguridad, disminuirá significativamente la tasa de accidentes de tránsito por el no uso de este.

Beneficios Intangibles

Los beneficios intangibles se generan sobre la sociedad en general, ya que en el caso de desarrollar nuevas propuestas de políticas de seguridad de tránsito y una disminución de la tasa de accidentes de este tipo, generará en la sociedad una mayor

confianza en las Instituciones Públicas, en este caso, CONASET y en los conductores de vehículos motorizados particulares.

Capítulo 7 Evaluación Social del Sistema de Gestión propuesto

“La Evaluación Social de Proyectos determina la conveniencia de ejecutar un plan desde la perspectiva de la sociedad en su conjunto y no es solo aplicable a proyectos sociales o del sector público, cualquier proyecto, aún si es ejecutado por un privado, puede ser evaluado desde un enfoque social” (División de Evaluación Social de Inversiones).

Las diferencias que existe entre la evaluación social y la privada es que el privado considera los precios relevantes para él y pueden no reflejar el verdadero costo de oportunidad de usar recursos. Además, no considera los efectos positivos o negativos que tiene su proyecto sobre otros agentes económicos.

Debido a que en este proyecto es difícil cuantificar y valorar los beneficios sociales que otorga, para evaluarlo se asumió que los beneficios son deseables por la sociedad y, por lo tanto, la evaluación consistió en determinar si permitirá conseguir los beneficios, con un menor costo que el actual sistema de medición utilizada por CONASET.

Los flujos estarán dados solo por los costos sociales y la inversión social. Este enfoque de evaluación se denomina Costo- Eficiencia.

Valor Actual de Costos del Proyecto

Este indicador se utiliza cuando los beneficios sociales son difíciles de valorar, pero se reconocen que son deseables. La fórmula del VAC es la siguiente:

$$VAC = I_o + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde, C_t son los costos sociales al final del periodo t , I_o es la inversión social inicial, n el horizonte de evaluación y r es la tasa social de descuento.

El criterio de decisión al utilizar el VAC es el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

Precios Sociales

Para la evaluación social de este proyecto fue necesario determinar los precios sociales de los factores productivos básicos que se utilizaron. “Los precios sociales se definen como los valores que reflejan el verdadero costo para la sociedad, de los recursos utilizados en la ejecución y operación de un proyecto de inversión” (División de Evaluación Social de Inversiones). Hay recursos que son utilizados en la mayoría de los proyectos por esta razón, se han estandarizado sus precios sociales, de tal manera de uniformar su aplicación. Ellos son: mano de obra, divisa, tiempo, tasa social de descuento, entre otros.

Cabe mencionar que se utilizaron los precios sociales en la evaluación, porque los precios privados no reflejan el verdadero costo de oportunidad por la existencia de: impuestos, subsidios, precios mínimos o máximos, monopolios, entre otros.

El precio social de la mano de obra corresponde al costo marginal en que incurre la sociedad por emplear a un trabajador adicional en este proyecto y está condicionado por la existencia del desempleo, salario mínimo, cotizaciones previsionales e impuestos, los cuales provocan diferencias entre el precio privado (el que debe pagar un empleador) y el social de mano de obra. (Sistema Nacional de Inversiones).

Para el desarrollo de este proyecto se requiere de mano de obra calificada de trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere de estudios universitarios previos.

El costo social de mano de obra se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$PS = FCMO * PB$$

Donde, *FCMO* es el factor de corrección mano de obra, que se detalla en la siguiente tabla y *PB* es el salario bruto de la mano de obra.

En la Tabla 9, se presentan los factores de corrección según la categoría de mano de obra.

Tabla 9 Factores Correctivos de Mano de obra por categoría

<i>Categoría de Man de Obra</i>	<i>Factor de Corrección</i>
Calificada	0,98
Semi Calificada	0,68
No Calificada	0,62

Fuente: Informe de Precios Sociales Vigentes de la Secretaría de Evaluación Social.

De acuerdo con lo anterior, el precio social del proyecto mensual asciende a \$2.092.565, que corresponde al total de los sueldos brutos de mano de obra multiplicado por el factor corrector de mano de obra calificada.

En cuanto al precio social de la divisa, que se aplica en la compra de materiales en el extranjero, en este caso, la compra de Módulos GSM en Aliexpress. La fórmula para el cálculo del precio social de la divisa es:

$$TCs = FCSD * TC\ obs$$

Donde, *FCSD* es el Factor de Corrección Social de la Divisa y *TC obs* es Tipo de cambio del dólar observado. Se consideró como *TC obs* 596,66 pesos. (Tipo de Cambio obtenido en el Banco Central de Chile para el 18 de febrero de 2018)

Inversión Social

La inversión en la evaluación social está compuesta por todos los recursos utilizados en la ejecución e implementación del proyecto, valorados a precios sociales.

Primeramente, se incluyó a la inversión, el costo de implementación y prueba del Sistema de Gestión, que es el costo que debe incurrir CONASET por la generación, diseño, programación, estudios, entre otros, de la solución al desafío propuesto por ellos. Este costo fue calculado a precios privados en el capítulo anterior. Por lo tanto, se corrigió y se explica mejor en Anexo 1.

Además, se estimó que el usuario CONASET, requiere la instalación de dispositivos en todas las regiones de Chile, para realizar cada año, estudios a nivel nacional sobre el uso del cinturón de seguridad en los conductores de vehículos livianos.

En la Tabla 10, se visualizan los puntos de observación estimados por región, se consideró los utilizados por la consultora que realizó el estudio observacional para CONASET durante el año 2015. Además, se observa los días necesarios para la instalación en cada región.

Entonces, los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto constan de:

- Mano de Obra de Ingeniero Civil Telemático e Ingeniero Comercial para la dirección y coordinación del proyecto, programación, diseño, pruebas

preliminares y la implementación del sistema de gestión. Se consideró el trabajo realizado por estos, durante 8 meses.

- Dispositivos (cámara, tarjeta de desarrollo y módulo GSM) para su instalación en los puntos de observación establecidos.
- Costos de instalación de cada dispositivo en terreno, que incluyen el traslado de Sergio Vergara a cada punto de observación y viático por los días que demore en esa tarea.

Tabla 10 Puntos de observación por Región

<i>Región</i>	<i>Puntos de Observación</i>	<i>Días requeridos para Instalación</i>
I de Tarapacá	6	7
II de Antofagasta	10	15
III de Atacama	6	7
IV de Coquimbo	10	15
V de Valparaíso	26	30
VI de O'Higgins	10	15
VII del Maule	10	15
VIII del Bío Bío	30	35
IX de La Araucanía	10	15
X de los Lagos	8	10
XI de Aysén	2	4
XII de Magallanes y la Antártica	2	4
XIII Metropolitana	66	66
XIV de Los Ríos	4	7
XV de Arica y Parinacota	4	7
	204	

Fuente: DATAVOZ STATCOM, Estudio del Uso de Sistemas de Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas año 2015.

A partir de la información anterior, se construyó la Tabla 11, donde se detalla primeramente la inversión privada del proyecto y la corrección de cada costo con los precios sociales resultando la inversión social total del proyecto. Dentro de la inversión privada se encuentra la compra de las cámaras, módulos GSM y tarjetas de desarrollo para todos los puntos de observación, el costo de instalación y el costo de implementación del Sistema generado en el Programa de Memorias Disciplinarias.

Tabla 11 Inversión social en pesos en año 0.

<i>Concepto</i>	<i>Costo Privado</i>	<i>Costo Social</i>
Instalación de dispositivos	22.019.337	19.642.533
Implementación del Sistema PMM	7.585.199	7.423.969
Total	29.604.536	27.066.503

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la inversión inicial privada queda mejor explicado en el Anexo 2. Se debe mencionar que en el costo de instalación de la inversión privada incluye mano de obra, pasajes en avión en empresa LATAM y vía terrestre por Empresa Turbus, por los días que demore para la instalación de los dispositivos en cada región del país y viatico para gastos de alimentación, transporte y hospedaje en cada viaje.

Para obtener la inversión social, se identificó el procedimiento para corregir el costo de cada recurso a precios sociales, desde la página web de MIDEPLAN. En cuanto a los materiales, en este proyecto se importará, mediante Aliexpress, los módulos GSM y, por lo tanto, se aplicó el precio social de la divisa para corregir la diferencia entre el valor privado de las importaciones y el valor social de estas, multiplicando el precio con moneda nacional el factor 1,01. En cuanto al precio de las cámaras y las tarjetas de desarrollo, se corrigió descontándole el IVA.

En el caso de la mano de obra requerida para el proyecto es 100% calificada, por lo tanto, el costo de mano de obra requerida para la ejecución del proyecto es corregida por el factor 0,98 señalada anteriormente para esta categoría.

Para el costo de instalación se corrigió el costo de mano de obra en la instalación de los dispositivos, considerándose tres horas hombres del ingeniero civil telemático para esta labor. Además, se descontó el IVA a los pasajes aéreos y terrestres.

En Anexo 3, se muestra el costo de instalación de los dispositivos en terreno por región corregido con los precios sociales.

Determinación del horizonte de evaluación

Para la determinación del horizonte de evaluación de este proyecto social, se tomó en cuenta las características que lo componen y con los objetivos que se quieren lograr con la realización de este.

El principal objetivo social de la implementación de este Sistema de Gestión es la de disminuir la tasa de accidentes de tránsito por el no uso del cinturón de seguridad, mediante la utilización de la información estandarizada del Sistema, para mejorar y desarrollar futuras propuestas de políticas de seguridad vial que incidan en el incremento de este sistema de retención en vehículos livianos. Debido que el cumplimiento de este objetivo es de largo plazo, se determinó un horizonte de evaluación del proyecto de diez años.

Determinación de los costos sociales de cada período de evaluación

Se dividió los costos sociales en costos de operación y de mantenimiento del proyecto. En cuanto a los costos sociales de operación son aquellos costos que período a período se deben incurrir para generar los beneficios sociales del proyecto, estos son: arriendo de servidor y del dominio web. También, para el correcto envío de las imágenes

al servidor y a la interfaz, se debe instalar, junto a cada dispositivo, un chip al módulo GSM con un plan de internet de 7MB en Entel, el cual tiene un costo de \$9.990 mensual.

En cuanto a los costos sociales de mantenimiento, que se refieren a los costos de las acciones encaminadas a mantener o reestablecer un sistema en estado de funcionamiento. Existirán dos tipos de mantenimiento: uno preventivo, que se preocupará de prevenir fallos o averías del sistema y otro correctivo, que se ocupará de corregir defectos producidos y de reestablecer el correcto funcionamiento de este. Se realizarán mantenciones periódicas de la plataforma del Sistema de Gestión. Para lo anterior, se contratará a un Ingeniero Civil Telemático, que tendrá un salario mensual.

Además, se contempló una reinversión a partir del sexto año, por el mismo monto de la inversión social del año 0, pues para el cambio de los dispositivos en terreno con el fin de evitar fallas.

En Anexo 4, está detallado el flujo de costos sociales del proyecto en cada período.

Determinación de la tasa de descuento social

“La tasa social de descuento es un promedio ponderado de la productividad social del capital y del costo social de conseguir fondos para invertir en el país; las ponderaciones dependerán de las elasticidades de las funciones de ahorro e inversión”. (División de Evaluación Social de Inversiones, 2016)

La tasa de descuento social empleada en este estudio es la vigente durante el año 2016, y corresponde al 6% real anual.

Valor Actual de Costos del Sistema Actual de Medición

Con el fin de identificar si el Sistema de gestión propuesto a CONASET, es más eficiente y representa la mejor opción para la institución, se procedió a calcular el VAC para compararla con el VAC del Sistema propuesto.

Para el cálculo del VAC Social, se realizaron los siguientes supuestos:

- CONASET realizará todos los años estudios observacionales a nivel nacional en los 204 puntos de observación que midió el año 2015.
- La institución contratará los servicios de la Consultora DATAVOZ STATCOM para los estudios observacionales para cada período de evaluación y pagarán el mismo monto cada año \$56.000.000.

De acuerdo con los supuestos anteriores, el flujo de costos sociales se detalla en el Anexo 5.

El único costo para CONASET sería el pago anual a la consultora por cada estudio observacional cada año. El costo se estimó en \$56.000.000 y se corrigió descontándole el IVA para convertirlo en costo social, obteniéndose \$47.058.824.

Capítulo 8 Resultados

Se realizó la evaluación costo-eficiencia a ambas alternativas de sistemas de medición mediante el indicador VAC.

En la Tabla 12, se muestra los datos de la evaluación social y el resultado de esta alternativa para CONASET.

Tabla 12 Datos de la Evaluación Social del Sistema de Gestión propuesto y el sistema de medición actual y sus resultados.

<i>Evaluación Social</i>	<i>Sistema de Gestión propuesto (Alternativa 1)</i>	<i>Sistema de medición actual (Alternativa 2)</i>
Horizonte de evaluación	10 años	10 años
Tasa Social de Descuento	6%	6%
Inversión Social	\$27.066.503	\$0
Reinversión en sexto año	\$27.066.503	\$0
VAC	\$293.471.784	\$346.357.038
VAC/por estudio observacional	\$29.347.178	\$34.635.704

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se puede concluir que a CONASET le conviene implementar, la alternativa 1, este Sistema de Gestión, pues el indicador propone que es la alternativa más eficiente técnico-económicamente para la institución, ya que es menor que el del actual sistema de medición, además, el costo de implementación del Sistema de Gestión por estudio observacional generado es menor que el costo por estudio realizado por las consultoras.

Capítulo 9 Conclusiones y Recomendaciones

Dado los resultados entregados en el capítulo anterior, se recomienda implementar el Sistema de Gestión automática de imágenes de vehículos livianos, para la medición de forma observacional, del uso del cinturón de seguridad, puesto que es la alternativa más eficiente técnico-económicamente, que el actual sistema de medición de CONASET. Así lo demuestra el indicador, VAC, pues fue menor en el Sistema de Gestión propuesto. Igualmente, un análisis del costo por estudio observacional, indica que el Sistema propuesto es el que genera menores costos anuales por estudio. Por lo anterior, se sugiere desarrollar la alternativa 1.

Se debe considerar las desventajas y ventajas de implementar este Sistema en CONASET. En cuanto a las desventajas de este Sistema de Gestión, es que solo se puede medir el uso del cinturón de seguridad. En cambio, con los estudios observacionales entregados por las consultoras, se miden más variables como el uso de: cascos en motociclistas, sillas de retención infantil, entre otros. Además, no entrega un estudio estadístico completo a CONASET, pues entregará datos como: número de automóviles, número de cinturones de seguridad detectados y cantidad de pasajeros por medición.

Dentro de las ventajas de implementar este Sistema de Gestión, está la rapidez en la obtención de datos de mediciones del uso del cinturón de seguridad, pues en menor tiempo se tendrá una muestra representativa. Además, existirá trazabilidad en los datos, pues CONASET podrá realizar comparaciones entre mediciones en el tiempo, lo que no podía hacer con el sistema actual de medición, ya que todos los estudios realizados tenían

diferentes niveles de cobertura, lo dificultaba la comparación. Lo anterior debido al variable presupuesto anual que contaba CONASET.

En conclusión, pese a las desventajas de la implementación de este Sistema, se recomienda su puesta en marcha en la institución pues, representa la alternativa más eficiente, con mayor tecnología y rapidez en la obtención de datos para mejorar políticas públicas con el fin de aumentar el uso del cinturón de seguridad, evitar accidentes y muertes por el no uso de este.

Referencias

Berzal, F. (s.f.). *El ciclo de vida de un Sistema de Información*. Obtenido de Curso de C:

<http://elvex.ugr.es/decsai/csharp/>

CONASET. (2014). Estudio Observacional Uso de sistemas de Retención. 26.

Conaset. (s.f.). *Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito*. Obtenido de

<https://www.conaset.cl/historia/>

Conexión, El Sitio de los Ingenieros. (2016). *Estudio de Sueldos de Ingenieros 2016 y*

Mercado Laboral. Santiago.

Consultora Datavoz Statcom. (2015). *Estudio de Observación de uso de Sistemas de*

Retención, casco y distractores presentes en la conducción de vehículos livianos y motocicletas. Santiago.

Cotter, W. D. (2010). *EEUU Patente n° US7812716 B1*.

Desarrollo Económico Local. (s.f.). *Evaluación Económica*.

División de Evaluación Social de Inversiones. (2016). *Precios Sociales vigentes* .

División de Evaluación Social de Inversiones. (s.f.). *Ministerio de Desarrollo Social*.

Obtenido de <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/11-evaluacion-social-2017/?wpdmdl=2487>

George E. Hypke, R. R. (2004). *EEUU Patente n° US6784803 B1*.

Huiwen Guo, H. L. (2011). *Image-based seat belt detection*.

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Resumen Informe sobre la situación mundial*

de la seguridad vial 2015.

Sistema Nacional de Inversiones. (s.f.). *SNI Ministerio de Desarrollo Social*. Obtenido de

SNI Ministerio de Desarrollo Social:

[http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/11-evaluacion-social-](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/11-evaluacion-social-2017/?wpdmdl=2487)

[2017/?wpdmdl=2487](http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/11-evaluacion-social-2017/?wpdmdl=2487)

Total Seguridad. (01 de 04 de 2010). *Temas de Seguridad*. Obtenido de

<https://totalseguridad.wordpress.com/2010/04/01/%C2%BFque-es-la-conaset/>

World Health Organization. (2014). *Global Health Estimates*.

Anexos

Anexo 1 Costo de Implementación del Sistema de Gestión de CONASET

<i>Concepto</i>	<i>Costo Privado</i>	<i>Costo Social</i>
Cámara	21.990	18.479
Tarjeta de desarrollo	42.990	36.126
Mano de Obra	7.488.000	7.338.240
Arriendo de servidor	23.866	24.105
Arriendo de página web	8.353	7.019
Total	7.585.199	7.423.969

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2 Desglose de costo privado de instalación de dispositivos en terreno por región

en pesos.

<i>Regiones</i>	<i>Número de dispositivos</i>	<i>Días requeridos para instalación</i>	<i>Mano de obra instalación</i>	<i>Viático</i>	<i>Pasaje aéreo</i>	<i>Pasaje terrestre</i>	<i>Costo de instalación privada</i>
<i>I</i>	6	7	109.800	270.000	146.487	8.000	534.287
<i>II</i>	10	7	183.000	450.000	72.487	8.000	713.487
<i>III</i>	6	7	109.800	270.000	68.487	8.000	456.287
<i>IV</i>	10	15	183.000	450.000	84.487	8.000	725.487
<i>V</i>	26	30	475.800	260.000	-	-	735.800
<i>VI</i>	10	15	183.000	450.000	6.000	8.000	647.000
<i>VII</i>	10	15	183.000	450.000	18.000	8.000	659.000
<i>VIII</i>	30	35	549.000	1.350.000	140.487	8.000	2.047.487
<i>IX</i>	10	15	183.000	450.000	64.487	8.000	705.487
<i>X</i>	8	15	146.400	360.000	114.487	8.000	628.887
<i>XI</i>	2	4	36.600	90.000	114.487	8.000	249.087
<i>XII</i>	2	4	36.600	90.000	161.487	8.000	296.087
<i>XIII</i>	66	66	1.207.800	990.000	-	528.000	2.725.800
<i>XIV</i>	4	6	73.200	180.000	177.487	8.000	438.687
<i>XV</i>	4	6	73.200	180.000	221.987	8.000	483.187
							12.046.057

Fuente: Elaboración propia.

*Anexo 3 Desglose de costo social de instalación de dispositivos por región en pesos,
corregido con precios sociales*

<i>Regiones</i>	<i>Número de dispositivos</i>	<i>Días requeridos para instalación</i>	<i>Mano de obra instalación corregido con factor social</i>	<i>Viático</i>	<i>Pasaje aéreo sin IVA</i>	<i>Pasaje terrestre sin IVA</i>	<i>Costo instalación social</i>
<i>I</i>	6	7	107.604	270.000	123.098	6.723	507.425
<i>II</i>	10	7	179.340	450.000	60.913	6.723	696.976
<i>III</i>	6	7	107.604	270.000	57.552	6.723	441.879
<i>IV</i>	10	15	179.340	450.000	70.997	6.723	707.060
<i>V</i>	26	30	466.284	260.000	-		726.284
<i>VI</i>	10	15	179.340	450.000	5.042	6.723	641.105
<i>VII</i>	10	15	179.340	450.000	15.126	6.723	651.189
<i>VIII</i>	30	35	538.020	300.000	118.056	6.723	962.799
<i>IX</i>	10	15	179.340	450.000	54.191	6.723	690.253
<i>X</i>	8	15	143.472	360.000	96.208	6.723	606.402
<i>XI</i>	2	4	35.868	90.000	96.208	6.723	228.798
<i>XII</i>	2	4	35.868	90.000	135.703	6.723	268.294
<i>XIII</i>	66	66	1.183.644	990.000	-	443.697	2.617.341
<i>XIV</i>	4	6	71.736	180.000	149.149	6.723	407.607
<i>XV</i>	4	6	71.736	180.000	186.544	6.723	445.002
							10.598.416

Fuente: Elaboración propia.

*Anexo 4 Flujo de Costos sociales de operación y mantención del sistema, en el horizonte
de evaluación (en pesos)*

<i>Período</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Inversión	27.066.503					
Arriendo de servidor		36.158	36.158	36.158	36.158	36.158
Arriendo de página web		126.343	126.343	126.343	126.343	126.343
Mantenciones		12.890.112	12.890.112	12.890.112	12.890.112	12.890.112
Plan de internet		20.550.857	20.550.857	20.550.857	20.550.857	20.550.857
FLUJO DE COSTOS	27.066.503	33.603.470	33.603.470	33.603.470	33.603.470	33.603.470

<i>Período</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Inversión	27.066.503				
Arriendo de servidor	36.158	36.158	36.158	36.158	36.158
Arriendo de página web	126.343	126.343	126.343	126.343	126.343
Mantenciones	12.890.112	12.890.112	12.890.112	12.890.112	12.890.112
Plan de Internet	20.550.857	20.550.857	20.550.857	20.550.857	20.550.857
FLUJO DE COSTOS	60.669.973	33.603.470	33.603.470	33.603.470	33.603.470

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 Flujo de Costos sociales de operación y mantención del sistema actual en el horizonte de evaluación (en pesos).

<i>Período</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Pago de Consultora	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824
FLUJO DE COSTOS	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824

<i>Período</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Pago de Consultora	47.058.824	47.058.824	47.058.824	\$47.058.824	47.058.824
FLUJO DE COSTOS	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824	47.058.824

Fuente: Elaboración propia.