



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

Análisis visual inducido por el señalamiento vertical en  
los conductores de automóviles.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería (Vías Terrestres, Transporte  
y Logística)

Presenta

Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban

Santiago de Querétaro, Querétaro, Diciembre de 2016.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Maestría EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES, TRANSPORTE Y  
 LOGÍSTICA

Análisis visual inducido por el señalamiento vertical en los conductores de  
 automóviles

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
 Maestro en Ingeniería de (Vías Terrestres, Transporte y Logística).

**Presenta:**

Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban.

Dirigido por:

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca.

SINODALES

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca  
 Presidente

\_\_\_\_\_  
 Firma

Dr. Martín Alfonso Gutiérrez López  
 Secretario

\_\_\_\_\_  
 Firma

Dra. María de la Luz Pérez Rea  
 Vocal

\_\_\_\_\_  
 Firma

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza  
 Suplente

\_\_\_\_\_  
 Firma

Dr. Alberto Mendoza Díaz  
 Suplente

\_\_\_\_\_  
 Firma

\_\_\_\_\_  
 Dr. Aurelio Domínguez González  
 Director de la Facultad de Ingeniería

\_\_\_\_\_  
 Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca  
 Piña  
 Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario Querétaro, Qro.  
 Diciembre de 2016.

## RESUMEN

El transitar por una infraestructura vial con un adecuado proyecto de señalamiento de tráfico puede ayudar para que el conductor realice una conducción más segura y con ello poder llegar con bienestar a su destino, sin embargo, en muchas de las vialidades podremos encontrar un sinnúmero de información la cual es necesaria procesar de una manera adecuada para que las señales cumplan con su objetivo, y aunado a esto existen varios obstáculos que impiden la visibilidad de las mismas y se pierde tal información y no es posible recuperar y esto conlleva a que el comportamiento del conductor cambie y ponga en riesgo la estabilidad de sus pasajeros. El objetivo de este trabajo es conocer la percepción que tienen los conductores de automóviles a las señales restrictivas que se encuentran en la infraestructura vial y ver si existe una reacción a ellas que se verá reflejado por el comportamiento que tomen al observarlas en el transcurso de su conducción. La zona que fue objeto de estudio después de realizar un inventario de señales de tráfico por algunas vialidades del municipio de Querétaro fue la Av. Tlacote y Av. Galindas con un total de 18 señales restrictivas las cuales variaban desde la velocidad máxima permitida, restricciones en vueltas, entre otras, los principales resultados son que la mayoría de los participantes muestran un comportamiento positivo, además, que la mayoría de las señales son observadas.

Palabras claves: Señales de Tráfico, Seguridad vial, Conductores.

## SUMMARY

Traveling along a road infrastructure with an appropriate traffic signs project can help the driver make a safer driving and thereby reach with wellness destination, However, many of the roads can be found in a wide range of information which is necessary to process in a way adequate signals compliant with its goal, and in addition there are several obstacles preventing the same visibility and such information is lost and it is not possible to recover and this leads to that the behavior of the driver change, and put at risk the stability of your passengers. The objective of this study is to know perception automobile drivers to restrictive signals encountered in road infrastructure and see if there is a reaction to them will be reflected by the behavior to take to observe them in the course of your driving. The area that was the subject of study after an inventory of traffic signs for some roads in the municipality of Querétaro was the Tlacote AV and Galindas Av with a total of 18 restrictive signals which ranged from the maximum permitted speed, turns, among other restrictions. The main results are that most participants show a positive behavior, in addition, that most of the signals are observed.

Keywords: traffic signs, safety road, drivers.

## **A DIOS**

Agradezco infinitamente a Dios nuestro padre celestial, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, darme fuerzas para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me han presentado, pero que me han ayudado a ser más fuerte y maduro, y por siempre estar conmigo.

## **A MIS MADRES**

Gracias Adela y Carmen por el apoyo y confianza que siempre han tenido hacia mi persona, por respetar las decisiones que me han llevado a ser la persona que soy hoy y por enseñarme el valor de las cosas y darme esa hambre de querer superarme cada día más.

## **PARA MIS HERMANOS Y SOBRINOS**

Gracias por ser parte de mi vida, porque de algo estoy seguro y es que si volviera a nacer me gustaría y le pediría Dios que ustedes vuelvan a estar en mi vida, Erika, Juan Carlos, Margarita y Hilda Lucia y por darme la dicha de ser Tío de José Carlos, Diego Emilio, Nicole y Héctor Jonás, ustedes mi familia son el motor que me impulsa a ser una mejor persona cada día, los amo.

## **PARA MIS AMIGOS**

Gracias por el apoyo que siempre me han mostrado en muchos ámbitos, no me alcanzara la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí, y por estar en momentos de mi vida muy malos y buenos, porque es ahí donde se demuestra quien está contigo en cualquier situación.

## **PARA KARMINA Y MARCO**

Gracias amiga por estar conmigo en todo momento y por demostrar que la distancia no es obstáculo para acabar con una amistad tan sincera, darme la oportunidad de hoy ser tu compadre y confiarme la vida de Diego, te aseguro que siempre estaré ahí para ustedes, los quiero mucho.

Amigo gracias por estar conmigo en todo momento y por siempre apoyarme en las decisiones que tomo, gracias por ser parte de mi vida y aparecer cuando menos lo pensaba, te quiero mucho y espero siempre contar contigo, ya que tú cuentas conmigo en todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma de Querétaro, por el apoyo y los financiamientos brindados para la realización de este trabajo.

Agradezco al Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca, por haber sido parte de este trabajo y brindarme su apoyo incondicional en el rumbo que debía tomar la investigación, por ayudar para mi formación y por ser un excelente ser humano, GRACIAS DOCTOR!!!

Agradezco al Dr. Martín Alfonso Gutiérrez por haber sido parte de esta investigación y apoyarme con el vehículo objeto de estudio, gracias por todo.

Agradezco a todas las personas que colaboraron para que este estudio llegara a su término, a mis sinodales Dra. Luz, Dr. Bosco y Dr. Mendoza.

Agradezco a mis compañeros de maestría, por haber hecho de estos dos años algo agradables y de sobra esta decir que cuentan con mi apoyo para cualquier momento que lo requieran, también gracias a otros compañeros de otros cuatrimestres y semestres que fueron parte de esta investigación, así como a los participantes de este estudio. Gracias infinitas...

## Índice

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Hipótesis .....	2
1.2.	Objetivo General .....	2
1.3.	Objetivos Particulares .....	3
II.	ESTADO DEL ARTE .....	4
2.1	Las Señales de Tráfico. ....	5
2.1.1	Tipos de Señales. ....	7
2.2	El conductor. ....	18
2.2.1	Las características que influyen en el conductor al transitar por una vialidad. 19	
2.2.2	Señalamiento vertical y su influencia en el conductor. ....	23
2.3	Herramientas de análisis. ....	26
2.3.1	Herramientas, tramos y vehículos empleados. ....	26
III	METODOLOGÍA. ....	28
3.1	METODOLOGÍAS EMPLEADAS .....	28
3.1 .1	Detención del vehículo y realizar encuestas .....	29
3.1.2	Toma de medidas del comportamiento del conductor .....	29
3.1.3	Reconocimiento de movimientos oculares .....	30
3.2	METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	32
3.2.1	ZONA DE ESTUDIO .....	33
3.2.2	DEFINICIÓN DEL UNIVERSO DE PARTICIPANTES.....	39
3.2.3	DEFINICION DE LA MUESTRA.....	40
3.2.4	SELECCIÓN DE INDIVIDUOS CON CARTA DE CONSENTIMIENTO .....	46
3.2.5	ESTUDIO EN INDIVIDUOS SELECCIONADOS .....	48
3.2.6	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN SOFTWARE .....	49
3.2.7	PROCESO ESTADÍSTICO .....	50
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	50
4.1	RESULTADOS ENCUESTAS DE RETENCIÓN DE MEMORIA Y CONOCIMIENTO A LAS SEÑALES DE TRÁFICO. ....	51

4.2 RESULTADOS DE TOMA DE MEDIDAS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR .....	57
4.3 RESULTADOS DE MOVIMIENTOS OCULARES .....	60
V. CONCLUSIONES.....	65
VI REFERENCIAS.....	66

## Índice de figuras.

Figura	Página
2.1. Señales Preventivas .....	11
2.2. Señales Preventivas .....	12
2.3. Señales Restrictivas.....	15
2.4. Señales Restrictivas.....	16
2.5. Señales de Información.....	17
2.6. Señales de Información.....	18
2.7. Cono de atención visual. ....	22
3.1. Sistemas de gravacion de movimiento de ojo actual.[Castro, 2009].....	30
3.2. Sistemas de gravacion de movimiento de ojo antiguos.[Castro, 2009] .....	31
3.3. Localización de la zona de estudio. ....	33
3.4. SEÑALES EN ZONA DE ESTUDIO.....	35
3.5. Instalación de cámara interna .....	36
3.6. Instalación de cámara exterior. ....	37
3.7. Total Video Converter versión 3.71.....	38
3.8. Seguimiento ocular mediante Matlab .....	39
3.9. Licencias de conducir tipo A, vigentes, en las cuales el domicilio del conductor pertenece al municipio de Querétaro. ....	40
4.1. Matriz de encuesta. ....	52
4.2. Porcentaje de conocimiento por su forma y color .....	53
4.3. Porcentaje de conocimiento por el nombre de la señal.....	54
4.4. Porcentaje de test de memoria .....	55
4.5. Porcentaje de participantes que respetaron la última señal.....	56
4.6. Principales motivos de accidentes viales.....	57
4.7. Matriz de velocidades en Km/h.....	58
4.8. Matriz de observaciones a las señales de tráfico.....	62
4.9. Análisis de valores y vectores propios de la matriz de correlación.....	63
4.10. Componentes Principales de Observaciones.....	64

## Índice de tablas

Tabla	Página
2.1. Clasificación internacional de señales de tráfico.....	7
2.2. Clasificación funcional del señalamiento vertical.....	9
2.3 Dimensiones de los tableros de las señales preventivas.....	10
2.4. Dimensiones de los tableros de las señales restrictivas.....	14
2.5. Clasificación funcional de las señales informativas.....	17
2.6. Herramientas, tramos y vehículos empleados.....	26
3.1. Inventario de Señales en lugar de estudio.....	34
3.2. Base de datos de licencias tipo A vigentes.....	41
3.3. Niveles de Confianza.....	42
3.4. Datos para determinar muestra estadística.....	42
3.5. Rangos de Antigüedad.....	43
3.6. Participantes con menos de 1 año de antigüedad.....	44
3.7. Participantes de 1 a 5 años de antigüedad.....	44
3.8. Participantes de 6 a 10 años de antigüedad.....	45
3.9. Participantes más de 10 años de antigüedad.....	46
4.1. Codificación del cuestionario.....	51
4.2. Desviación estándar y media de las velocidades en km/h.....	59
4.10. Promedio y porcentajes de observaciones a las señales de tráfico.....	60

## I. INTRODUCCIÓN

Las señales de tráfico son signos utilizados para dar información a los usuarios que transitan por una carretera o camino, en especial al conductor de vehículos y peatones. Han sido motivo de investigación y cada autor le ha dado la importancia que merecen para llegar a un resultado útil para acabar con los problemas viales, por ejemplo Chan y Annie (2007) realizaron una investigación sobre las características cognitivas de las señales de tráfico, en la cual notaron que estas dan información al usuario de la infraestructura vial y su principal objetivo es advertir, regular y orientar a ellos con la ayuda de símbolos, palabras o ambos.

En la actualidad varios de los accidentes de tráfico que se producen en la infraestructura vial se debe a la imprudencia de los conductores, ya que no atienden la señalética que va apareciendo en el transcurso de su conducción (Arriaga y Aracena, 2007). Se han realizado investigaciones sobre la atención a las señales de tráfico mediante movimientos oculares, Conchillo et al. (2010) realizan una descripción de los patrones de inspección visual a señales de máxima velocidad y orientación, ellos creen importante evaluar las señales restantes para saber el impacto que tienen en el conductor. Es importante llevar a cabo este estudio, para darnos cuenta cuales son los motivos por los que las señales no son atendidas y respetadas por los usuarios de la infraestructura vial.

Se han realizado también estudios que tratan sobre la experiencia del conductor respecto a las señales de tráfico colocadas en una forma inadecuada (lado izquierdo) y adecuada (lado derecho), Borowsky et al. (2008) empleando un simulador analizan la atención que prestan los conductores a los señalamientos colocadas en ambos lados de la calzada y llegan a la conclusión que los conductores experimentados tienden a no poner atención a ellas,

mientras que los inexpertos se toman el tiempo para familiarizarse con ellas también observan que los signos menos percibidos son las del lado izquierdo de la vía, sería importante llevarlo a la realidad, para conocer el comportamiento real del conductor respecto a estas señales ya que en la simulación el conductor puede estar seguro al no realizar ninguna maniobra que ponga en riesgo su estabilidad.

El propósito de este trabajo es conocer el impacto que tienen las señales de tráfico en el conductor y analizar si tales señales están cumpliendo su objetivo, detectando que señales tiene una colocación inadecuada en la vía en base a la percepción de los conductores y no debieran estar colocadas en cierto lugar.

### 1.1. Hipótesis

El observar las señales de tráfico en el espacio y tiempo adecuado podrá garantizar que el comportamiento del conductor sea favorable y así lograr una mayor seguridad de sus pasajeros.

### 1.2. Objetivo General

Conocer la percepción que tienen los conductores de automóviles a las señales restrictivas que se encuentran en la infraestructura vial y ver si existe una reacción a ellas que se verá reflejado por el comportamiento que tomen al observarlas en el transcurso de su conducción.

### 1.3. Objetivos Particulares

- Determinar qué tipo de señales de tráfico no son percibidas por los conductores, ya sea por su ubicación o simplemente porque no son del interés del conductor.
- Determinar el tamaño de la muestra que representará de forma significativa a la población del municipio de Querétaro, para fines de la investigación.
- Lograr que el participante comprenda la importancia de las señales de tráfico y les brinde la debida atención que merecen.

## II. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad varios de los accidentes de tráfico que se producen en la infraestructura vial se debe a la imprudencia de los conductores, ya que no atienden la señalética que va apareciendo en el transcurso de su conducción (Arriaga y Aracena, 2007). Se han realizado investigaciones sobre la atención a las señales de tráfico mediante movimientos oculares, Conchillo et al. (2010) realizan una descripción de los patrones de inspección visual a señales de máxima velocidad y orientación, ellos creen importante evaluar las señales restantes para saber el impacto que tienen en el conductor. Es importante llevar a cabo este estudio, para darnos cuenta cuales son los motivos por los que las señales no son atendidas y respetadas por los usuarios de la infraestructura vial.

Se han realizado también estudios que tratan sobre la experiencia del conductor respecto a las señales de tráfico colocadas en una forma inadecuada (lado izquierdo) y adecuada (lado derecho), Borowsky et al. (2008) empleando un simulador analizan la atención que prestan los conductores a los señalamientos colocadas en ambos lados de la calzada y llegan a la conclusión que los conductores experimentados tienden a no poner atención a ellas, mientras que los inexpertos se toman el tiempo para familiarizarse con ellas también observan que los signos menos percibidos son las del lado izquierdo de la vía, sería importante llevarlo a la realidad, para conocer el comportamiento real del conductor respecto a estas señales ya que en la simulación el conductor puede estar seguro al no realizar ninguna maniobra que ponga en riesgo su estabilidad.

El propósito de este trabajo es conocer el impacto que tienen las señales de tráfico en el conductor y analizar si tales señales están cumpliendo su objetivo, detectando que señales tiene una colocación inadecuada en la vía

en base a la percepción de los conductores y no debieran estar colocadas en cierto lugar.

## 2.1 Las Señales de Tráfico.

Las señales de tráfico son signos utilizados para dar información a los usuarios que transitan por una carretera o camino, en especial a los conductores de vehículos y peatones. Han sido motivo de investigación y cada autor le ha dado la importancia que merecen para llegar a un resultado útil para acabar con los problemas viales, por ejemplo en Chan y Annie (2007), analizaron las características cognitivas de las señales de tráfico, observando que estas dan información al usuario de la infraestructura vial y su principal objetivo es advertir, regular y orientar a ellos con la ayuda de símbolos, palabras o ambos. Por otra parte, Conchillo et al. (2010) deducen que su principal función es la de transmitir al conductor la situación de la vía sobre la cual transitan y en base a ello, puedan tomar una mejor decisión que no afecte su bienestar, por ello es de suma importancia evaluar su eficacia y efectividad.

La función del sistema de señalización es reglamentar, informar y advertir de las condiciones prevalecientes y eventualidades acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés donde transitan los usuarios. Tener un buen sistema de señales es importante en todos los lugares donde existan vías de comunicación para coadyuvar a la seguridad de los usuarios. Las señales deberán instalarse, con un análisis técnico previo, solo en aquellos lugares donde estas se justifiquen DGST (2014).

En la DGST (2014) se menciona que los elementos que forman parte de la señalización y dispositivos de seguridad son el conjunto integrado de marcas, señales y dispositivos de seguridad que indican la geometría de las carreteras y vialidades urbanas dependiendo de su ubicación se clasifican en:

señalamiento vertical, horizontal y dispositivos de seguridad. En esta investigación nos centraremos en la Señalización Vertical.

Kraemer et al. (2003) definen las señales verticales como elementos que transmiten información al conductor referente a las normas de circulación que se aplican a circunstancias específicas y sobre la vía; advierten los posibles peligros potenciales, y proporcionan orientación necesaria para seguir por un camino, esto con el fin de que el usuario llegue a su destino de forma ordenada y segura, mientras que Crespo (2000) menciona que no es posible concebir el buen funcionamiento de una carretera si esta no cuenta con el señalamiento necesario que le ofrezca seguridad al usuario de la misma.

Es de interés el entendimiento y reacción a las señales viales por parte de los conductores para comprender el actuar de éstos últimos y posiblemente así disminuir la accidentalidad la cual puede inducir consecuencias lamentables. Referente a ello, Conchillo et al. (2010) deducen que su principal función es la de transmitir al conductor la situación de la vía sobre la cual transitan y en base a ello, puedan tomar una mejor decisión que no afecte su bienestar, por ello es de suma importancia evaluar su eficacia y efectividad. Además, la identificación de los signos y su interpretación adecuada auxilia en el cumplimiento de los reglamentos de tráfico, y en el mismo sentido de la seguridad Sathiya et al. (2014) concluyen que la identificación correcta de las señales en el lugar y momento adecuado es importante para así asegurar llegar a su destino con seguridad.

En Fu et al. (2013) se indica que cuando las señales de tráfico contienen demasiada información, podrían resultar significativos accidentes, por lo tanto, el volumen de información de esta señalética debe mantener un nivel razonable para ser reconocido de manera exitosa. Con el fin de hacer que el conductor reconozca las señales de tráfico, el volumen de información que el conductor pueda soportar en los niveles de carga de trabajo diferentes debe conocerse claramente.

### 2.1.1 Tipos de Señales.

Crespo (2000) clasifica las señales verticales en tres tipos las cuales son preventivas, restrictivas e informativas, por otra parte Kraemer et al. (2003) presentan la siguiente clasificación señales de advertencia de peligro, señales de reglamentación y señales de indicación para los signos verticales, y las señales horizontales en marcas viales longitudinales, marcas viales transversales y otras marcas viales.

En la Tabla 2.1, se muestra la clasificación internacional de tráfico de cuatro países, los cuales definen y clasifican los señalamientos verticales de diferente manera, esto con el fin de conocer las diversas normativas de los mismos.

**Tabla 2.1.** Clasificación internacional de señales de tráfico.

<b>PAÍS</b>	<b>DEFINICIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL</b>	<b>TIPOS DE SEÑALES</b>	<b>OBJETIVO</b>
<b>ESPAÑA (DGT) 2011</b>	En sentido amplio, es un conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación por una vía	Advertencia de Peligro	Indicar a los usuarios de la vía la proximidad y naturaleza de un peligro difícil de ser percibido a tiempo.
		Reglamentación	Indicar a los usuarios de la vía las obligaciones, limitaciones o prohibiciones especiales que deben observar.
		Indicación	Facilitar al usuario de las vías ciertas indicaciones que pueden serle de utilidad.
<b>CHILE (CONASET) 2014</b>	Tienen por función reglamentar, advertir de peligros o informar acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés.	Reglamentarias	Notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.
		Advertencia de Peligro	Advertir a los usuarios de la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía, ya sea en forma permanente o temporal.

		Informativas	Orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.
<b>USA</b> <b>(Manual of Traffic Signs)</b> <b>2013</b>	Controlan el flujo de tráfico, advierten de los peligros por delante, le guían a su destino y le informan de los servicios de carreteras.	Regulatorias	Describen una serie de signos que se utilizan para indicar o reforzar las leyes de tráfico.
		Advertencia	Alertan sobre los peligros o cambios en las condiciones de la carretera.
		Guía	Guían al usuario de la vía, sobre rutas que seguir para llegar a su destino.
<b>MÉXICO</b> <b>(DGST)</b> <b>2014</b>	Conjunto de signos en tableros con leyendas y pictogramas que se encuentran fijados en postes, marcos y otras estructuras.	Restrictivas	Indicar al usuario sobre las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentadas que restringen el uso de una vialidad.
		Preventivas	Prevenir al usuario de la vía sobre la existencia de algún riesgo potencial en la misma y su naturaleza.
		Informativas	Guiar al usuario a lo largo de su trayectoria por carretera y vialidad urbana, e informarle al mismo el nombre y la ubicación de las ciudades o localidades de interés.

Fuente: Elaboración propia basada en la DGT (2011), CONASET (2014), Manual of Traffic Signs (2013) y DGST (2014).

La DGST (2014) menciona que el señalamiento vertical es el conjunto de signos en tableros con leyendas y pictogramas que se encuentran fijados en postes, marcos y otras estructuras. Según su propósito estas se clasifican en señales restrictivas, preventivas e informativas en las cual se engloban turísticas y de servicio, mensaje cambiabile.

La Tabla 2.2, se hace referencia a la clasificación del señalamiento vertical el cual se obtiene de la norma de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte.

**Tabla 2.2.** Clasificación funcional del señalamiento vertical.

<b>Clasificación</b>	<b>Tipos de Señales</b>
<b>SR</b>	Señales Restrictivas
<b>SP</b>	Señales Preventivas
<b>SI</b>	Señales Informativas
	<b>SII</b> Señales informativas de identificación
	<b>SID</b> Señales informativas de destino
	<b>SIR</b> Señales informativas de recomendación
	<b>SIG</b> Señales de información general
<b>STS</b>	Señales turísticas y de servicios
	<b>SIT</b> Señales turísticas
	<b>SIS</b> Señales de servicio
<b>OD</b>	Señales diversas

Fuente: elaboración propia basado en SCT (2014)

### *Las Señales Preventivas*

Crespo (2000), menciona que este tipo de señales tienen la función de advertir al usuario del camino sobre la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo, estas son de forma cuadrada con una diagonal en posición vertical, fondo amarillo con letras y ribete de color negro, como mínimo pueden medir 60 cm hasta 95 cm.

La DGST (2014) hacen referencia que tienen por objeto prevenir al usuario de la vía sobre la existencia de algún riesgo potencial en la misma y su naturaleza. Son señales bajas y en algunos casos elevadas colocadas sobre estructuras ya existente. Se presenta a continuación en la Tabla 2.3 las medidas estándares para este tipo de señalética:

**Tabla 2.3 . Dimensiones de los tableros de las señales preventivas.**

Tamaño de la señal (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
<b>61 x 61</b>	No debe usarse	Únicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias
<b>71 x 71</b>	Carretera con un carril por sentido de circulación y con ancho de arroyo vial de hasta 6.5 m	Vías secundarias
<b>86 x 86</b>	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase y con ancho de arroyo superior a 6.5 m	Arterias principales
<b>117 x 117</b>	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	Vías de circulación continua
<b>Escolares 71 x 71</b>	No deben usarse	En todos los casos
<b>Escolares 86 x 86</b>	En todos los casos	No deben usarse

Fuente: elaboración propia basado en SCT (2014)

Las señales preventivas deben estar colocadas del lado derecho de la carretera, correspondiente a la dirección de la circulación y frente a ella, la altura no será mayor a 2.10 m ni menor a 60 cm, salvo en zonas donde las circunstancias aconsejen otras cosas, Crespo (2000).

La figura 2.1 y la figura 2.2. muestran las señales preventivas que existen en el manual de señalización vial y dispositivos de seguridad que se encuentra en la DGST (2014).

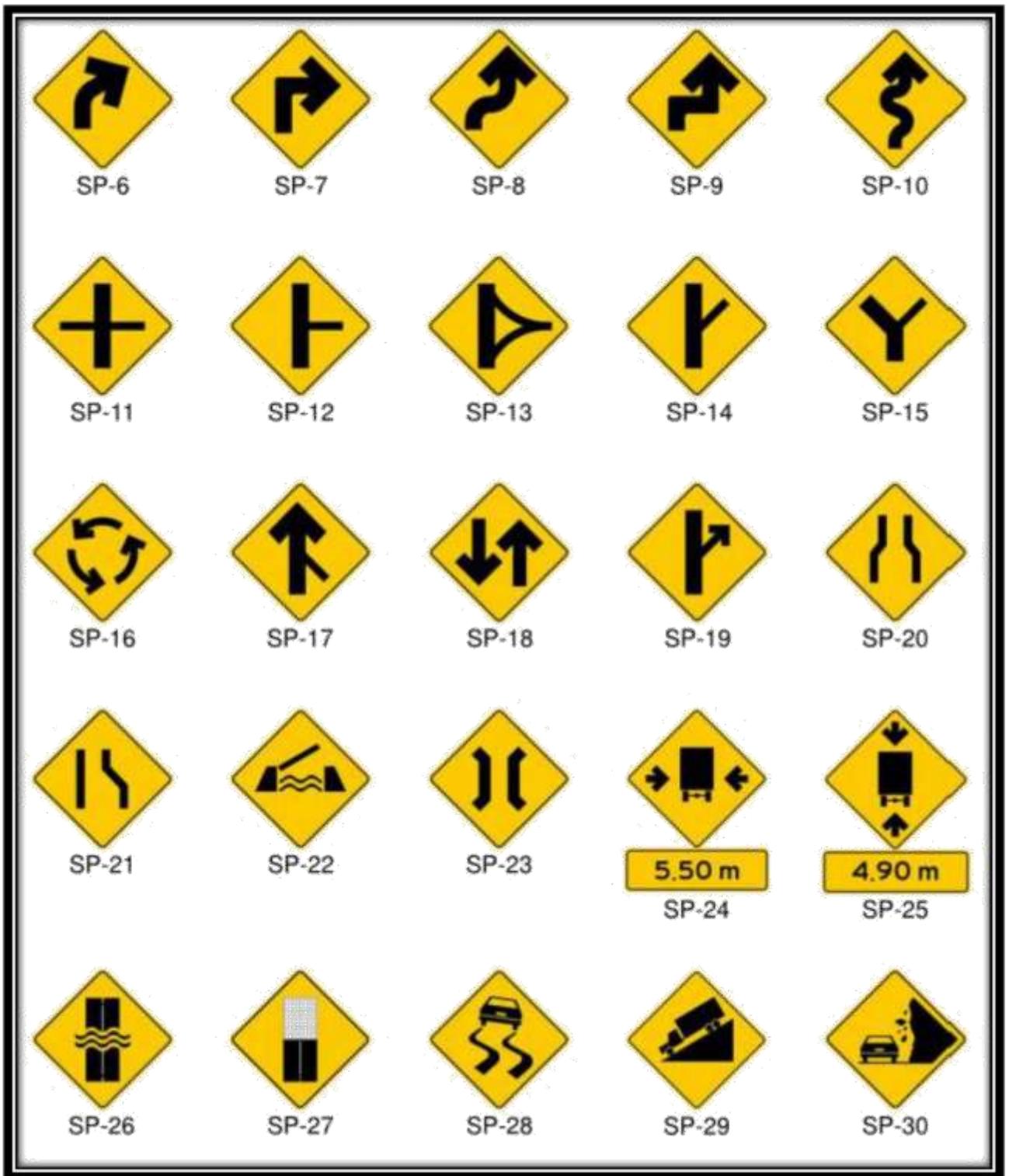


Figura 2.1. Señales Preventivas (SCT, 2014).

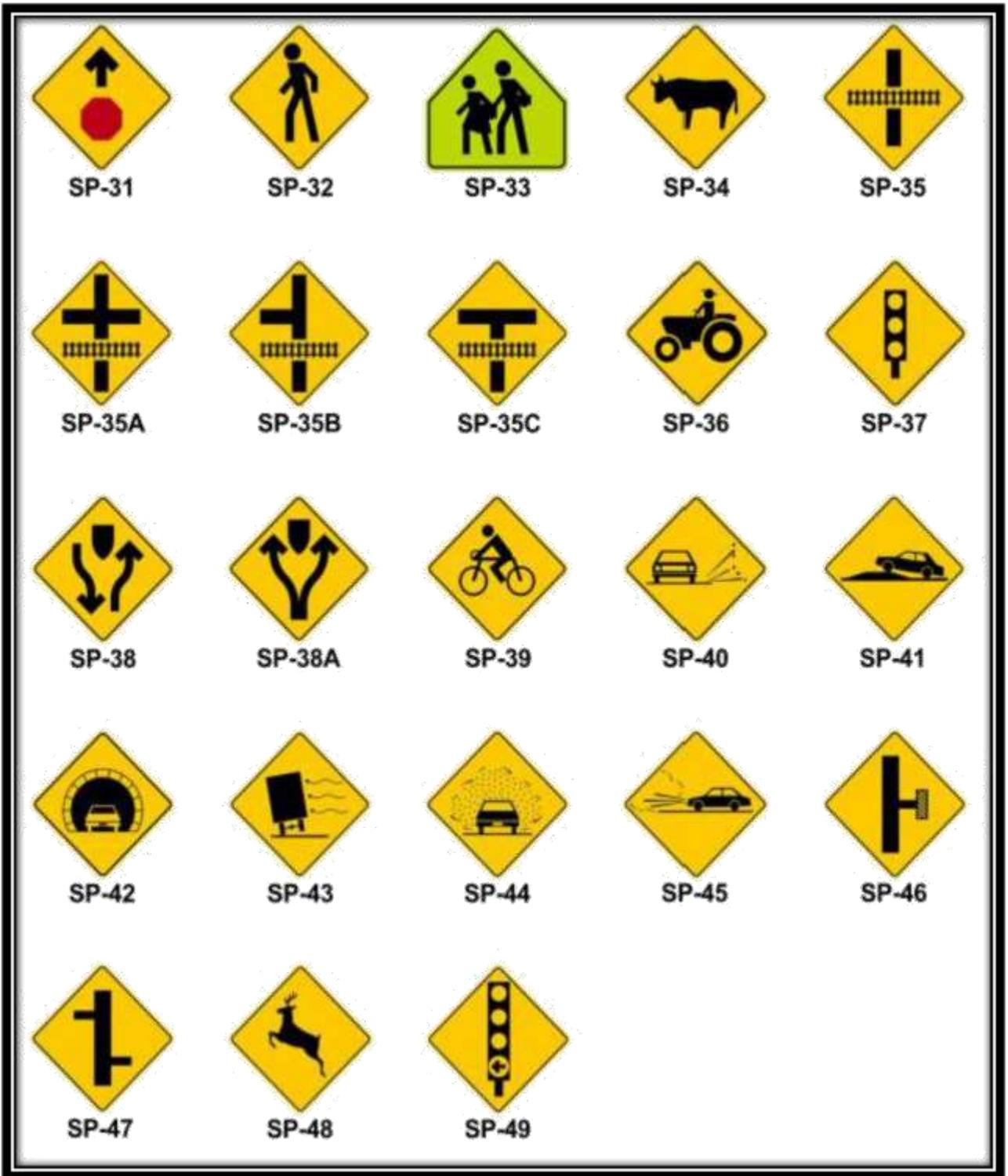


Figura 2.2. Señales Preventivas (SCT, 2014).

## *Las Señales Restrictivas*

Las señales restrictivas son aquellas que su principal propósito expresar en ella una fase del Reglamento de Tránsito, con el fin de que el usuario de la carretera la cumpla. Estos signos, generalmente, tienden a restringir algún movimiento del vehículo, recordándole al conductor de alguna prohibición o limitación reglamentada. Crespo (2000), comentan que estas señales son de forma rectangular, y debe colocarse con la dimensión mayor en posición vertical, estarán formadas con un símbolo negro inscrito en un círculo rojo sobre fondo blanco, con un letrero negro debajo del círculo.

DGST (2014), expone que las señales restrictivas tienen la función de indicar al usuario sobre las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentadas que restringen el uso de una vialidad. Por lo general son señales bajas que se fijan en postes o marcos, en algunos casos señales elevadas cuando se colocan en alguna estructura existente. Sus dimensiones se presentan en la Tabla 2.4:

**Tabla 2.4.** Dimensiones de los tableros de las señales restrictivas.

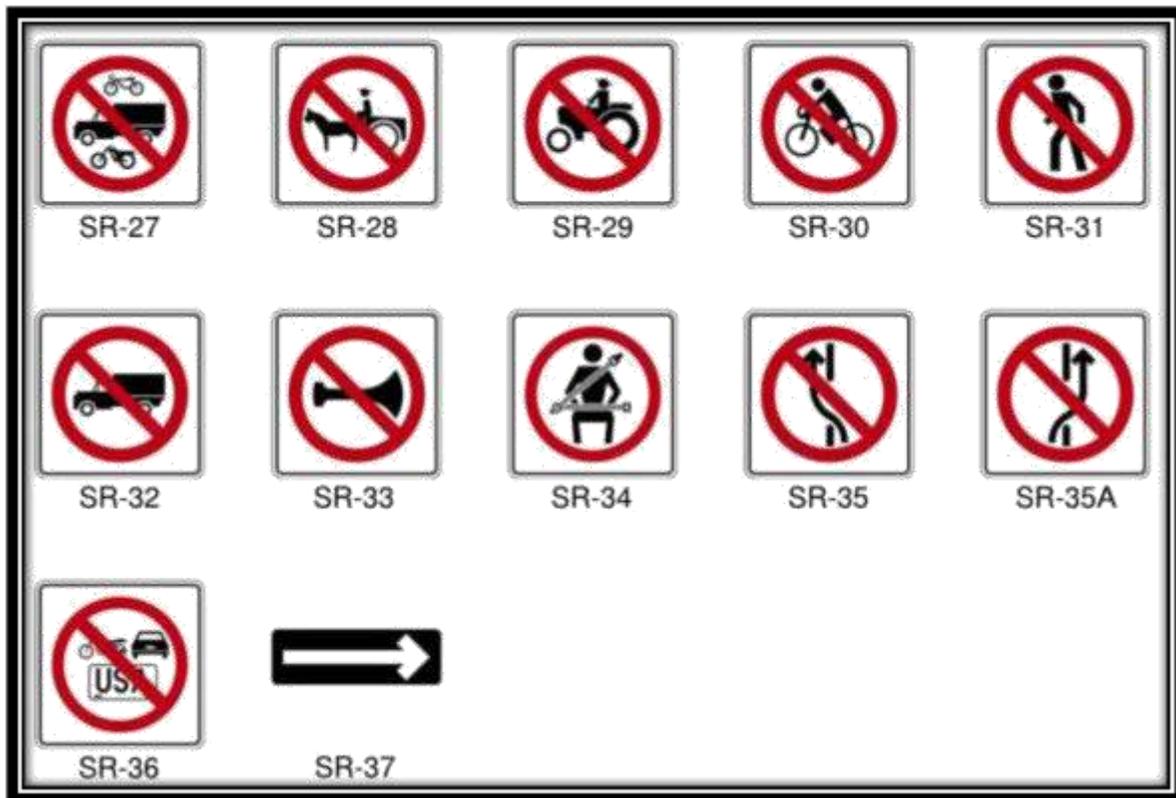
Tamaño de la señal (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61	No deben usarse	Únicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias
71 x 71	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
86 x 86	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
117 x 117	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	Vías de circulación continua
<b>Alto</b>		En todos los casos
<b>30 por lado</b>		En todos los casos
<b>Ceda el paso</b>		En todos los casos
<b>85 por lado</b>		
<b>Sentido de circulación</b>	No deben usarse	En todos los casos
61 x 20		
<b>Sentido de circulación</b>	En todos los casos	No deben usarse
91 x 30		

Fuente: elaboración propia basado en SCT (2014)

Al igual que las señales preventivas estas deberán estar colocadas del lado derecho de la acera en dirección a la circulación, la altura de estas señales no excederá los 2.20 m ni será inferior a los 60 cm. En Crespo (2000) se menciona que la placa rectangular deberá tener las siguientes dimensiones 70 cm de altura por 42.5 cm de ancho para signos colocados en zonas rurales, y de 50 cm de alto por 30 cm de ancho para zonas edificadas. En la figura 2.3 y la figura 2.4 se muestran las señales restrictivas que se encuentran en el manual de señalización vial y dispositivos de seguridad que se encuentra en la DGST (2014).



Figura 2.3. Señales Restrictivas (SCT, 2014).



**Figura 2.4.** Señales Restrictivas (SCT,2014).

### *Las Señales Informativas*

Crespo (2000) dice que su objetivo es proporcionarle al usuario alguna información que le permita llegar a su destino. Son rectangulares y deben colocarse en posición horizontal, con excepción de algunas que se colocan verticalmente. Sus colores serán: fondo blanco, con letras y ribete blanco, estas no tienen dimensiones fijas, el tamaño se ajusta a las necesidades, solo que no es recomendable que dichos signos tengan más de tres renglones de leyendas.

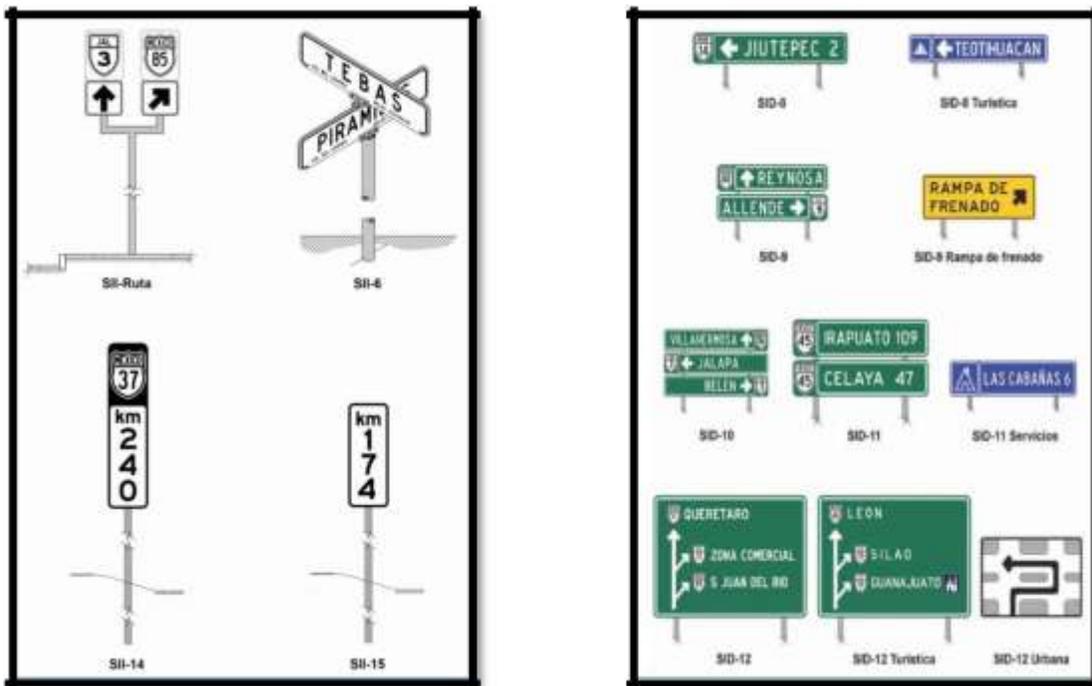
La DGST (2014), definen las señales informativas como tableros que contienen leyendas, escudos, fechas y pictogramas que tienen la función de guiar al usuario a lo largo de su trayectoria por carretera y vialidad urbana, e informarle al mismo el nombre y la ubicación de las ciudades o localidades de dichas vías, lugares de interés y las distancias en kilómetros. La Tabla 2.5 muestra la clasificación de las señales informativas:

**Tabla 2.5.** Clasificación funcional de las señales informativas

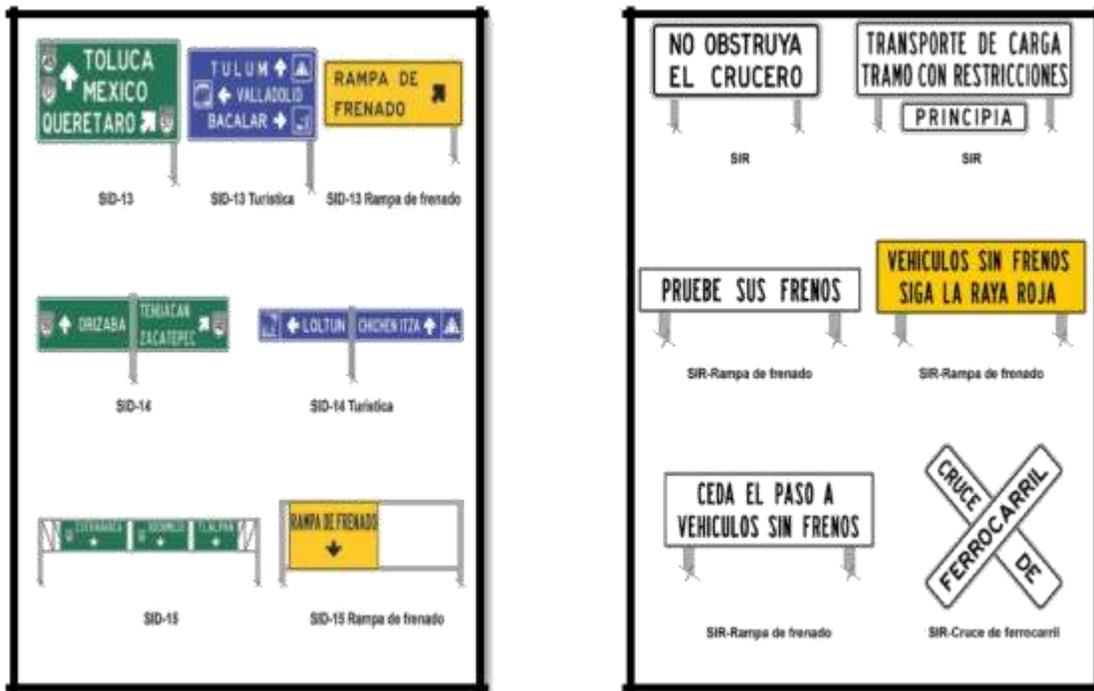
Clasificación	Tipos de señales
SII	Señales informativas de identificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenclatura</li> <li>• Ruta</li> <li>• Kilometraje y Ruta</li> </ul>
SID	Señales informativas de destino <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previas</li> <li>• Diagramáticas</li> <li>• Decisivas</li> <li>• Confirmativas</li> </ul>
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general

Fuente: elaboración propia basado en SCT (2014)

La figura 2.5 y la figura 2.6 es un ejemplo claro de las señales informativas que existen y se encuentran en el manual de señalización vial y dispositivos de seguridad que se encuentra en la DGST (2014).



**Figura 2.5.** Señales de Información (SCT, 2014)



**Figura 2.6.** Señales de Información (SCT, 2014)

## 2.2 El conductor.

Los factores que intervienen en el tráfico o circulación, que a continuación se estudiarán separadamente son la persona, el vehículo y la vía. En España, la DGT (2011) considera a la persona como un protagonista de la circulación, y de su comportamiento depende, definitivamente su seguridad y puede desempeñarse como conductor, peatón o tutor del vehículo, por lo que a nosotros nos es de interés el conductor por objeto de estudio.

El conductor constituye el elemento más importante en la circulación viaria. En este sentido, en Kraemer et al. (2003) se menciona que el desplazamiento de los vehículos dependerá únicamente de ellos, y la calidad de la circulación es el resultado de su habilidad para adaptar el movimiento de su vehículo a las características de la carretera y de la circulación.

La DGT (2011) se refiere al conductor habitual como la persona que cuenta con el permiso o licencia de conducción necesarios, que estará inscrito en el registro de conductores e infractores, ha sido designada por el titular del vehículo, previo su conocimiento, en virtud de lo dispuesto en el artículo 9 bis, por ser aquella que de manera usual conduce dicho vehículo.

#### 2.2.1 Las características que influyen en el conductor al transitar por una vialidad.

Es importante conocer las características que influyen en el conductor cuando se desplaza de un origen a un destino y tener en cuenta que el entorno nos muestra un sinfín de información, la cual deberá procesar de la manera más eficiente para llegar con bienestar como lo indican Sathiya et al. (2014).

#### *La experiencia del conductor*

Borowsky et al. (2008) han observado que cuando el conductor es experimentado los accidentes de tráfico pueden ser causados por una mala colocación de la señalización en lugar de por una mala conducción. Existen diferentes tipos de señales de tráfico con las que se enfrentan los usuarios de una infraestructura vial y estas se clasifican como preventivas, restrictivas y de información, las señales de nuestro interés son las señales restrictivas que son signos que tienen el objetivo de informarle al usuario de las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tráfico, se colocaran en el punto mismo donde existe la prohibición o restricción.

Se han realizado también estudios que tratan sobre la experiencia del conductor respecto a las señales de tráfico colocadas en una forma inadecuada (lado izquierdo) y adecuada (lado derecho). Por ejemplo, en Borowsky et al. (2008) empleando un simulador digital (pantalla LCD 17") y así analizan la

atención que prestan los conductores a los señalamientos colocados en ambos lados de la calzada y llegan a la conclusión que los conductores experimentados tienden a no poner atención a ellas, mientras que los inexpertos se toman el tiempo para familiarizarse con ellas también observan que los signos menos percibidos son las del lado izquierdo de la vía, sería importante llevarlo a la realidad, para conocer el comportamiento real del conductor respecto a estas señales ya que en la simulación el conductor puede estar seguro al no realizar ninguna maniobra que ponga en riesgo su estabilidad.

Por su parte, Gómez et al. (2013), desarrollaron una investigación sobre la estrategia de búsqueda visual en conductores expertos e inexpertos referente a las escenas de tráfico, en el presente estudio la metodología utilizada fue una simulación de laboratorio con el sistema de análisis ASL SE5000 para la detección del movimiento de oculares y a la conclusión que se llegan con el estudio es que los conductores con experiencia tienden a fijar más veces y con mayor tiempo que los inexpertos a estímulos relevantes y por el contrario en los irrelevantes no prestan tanta atención.

### *El comportamiento*

Los conductores son responsables de realizar una acción apropiada para respetar las señales de tráfico y así evitar cualquier siniestro. Se han realizado estudios para ver el comportamiento del conductor, por ejemplo en Castro et al. (2008) se define que el objetivo de las señales es provocar un modelo mental interno sobre las acciones prohibidas que se etiquetan en forma explícita en los signos de tráfico. Recientemente Conchillo et al. (2010) realizaron un estudio en el que se enfocan en la percepción que tienen los conductores respecto a las señales de tráfico, su conclusión es las señales de orientación son vistas con mayor frecuencia que las de velocidad máxima, en

las cuales fijan su mirada por más de dos veces y en un tiempo que rebasa un segundo.

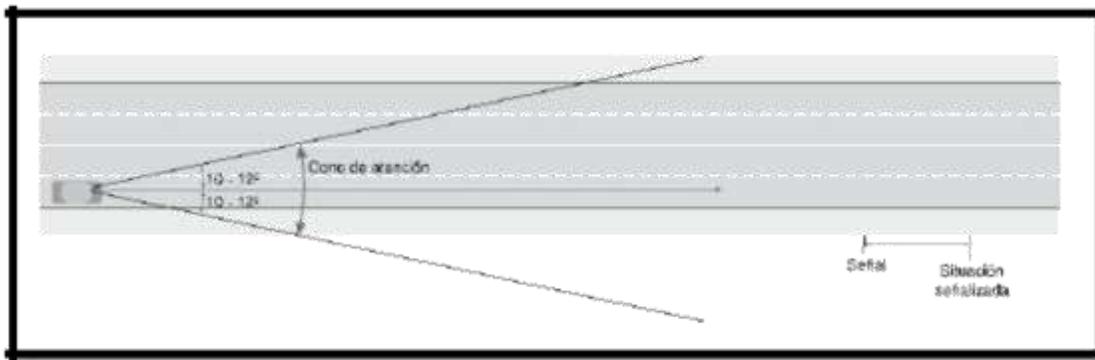
En general, los conductores están acostumbrados a encontrar las señales del lado derecho de la vía, por lo tanto es allí donde deben ser ubicadas. Sin embargo, cuando existen movimientos vehiculares complejos, vías de un sentido con dos o más pistas de circulación o zonas de no adelantar, es conveniente reforzar la señal instalando otra idéntica al lado izquierdo (CONASET: 2014).

#### *Tiempo total de percepción y reacción*

El tiempo percepción-reacción, es la serie de eventos relacionados con el individuo desde que se percibe un estímulo hasta su reacción, por lo anterior Kraemer et al. (2003) lo definen como el tiempo que ocurre desde que un conductor recibe la información hasta que inicia la respuesta del vehículo. El tiempo total que necesita un conductor para reaccionar puede variar de unos conductores a otros e incluso del mismo conductor de una situación a otra, ya que puede verse afectado por el estado físico y psíquico del conductor. Es lógico pensar que en situaciones complejas se necesita un tiempo de percepción reacción mayor, mientras que este tiempo va disminuyendo al aumentar la intensidad de los estímulos sensoriales (Conchillo et al; 2010).

#### *La Visión del Conductor*

La CONASET (2014) comenta que las señales que se encuentren lateralmente podrán ser percibidas por los conductores siempre y cuando esta se ubique dentro de un cono de atención, esto es, dentro de  $10^{\circ}$  respecto a su eje visual. Véase la figura 2.7.



**Figura 2.1.** Cono de atención visual (CONASET, 2014).

La mayor parte de información que recibirá el conductor al desplazarse por una infraestructura vial será por medio de la vista, por ello es necesario conocer algunas propiedades de la visión para comprender las posibilidades que tiene el conductor de percibir su situación en la vía, las condiciones de tráfico y otras informaciones necesarias como lo son las señales de tránsito. En Kraemer et al. (2003) se expone que el conductor es capaz de percibir con claridad los objetos que están dentro de un campo visual incluido en un cono con un ángulo en el vértice de  $11^{\circ}$  a  $18^{\circ}$ .

Un estudio tiene que ver con el comportamiento visual de los conductores bajo diferentes condiciones de tráfico, Chen et al. (2011) exponen que una variedad de factores influyen en la atención del conductor. Condiciones cambiantes de las carreteras causan una variedad de estímulos que afectan la aceptación y procesamiento de información de tráfico, lleva a consecuencias graves, Por lo tanto, el estudio del comportamiento visual de los conductores bajo diferentes condiciones de tráfico es de gran importancia para mejorar la seguridad vial.

En Liu et al. (2011) se señala que el volumen excesivo de información significa que los conductores no pueden manejar toda la información de un vistazo. Con el fin de obtener información útil, tienen que echar un vistazo más de una vez y frenar el coche y se afecta la estabilidad de conducción. Esto

umenta las presiones psicológicas del conductor y las cargas de cognición visual, conduce a un comportamiento de conducción de alto riesgo. En el mismo sentido, en Lyn y Pan (2010) se menciona que la sobrecarga de información es un problema general en el diseño de señales urbanas en China porque seguramente agravará la carga visual de los conductores y llevan a buscar más tiempo y distracción de los conductores. Esto provoca grandes impactos adversos en la conducción de seguridad, especialmente de alta velocidad de conducción. La sobrecarga de información se refiere a que los conductores no serán capaces de reconocer la información de tráfico que necesitan de guía de signos en limitadas veces.

## 2.2.2 Señalamiento vertical y su influencia en el conductor.

En la actualidad se han realizado estudios que relacionan directamente las señales de tráfico y la percepción que el conductor tiene hacia las mismas, mediante sistemas que determinan el movimiento del ojo. En Song y Yang (2009) se menciona que los conductores siempre capturan la información de tráfico por sus ojos cuando están manejando en la carretera y esto tiene un impacto en su seguridad vial. Zhi *et al.* (2011) reportaron que en las áreas metropolitanas es donde más fácilmente se pueden encontrar ejemplos de sitios de la carretera donde dentro de unos minutos de tiempo de conducción hay docenas de señales de tráfico, además a otras fuentes de información y distracciones.

En algunos casos la falta de visibilidad de las señales de tráfico es por diferentes factores que afectan al conductor de manera importante para realizar su función de una manera eficiente. En este sentido Pietrucha *et al.* (2006) comentan que la dificultad visual es causada por la presencia de otros vehículos, ya sea que se encuentren delante, adyacentes e inclusive los que

viajan en sentido contrario los cuales bloquean la línea de visión entre el conductor del vehículo y alguna señal colocada en la carretera.

Es importante evaluar el impacto de las señales de tráfico en el conductor, ya que la falta de atención a ellas es uno de los mayores problemas que existen al transitar por una vía urbana o rural, y son motivo de accidentes viales. Lo anterior se destaca en Sathiya *et al.* (2014), exponiendo que al identificar las señales de tráfico de una forma eficiente en el espacio y tiempo adecuado ayuda a que el conductor llegue a su destino y así asegurar la estabilidad de sus pasajeros.

### *La ubicación*

La ubicación longitudinal de cada señal debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver, leer y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer el objetivo para el cual está colocada en la vialidad (CONASET: 2014).

Así mismo, la CONASET (2014) comenta que las señales que se encuentren lateralmente podrán ser percibidas por los conductores siempre y cuando esta se ubique dentro de un cono de atención, esto es, dentro de 10° respecto a su eje visual.

Por otra parte, la DGST (2014) menciona que las señales deben estar ubicadas dentro del cono visual del conductor del vehículo para captar su atención y facilitar su lectura e interpretación de acuerdo con la velocidad a la que este circule. Se hace hincapié en que desde el proyecto de señalización, las señales deben colocarse específicamente en el lugar que sea necesario y

acorde al desarrollo geométrico de la vía con la posibilidad de irse ajustando con el tiempo conforme, vayan surgiendo nuevas necesidades.

Cole y Hughes (1986) mencionan que al transitar por una vialidad urbana o rural podemos encontrarnos con un sinnúmero de información la cual tenemos que procesar de una forma eficiente, pero por lo general mucha se queda en el camino ya que en algunos casos no tienen una ubicación correcta y así no es posible atenderla. Al no ser percibidas las señales pueden provocar accidentes viales y la responsabilidad recae en el conductor ya que en muchas ocasiones es por la falta de conocimientos (cultura vial) del mismo. En este sentido, Biederman et al. (1982) observaron que las personas tienden a mirar las señales del lado derecho de la vía (ubicación adecuada) y se olvidan que del lado izquierdo (ubicación inadecuada), ya que son más difíciles de ser percibidas por los conductores.

Otro estudio realizado por Aracena y Arriagada (2007) desarrollaron un prototipo el cual permite detectar y reconocer las señaléticas presentes en la vía e informar su naturaleza al conductor mediante una señal audible o proyección visual, lo que se pretende con el sistema alertar en forma anticipada al conductor, de la señalética que existe en su trayecto para que se tome en cuenta y se realicen las acciones pertinentes y no pase como en muchos casos desapercibida.

Se están utilizando muchos sistemas de transporte inteligentes los cuales cada vez aportan más a el tránsito para poder detectar señales y obstáculos, en Zhong et al. (2014) se discuten estos nuevos sistemas y se destaca que: “El escenario natural de reconocimiento de señales de tráfico a menudo existe en escenas complejas: la perturbación, la interferencia del clima, cambios de iluminación, señal de tráfico sucia, bloqueada o en mal estado. Por lo tanto, el reconocimiento de señales de tráfico es de gran

importancia en escenas naturales”. Por lo que existen investigaciones como la realizada por Oruklu y Waite (2013) nos dan información acerca de los sistemas de asistencia al conductor avanzado que tratan sobre “tecnologías que tienen la capacidad de aumentar en gran medida la seguridad del conductor mediante la supervisión del conductor y su entorno y proporcionan información, alertas, o incluso tomar acción”.

### 2.3 Herramientas de análisis.

En este apartado se dan a conocer algunas herramientas, vehículos y tramos que se han utilizado en investigaciones que asocian al conductor, los movimientos oculares y la percepción que tienen a diversos objetos que se pueden encontrar en su entorno, además de diferentes tramos tanto urbanos como suburbanos en los cuales se han llevado acabo, todas en un entorno real.

#### 2.3.1 Herramientas, tramos y vehículos empleados.

La Tabla 2.6 nos muestra las herramientas utilizadas, el tipo de vehículo y tramos en los cuales se han realizado investigaciones en los cuales interviene el conductor y las características visuales, así como los tramos en los cuales se han llevado las mismas.

**Tabla 2.6.** Herramientas, tramos y vehículos empleados.

Autor	Tipo de Vehículo	Herramienta	Tramo	Objetivo
<b>Conchillo et al. (2010)</b>	Citroën Bx GTI	El vehículo estaba dotado de un sistema de movimientos oculares no invasivo, con resolución	Autovía 607 de Madrid a Colmenar, Viejo. (en días	Definir los patrones de inspección visual a

		espacial en un rango entre 0.5º y 1º, y sensores para mostrar el estado dinámico del mismo.	despejados por la mañana y tráfico fluido).	algunas señales de circulación.
<b>Mourant y Rockwell (1972)</b>	Vehículos de los participantes	Un sistema de registro de movimientos oculares mediante televisión. (no se especifica marca, ni modelo.	2.1 millas Zona Urbanas (Rutas de barrio) 4.3 millas Autopistas	Estudiar los cambios en los patrones de exploración visual con la experiencia en la conducción.
<b>Crundall y Underwood (1998)</b>	Vehículos de los participantes	Equipo de registro de movimientos oculares NAC eye-Mark VII	Carretera Rural (1 solo carril). Carretera Suburbana. Autovía.	Estudiar las estrategias de exploración visual de los conductores en diversas situaciones de tráfico, que plantean demandas de procesamiento de distinto nivel.

Fuente: Elaboración propia

### III METODOLOGÍA.

#### 3.1 METODOLOGÍAS EMPLEADAS

A lo largo del tiempo se han realizado estudios que tienen relación con el conductor y la percepción que tienen con las señales de tráfico y a continuación se mencionan algunas de las metodologías que se han empleado para lograr obtener la atención visual que los conductores tienden a ofrecerles a dichas señales.

En las investigaciones de entorno real (estudios de campo) esa misma complejidad de la infraestructura vial es la que hace difícil controlar el alto número de factores que pueden influir en unos resultados dados y, consiguientemente, interpretar éstos de forma inequívoca.

Para determinar la atención visual que el conductor tiene a las señales de tráfico se ha trabajado con algunas metodologías las cuales se desarrollan a continuación todas estos métodos han sido utilizados por investigadores para ayudar a que exista una mejor psicología de tráfico.

En los estudios de campo existen tres metodologías para determinar la atención que el conductor presta a las señales de tráfico, se enlistan a continuación:

- Detención del vehículo y realización de prueba de memoria mediante una encuesta.
- Toma de medidas del comportamiento del conductor.
- Es el reconocimiento de movimientos oculares durante la conducción.

### 3.1 .1 Detención del vehículo y realizar encuestas

Esta es una de las metodologías más utilizadas para detectar la atención que los conductores de automóviles tienen diferentes señales de tráfico en la cual se detiene al conductor del vehículo y se le realiza un test, con el objetivo de conocer la capacidad de captación del automovilista. Las preguntas que se realizan en el test son estructuradas de la siguiente manera según [Johansson y Rumar, 1966] [Johansson y Backlund, 1970]:

¿Cuál fue la última señal de tráfico que ha pasado?

¿Recuerda si la última señal de tráfico que ha pasado era una de advertencia general? (solo si no respondió la primer pregunta).

¿Es usted conductor profesional? (es decir, conductor de camión).

¿Con que frecuencia conduce a lo largo de este camino?

¿Año en el cual obtuvo su licencia de conductor?

¿Promedio de millas que conduce al año?

¿Ha sido entrevistado antes de esta investigación?

### 3.1.2 Toma de medidas del comportamiento del conductor

Las medidas que son tomadas en cuenta en esta metodología son los límites máximos de velocidad y cuál es el comportamiento que los conductores tienen ante tales signos. Los investigadores deben tomar algunas recomendaciones que se muestran en [Lajunen, Hakkarainen y Summala, 1996]:

Carreteras con velocidades que se encuentren en los 80 km/hr o por encima de ello.

El estudio debe ser en condiciones de tráfico, con velocidad de flujo libre.

Se utiliza un radar pistola y un coche que no llame la atención de los conductores y los ponga sobre avisó.

### 3.1.3 Reconocimiento de movimientos oculares

Una de las maneras en la cual se puede hacer un reconocimiento de los movimientos oculares es por medio de la grabación del movimiento del ojo, la cual nos ofrece información sobre los patrones de búsqueda visual y esto es posible al utilizar instrumentos de registro automatizado [Castro, 2009], las figuras 3.1 y 3.2, presentan los dispositivos utilizados actualmente y en el pasado, respectivamente:



**Figura 3.1.** Sistemas de gravacion de movimiento de ojo.[Castro, 2009]



**Figura 3.2.** Sistemas de grabacion de movimiento de ojo antiguos.[Castro, 2009]

El análisis del movimiento ocular se ha utilizado de una forma más común en los últimos años como un sistema que beneficia a las investigaciones que tienen que ver con el aspecto visual, las principales razones por las cuales es de gran ayuda la técnica de registro de movimientos oculares para la información visual son aquellas partes del entorno de la visualidad que pueden ser observadas con detalle, por lo que la visión periférica es de gran importancia [Cohen y Studach, 1977].

Para realizar el estudio de búsqueda visual se requiere de sistemas sofisticados y herramientas de análisis de gran alcance las cuales sean capaces de lograr un buen procesamiento de datos, ya que el ojo tiende a moverse de manera muy sutil y rápida [Castro, 2009].

En estos sistemas existen desventajas que proporcionan información sobre fijación del ojo pero no sobre el posterior procesamiento de la información. Por otra parte, no está claro el papel desempeñado por la visión periférica en la grabación. Otro inconveniente es que puede grabarse sólo un pequeño número de participantes. [Castro, 2009].

### 3.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El propósito del presente estudio es conocer la actitud que los conductores (hombres y mujeres) de automóviles en el Municipio de Querétaro con licencia tipo A, tienen referente a las señales de la infraestructura vial. Según el Reglamento de tránsito del estado de Querétaro menciona que los portadores de la licencia A, podrán utilizarla para conducir toda clase de vehículos que no exceda de 10 asientos.

Las señales de tráfico son elementos que se encuentran ubicados sobre la parte lateral de la vía e incluso sobre la calzada de la misma y existen diferentes tipos de señales que tienen objetivos distintos como son las señales preventivas, restrictivas e informativa, como su nombre lo dice las preventivas están situadas para prevenir a los usuarios acerca de los posibles problemas que se pueden enfrentar al transitar por una vía, las señales informativas son aquellas que su función principal es informar al usuario sobre los posibles destinos, rutas o caminos que puede tomar para llegar a donde ellos desean y por último las restrictivas que son las que nos informan sobre las dificultades físicas o prohibiciones a las cuales el conductor se enfrenta en un camino urbano o rural. En esta investigación nos enfocaremos en las señales restrictivas ya que son de suma importancia para los usuarios de la infraestructura vial.

Este será un estudio de campo (conducción real) ya que no se han reportado muchas investigaciones sobre el impacto en los conductores debido a las señales de tráfico, considerando que lo anterior ayudaría a disminuir el costo de la infraestructura vial al determinar cuáles son las señales que no crean impacto en la conducción.

### 3.2.1 ZONA DE ESTUDIO

Se analizaron algunas vialidades del municipio de Querétaro para conocer cuál es la más favorable para ser objeto de estudio, mediante un inventario utilizando un GPS "GARMIN GPSmap 62s", ya que el tramo comprende la Av. Tlacote y Av. Galindas cuenta con 18 señales restrictivas las cuales son de importancia para esta investigación.

Las vialidades que serán la zona de estudio pertenecen al Municipio de Querétaro, Qro; la longitud de recorrido es aproximadamente de 2.5 km, la velocidad máxima permitida es de 40 km/hr, en la se muestra la zona de estudio y se encuentran geo referenciadas las señalética que será objeto de estudio.



**Figura 3.3.** Localización de la zona de estudio.

La velocidad de flujo libre (FFS por sus siglas en inglés, *free flow speed*) es la velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras.

*Inventario de señales de tráfico.*

En el tramo de estudio se realizó un levantamiento de las señales restrictivas existentes, utilizando un GPS “GARMIN GPSmap 62s”, el cual nos permitió conocer la ubicación de las señales y así poder determinar el número de señales que existen en dichas vialidades, obteniendo un total de 31 señales restrictivas a lo largo del tramo y descartando las señales de no estacionarse ya que para efectos de este estudio quedan fuera del objetivo principal. En la Tabla 3.1 se muestra los diferentes tipos de señales que existen, la descripción de las mismas y la cantidad de ellas.

**Tabla 3.1.** Inventario de Señales en lugar de estudio.

<b>INVENTARIO DE SEÑALES TRAMO: Av. Tlacote- Av. Galindas</b>		
<b>SEÑAL</b>	<b>DESCIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>SR-9</b>	VEL. MAX. 40 KM/H	12
<b>SR-9</b>	VEL. MAX. 20 KM/H	2
<b>SR-10</b>	VUELTA CONTINUA DER.	1
<b>SR-33</b>	PROHIBIDO EL USO DE SEÑALES ACUSTICAS	1
<b>SR-25<sup>a</sup></b>	RETORNO PERMITIDO	1
<b>SR-34</b>	USO OBLIGATORIO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD.	1
	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 3.4 muestra las fotografías de señales que serán objeto de estudio se muestran a continuación para dejar en claro la condición en la que se encuentran:



**Figura 3.4. SEÑALES EN ZONA DE ESTUDIO.**

Como podemos ver en la anterior figura, las señales ubicadas en el tramo de estudio se encuentran un poco deterioradas, puesto que deben tener algún tiempo

considerable en el que se nota el desgaste de la pinturas, algunas no se encuentra totalmente verticales o son difícil de detectar ya sea por ramas de los árboles en el camellón o algún objeto que impiden al conductor ponerle atención a ciertas distancias.

#### *Definición del equipo de reconocimiento visual*

Para realizar la elección del equipo de reconocimiento visual se realizaron algunas pruebas pilotos para determinar la posición de las cámaras de video que se podrían utilizar para el presente estudio y se realizó el procesamiento de imágenes con algunas herramientas de apoyo para evitar cualquier situación negativa en el transcurso de esta investigación.

En la figura 3.5 y figura 3.6 respectivamente, se muestra la instalación de las cámaras de video que nos ayudará a grabar la parte interna y el exterior del automóvil de la cual estará dotada para grabar los recorridos en el tramo de los participantes:



**Figura 3.5.** Instalación de cámara interna



**Figura 3.6.** Instalación de cámara exterior.

#### *Descarga y procesamiento de imágenes en software*

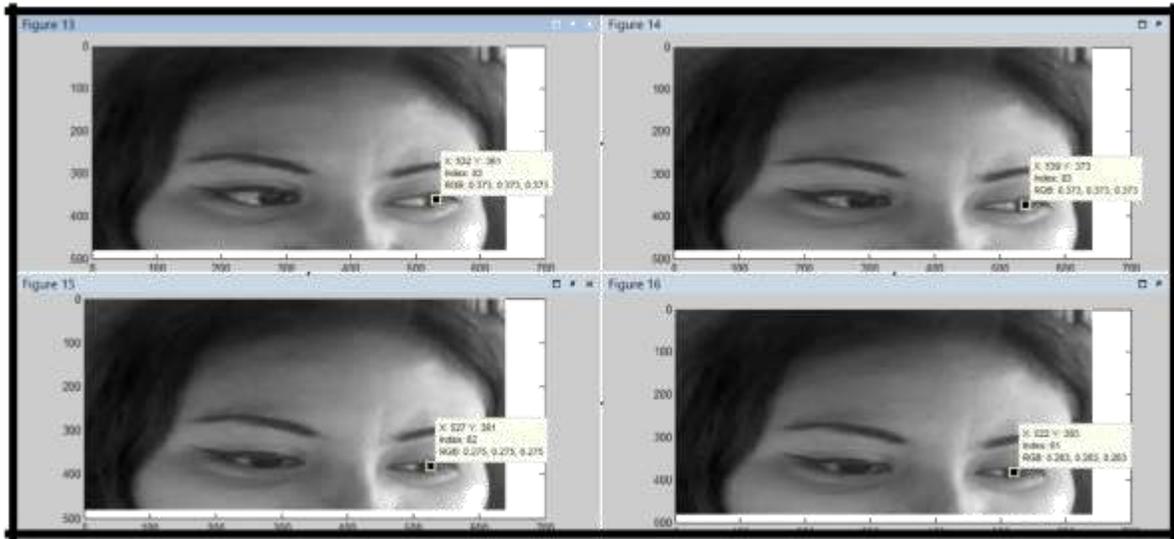
Después de realizadas las pruebas piloto se procedió a realizar la descarga y procesamiento de imágenes que fueron obtenidas gracias a los dispositivos utilizados en el estudio. En primer lugar se realizó una transformación de video a imagen con el programa Total Video Converter versión 3.71 el cual se muestra en la figura 3.7, y se obtuvieron aproximadamente 30 imágenes por segundo.



**Figura 3.7.** Total Video Converter versión 3.71

Una vez obtenidas las imágenes del recorrido del conductor se procede a realizar el procesamiento de imágenes para determinar el movimiento del iris del conductor esto utilizando Matlab versión 7.1 (2010)

Se realiza el seguimiento de movimiento ocular para determinar hacia donde se mueve el iris y así poder determinar las fijaciones que tienen los conductores referentes a las señales que son objeto de estudio y con ello poder realizar nuestro análisis estadístico, en la figura 3.8, se muestra cómo quedaría este seguimiento ocular para algunas imágenes de nuestro recorrido:



**FIGURA 3.8.** Seguimiento ocular mediante Matlab

### 3.2.2 DEFINICIÓN DEL UNIVERSO DE PARTICIPANTES

El universo de participantes para el presente trabajo fue definido una vez que se obtuvo la base de datos de la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC), la cual nos brindó información acerca de la siguiente información: antigüedad de conducción, sexo, rangos de edad, código postal, información que será utilizada para cumplir los fines de estudio, con dos cosas en común, todos ellos con tipo de licencia A y del Municipio de Querétaro. En la figura 3.9, se muestra el formato que nos fue entregado por dicha dependencia.

Código Postal domicilio del conductor	Antigüedad de la licencia (años)	Rango de edad del conductor	Sexo del conductor		Total
			Mujer	Hombre	
	Menos de 1	16 a 20	6	13	19
		21 a 25	24	29	53
		26 a 30	23	24	47
		31 a 35	13	14	27
		36 a 40	5	6	11
		41 a 45	5	5	10
		46 a 50	4	3	7
		51 a 55	3	4	7
		56 a 60	4	1	5
		61 a 65	2	2	4
		66 a 70		3	3
		71 a 75		1	1
		81 a 85		1	1

**Figura 3.9.** Licencias de conducir tipo A, vigentes, en las cuales el domicilio del conductor pertenece al municipio de Querétaro.

### 3.2.3 DEFINICION DE LA MUESTRA

Para determinar la muestra estadística se empleó la base de datos de conductores registrados proporcionada por la Secretaria de Seguridad Ciudadana (SSC), la cual contenía la siguiente información: Código postal, Antigüedad de la licencia en años, Rango de edad, género del conductor, tal como se muestra en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Base de datos de licencias tipo A vigentes

Licencias de conducir tipo A, vigentes, en las cuales el domicilio del conductor pertenece al municipio de Querétaro

Código Postal domicilio del conductor	Antigüedad de la licencia (años)	Rango de edad del conductor	Sexo del conductor		Total
			Mujer	Hombre	
76000	Menos de 1	16 a 20	6	13	19
76000	Menos de 1	21 a 25	24	29	53
76000	Menos de 1	26 a 30	23	24	47
76000	Menos de 1	31 a 35	13	14	27
76000	Menos de 1	36 a 40	5	6	11
76000	Menos de 1	41 a 45	5	5	10
76000	Menos de 1	46 a 50	4	3	7
76000	Menos de 1	51 a 55	3	4	7
76000	Menos de 1	56 a 60	4	1	5
76000	Menos de 1	61 a 65	2	2	4
76000	Menos de 1	66 a 70		3	3
76000	Menos de 1	71 a 75		1	1
76000	Menos de 1	81 a 85		1	1
<b>TOTALES M1</b>			89	106	195

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la SSC.

Para determinar la muestra, se empleó la expresión reportada en Murray y Larry (2005), la cual tiene la siguiente forma:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)\sigma^2 + \sigma^2 Z^2} \quad \text{Ec. (1)}$$

Dónde:

$n$ = tamaño de la muestra.

$N$ = tamaño de población.

$\sigma$ = desviación estándar (generalmente cuando no se tiene su valor suele utilizarse 0.5)

$Z$ = Nivele de confianza (valor queda a criterio del investigador)

e= Error muestral (valor varía de 1% a 9%)

Por lo tanto, para conocer la muestra estadística deberemos contar con los datos necesarios para su obtención, la Tabla 3.3 nos muestra los niveles de confianza estadísticos, nosotros en este trabajo utilizaremos 90% para efectos prácticos. Por otro lado nos muestra los valores de población, desviación estándar y error estadístico.

**Tabla 3.3.** Niveles de Confianza.

Nivel de Confianza	Z
80%	1.28
90%	1.65
95%	1.96
98%	2.33
99%	2.58

Fuente: Murray y Larry (2005)

Para obtener la muestra estadística contamos con los datos los cuales se presentan en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4.** Datos para determinar muestra estadística.

Datos	
N	127785
$\sigma$	0.5
Z	1.65 e
	10%

Con la ecuación (1):

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Sustituyendo los datos en la anterior ecuación, resolvemos

$$\frac{(127,785)(0.5)^2(1.65)^2}{n = (127,785 - 1)0.17 + 0.5^2 1.65^2}$$

$$\frac{(127,785)(0.25)(2.722)^2}{n = (127,784 + 0.01) + 2.973}$$

$$n = 67.92 \sim 68 \text{ personas}$$

La muestra estadística para el presente estudio resulto de 68 participantes los cuales se clasificaron por Rango de Antigüedad quedando cuatro rangos que van de los conductores como se presenta a continuación en la tabla 3.5:

**Tabla 3.5.** Rangos de Antigüedad

ANTIGÜEDAD (Años)	GENERO		TOTAL	Total de participantes	PORCENTAJE		PARTICIPANTES	
	MUJER	HOMBRE			MUJER	HOMBRE	MUJER	HOMBRE
<b>Menos de 1</b>	2397	3393	5790	3	41%	59%	1	2
<b>1 a 5</b>	19376	29235	48586	26	40%	60%	10	16
<b>6 a 10</b>	13911	17205	31103	17	45%	55%	7	9
<b>más de 10</b>	18256	24012	42207	22	43%	57%	10	13
<b>TOTAL</b>	53940	73845	127686	68			28	40

Fuente: Elaboración Propia

Para conocer el número de participantes clasificados por rango de edad se calcularon, dividiendo las diferentes categorías de edad como se

muestran en las siguientes tablas para cada rango de antigüedad de la tabla anterior:

**Tabla 3.6.** Participantes con menos de 1 año de antigüedad

Edad	Rango Edad	TOTAL	$\Sigma$ R EDAD	%	MUJER	HOMBRE
<b>jóvenes</b>	16 a 20	935	4286	74%	1	1
	21 a 25	1436				
	26 a 30	1213				
	31 a 35	702				
<b>edad media</b>	36 a 40	511	1263	22%	0	1
	41 a 45	357				
	46 a 50	245				
	51 a 55	150				
<b>edad avanzada</b>	56 a 60	100	241	4%	0	0
	61 a 65	70				
	66 a 70	45				
	71 a 75	14				
	76 a 80	7				
	81 a 85	4				
	86 a 90	1				
<b>SUMATORIA</b>		5790		100%	1	2

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.7.** Participantes de 1 a 5 años de antigüedad

Edad	Rango Edad	TOTAL	$\Sigma$ R EDAD	%	MUJER	HOMBRE
<b>jovenes</b>	16 a 20	5545	35116	72%	7	12
	20 a 25	2992				
	21 a 25	10046				
	26 a 30	9866				
	31 a 35	6667				
<b>edad media</b>	36 a 40	4575	11359	23%	2	4
	41 a 45	3302				
	46 a 50	2126				
	51 a 55	1356				
<b>edad avanzada</b>	56 a 60	905	2111	4%	1	0
	61 a 65	588				

66 a 70	341
71 a 75	185
76 a 80	65
81 a 85	22
86 a 90	5

<b>SUMATORIA</b>	48586	100%	10	16
------------------	-------	------	----	----

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 3.8.** Participantes de 6 a 10 años de antigüedad

Edad	Rango Edad	TOTAL	$\Sigma$ R EDAD	%	MUJER	HOMBRE
<b>jovenes</b>	20 a 25	901	15840	51%	3	5
	21 a 25	3072				
	26 a 30	6334				
	31 a 35	5533				
<b>edad media</b>	36 a 40	4366	12032	39%	3	3
	41 a 45	3442				
	46 a 50	2411				
	51 a 55	1813				
<b>edad avanzada</b>	56 a 60	1313	3231	10%	1	1
	61 a 65	823				
	66 a 70	592				
	71 a 75	335				
	76 a 80	126				
	81 a 85	34				
	86 a 90	5				
	91 a 95	3				
<b>SUMATORIA</b>		31103		100%	7	9

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3.9.** Participantes más de 10 años de antigüedad

<b>Edad</b>	<b>Rango Edad</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Σ R EDAD</b>	<b>%</b>	<b>MUJER</b>	<b>HOMBRE</b>
<b>jovenes</b>	26 a 30	3033	9101	22%	2	3
	31 a 35	6068				
<b>edad media</b>	36 a 40	6435	23650	56%	6	7
	41 a 45	6674				
	46 a 50	5540				
	51 a 55	5001				
<b>edad avanzada</b>	56 a 60	3887	9456	22%	2	3
	61 a 65	2616				
	66 a 70	1579				
	71 a 75	872				
	76 a 80	368				
	81 a 85	104				
	86 a 90	27				
	91 a 95	3				
<b>SUMATORIA</b>		42207		100%	10	13

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2.4 SELECCIÓN DE INDIVIDUOS CON CARTA DE CONSENTIMIENTO

Una vez determinado el número de participantes, con respecto a los rangos de edad y años de antigüedad se procede a buscar a los participantes que cuenten con las características especificidades anteriormente y todos deben obtener una carta de consentimiento, y en esta investigación nos comprometemos a utilizarla para propósitos de estudio, sin ningún otro fin. A continuación se presenta la carta de consentimiento informado para participantes.

### *Consentimiento informado para participantes de investigación*

El propósito de esta carta de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por el Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban, de la Universidad Autónoma de Querétaro. La meta de este estudio es conocer el impacto visual que tienen las señales de tráfico en los conductores de automóviles en una infraestructura vial.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá realizar un recorrido en un automóvil piloto por una vialidad antes seleccionada que es fundamental para la realización de este proyecto. Esto tomará aproximadamente \_\_\_\_\_ minutos de su tiempo. El recorrido se grabará, de modo que el investigador pueda procesar las imágenes para detectar el movimiento de ojos.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Le agradecemos su participación.

---

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban. He sido informado (a) de que la meta

de este estudio es \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Me han indicado que realizare un recorrido en un automóvil piloto, lo cual tomará aproximadamente \_\_\_\_\_ minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a \_\_\_\_\_ al teléfono \_\_\_\_\_.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a \_\_\_\_\_ al teléfono anteriormente mencionado.

-----  
--

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

### 3.2.5 ESTUDIO EN INDIVIDUOS SELECCIONADOS

Se realizó el estudio a los participantes después de seleccionarlos según sus características como lo fueron la edad, género, antigüedad en la licencia, el estudio fue realizado en los meses de Junio y Julio del 2016, mismo

que se realizó a horas de flujo libre que comprendían de las 10:00 am a 12:00 pm y de 3.30 pm a 17:30, esto en días martes, miércoles y jueves.

Después de realizar el recorrido en el que fueron grabados tanto el exterior como interior del vehículo, se realizó una encuesta para determinar el conocimiento que el conductor tiene hacia las señales de tráfico, asimismo, determinar la retención de información por medio de la encuesta realizada segundos antes de terminar la prueba, esto con el fin de que el tiempo no fuera un factor negativo para obtener la información.

También con la ayuda de un GPS se pudo obtener la posición del conductor durante el recorrido a cada segundo esto para ayudarnos a obtener la información ya que con este podíamos determinar en qué segundo el conductor se encontraba aproximadamente a 100 metros de la señal.

### 3.2.6 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN SOFTWARE

Una vez realizados los recorridos por los participantes se revisaron los 68 videos para observar algunos comportamientos del conductor, también se hizo una conversión de video a imágenes con la ayuda del programa total video convert en el cual se obtuvieron aproximadamente 30 imágenes por segundo lo que hizo que la obtención de datos fuera más exacta, después se utilizó el programa Matlab para determinar el movimiento ocular mediante las imágenes que se obtuvieron del video, esto gracias al GPS se pudo obtener el segundo exacto en el cual el conductor se encontraba dentro de la distancia de visibilidad.

### 3.2.7 PROCESO ESTADÍSTICO

Para realizar el proceso estadístico se utilizaron dos herramientas para determinar los parámetros estadísticos de este estudio y así tener una visión más clara de la información obtenida, la primera Excel con esta pudimos realizar la desviación estándar y obtener el promedio de las velocidades, y la segunda el programa Minitab y en este determinamos los componentes principales de la matriz de observación, en discusión de resultados se vera de forma más clara el proceso estadístico.

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio se estudió la percepción que tienen los conductores de automóviles a las señales de tráfico (Restrictivas), el número de señales a evaluar fueron 18 mismas que variaban referente a lo que restringen como es la velocidad máxima, vueltas permitidas, retornos permitidos, uso obligatorio del cinturón, asimismo se pudieron obtener las velocidades a las que el conductor circulaba antes, durante y después de la señal de velocidad máxima y con ello pudimos determinar el comportamiento que prestan los conductores a las señales, además se realizó una encuesta a los conductores una vez terminado el recorrido esto con el fin de determinar con mayor claridad la retención de memoria y el conocimiento que ellos tenían a las señales de tráfico, y con la ayuda del procesamiento de imagen pudimos determinar el movimiento ocular para determinar los elementos que observa. A continuación se desglosara de manera más explícita los resultados que se obtuvieron de la investigación.

#### 4.1 RESULTADOS ENCUESTAS DE RETENCIÓN DE MEMORIA Y CONOCIMIENTO A LAS SEÑALES DE TRÁFICO.

Los participantes una vez terminado el recorrido en la zona de estudio, se les proporciono una encuesta para determinar el conocimiento y retención de memoria, esto último para conocer si el conductor es capaz de retener la información que se le va proporcionando atreves de las señales de tráfico y con el fin de alcanzar uno de los objetivos particulares de este estudio que es el lograr que el conductor comprenda la importancia de los señalamientos, mismo que se logró cumplir, en el apartado de anexos se muestra el cuestionario.

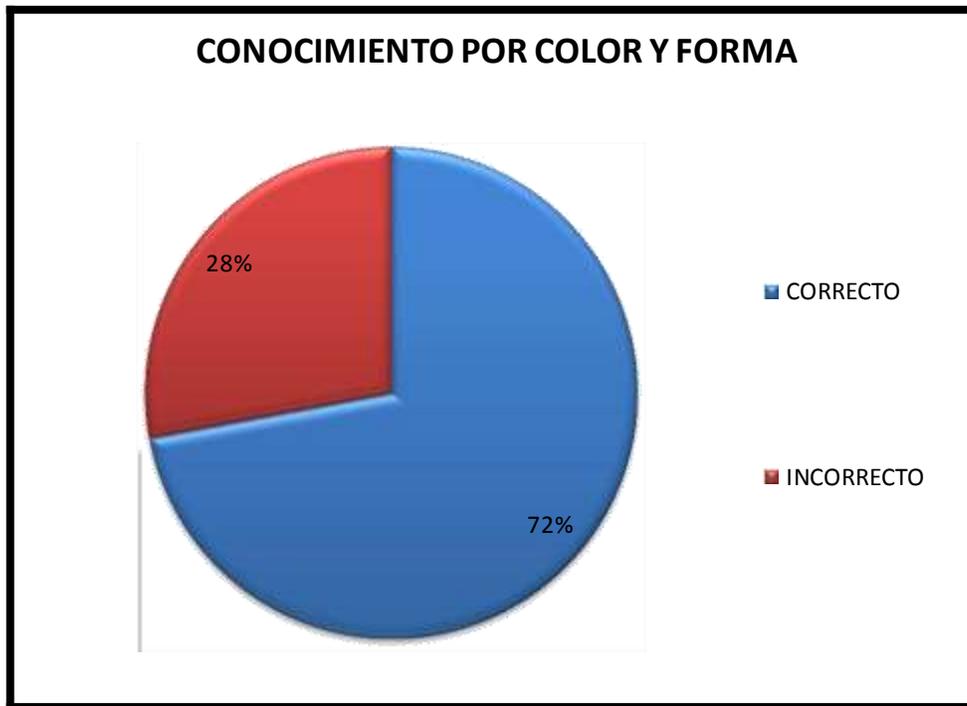
Una vez con la información obtenida, se realizó una matriz para hacer más fácil la obtención de resultados y poder determinar los porcentajes de acuerdo a su conocimiento de señales de tráfico, por su color y forma, así como por su nombre, y el porcentaje de acuerdo a la retención de memoria, en la Tabla 4.1 se muestra la codificación de la encuesta.

**Tabla 4.1.** Codificación del cuestionario

<b>CODIFICACIÓN</b>				
CORRECTO	0	PRIMARIA	1 ALGUNA VEZ	2
INCORRECTO	1	SECUNDARIA	2 NUNCA	3
MASCULINO	M	PREPARATORIA	3 M1	A
FEMENINO	F	LICENCIATURA	4 DE 1 A 5	B
DE 16 A 35 AÑOS	A	SI	0 DE 5 A 10	C
DE 36 A 55 AÑOS	B	NO	1 M10	D
DE 56 A 90 AÑOS	C	FRECUENTEMENTE	1 POSGRADO	5
RESPETA	0	NO RESPETA	1 CARRERA TÉCNICA	6

Fuente: Elaboración propia





**Figura 4.2.** Porcentaje de conocimiento por su forma y color

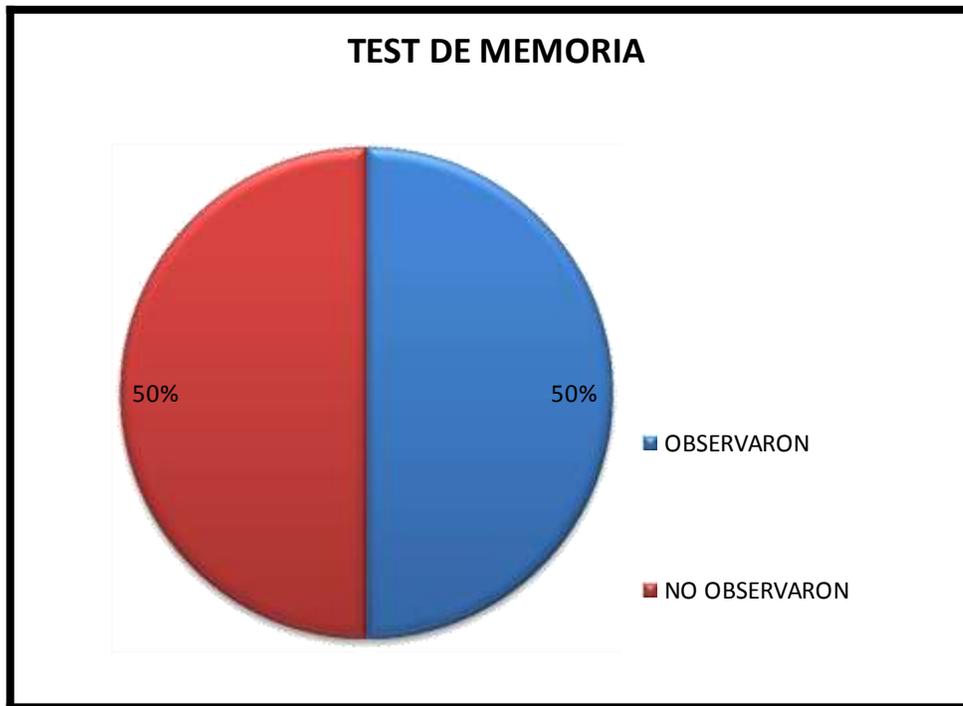
En los resultados se puede observar que el conocimiento de acuerdo a su forma y color, que el 72% de los participantes son capaces de reconocer las señales de tráfico por estas características, se pudo observar que del 28% de participantes que no fueron capaces de reconocer las señales por su forma y color solo el 26% no alcanzaban la educación superior, por lo que el 74% son de un grado de nivel superior, por lo que podemos concluir que el reconocer las señales de acuerdo a estas características no depende del nivel de estudio.



**Figura 4.3.** Porcentaje de conocimiento por el nombre de la señal

En la figura 4.3 se puede observar el porcentaje de conocimiento por el nombre de las señales y se observa que el 69% de los participantes pudieron reconocer las señales por su nombre, por lo que el 31% de los conductores fallaron al responder, y de ese porcentaje el 10% pertenecían a un nivel de educación inferior al superior, por lo que el 90% cuentan con un nivel de licenciatura o mayor.

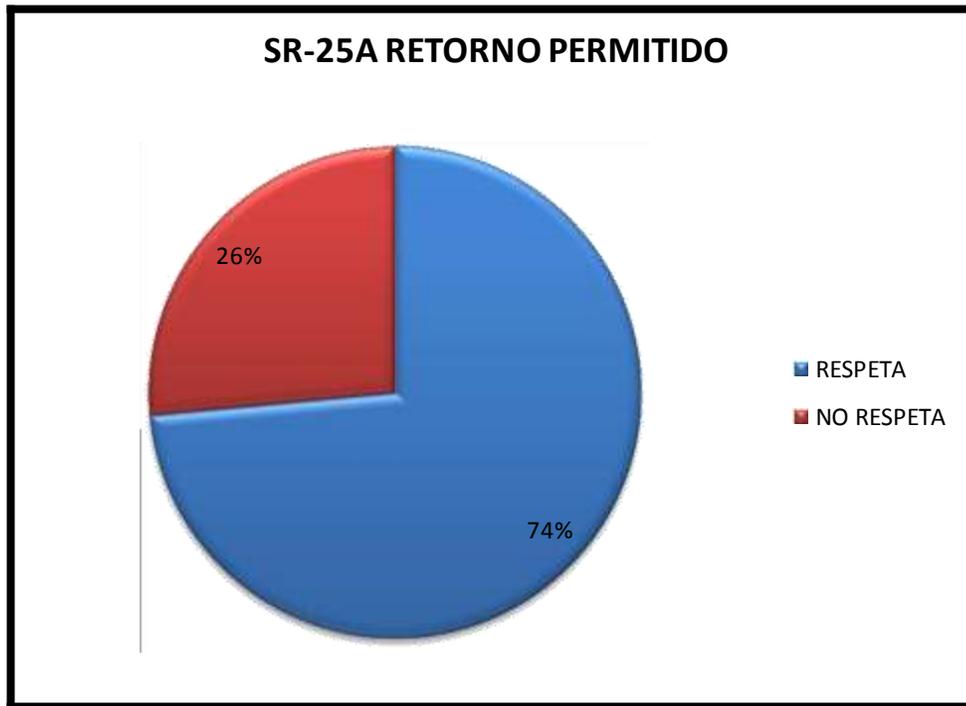
Al realizar una comparativa de la encuesta de conocimiento por su forma y color, tanto por el nombre de las señales, podemos observar que los porcentajes se pueden ver como muy similares, ya que la diferencia no es mayor a 3%, por lo que podemos comprender que las señales de la infraestructura vial, pueden ser fácilmente identificadas por los conductores de automóviles.



**Figura 4.4.** Porcentaje de test de memoria

Observando la figura 4.4 podemos concluir que el 50% de participantes recordaron la última señal de tráfico que pasaron en el recorrido, sin embargo, dicha señal tenía una restricción de retorno permitido “con luz verde”, por lo que después de revisar los videos pudimos observar que el 20.6% de los participantes que recordaron ver la restricción, su comportamiento fue opuesto al que debían realizar, y también del 50% de participantes que no recordaron la última señal, el 32.4% realizaron una maniobra inadecuada al pasar la restricción.

En la figura 4.5 podremos observar que el 26% de los participantes no respetaron la última señal “retorno permitido”, ya que tuvieron un comportamiento diferente al que se les restringía, este porcentaje se pudo obtener con la ayuda de los videos de cada uno de los participantes y se podía ver claramente quienes respetaban la señal de tráfico.



**Figura 4.5.** Porcentaje de participantes que respetaron la última señal

De las encuestas que se realizaron a los participantes, se pudo obtener el porcentaje de participantes que habían sido partícipes de un accidente vial como conductores, resultando el 57% de los participantes que ya habían tenido un suceso, además, se pudieron obtener los principales motivos por los que se habían visto involucrados en un accidente, en la figura 4.6 se muestran dichos porcentajes en los cuales podemos resaltar que el 43% de los participantes no presentan algún incidente, el 15% de los conductores fueron chocados por un vehículo, el 21% fueron accidentes por alcance, y los otros porcentajes fueron accidentes por falta de experiencia, estado de ebriedad, falta de señalización, descuido, invasión de carril, exceso de velocidad. Como podemos observar en la gráfica solo el 1% de los participantes tuvieron un accidente por falta de señalamiento, de ello se deriva la importancia de realizar un buen diseño de

señalamientos pues con eso podemos ayudar a que los conductores puedan llegar con bienestar a su destino y asegurar la estabilidad de sus pasajeros.

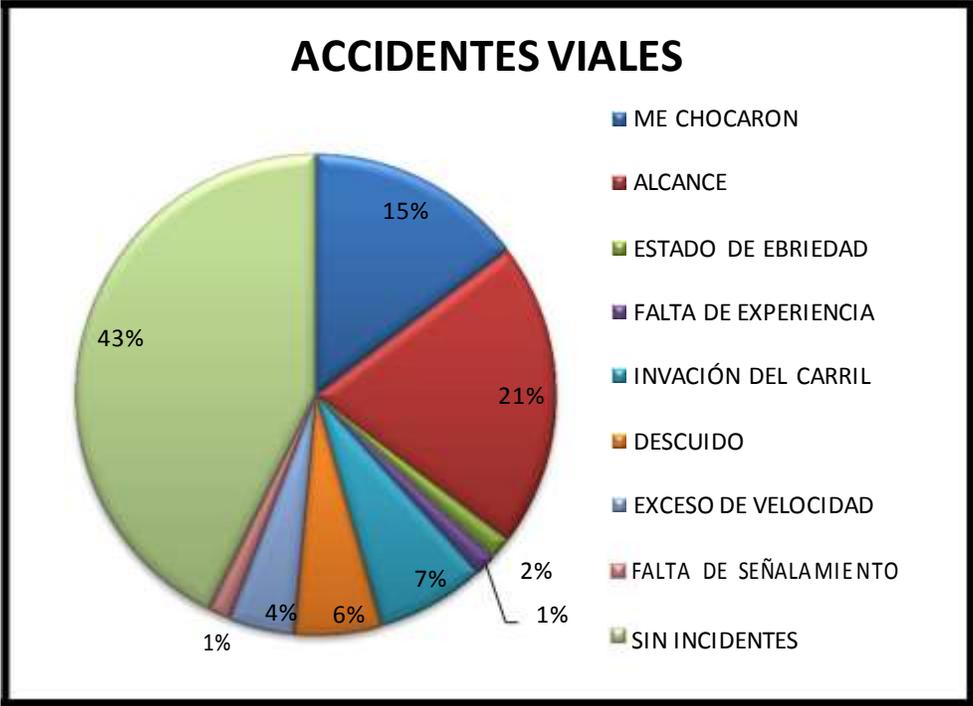


Figura 4.6. Principales motivos de accidentes viales

#### 4.2 RESULTADOS DE TOMA DE MEDIDAS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR

Durante los 68 recorridos se utiliz3 un GPS con el cual se logr3 determinar las velocidades a cada segundo y con ello se pudo obtener la media y desviaci3n est3ndar de las seales de m3xima velocidad antes, durante y despu3 de pasar la restricci3n, en la figura 4.7 se puede observar la matriz de velocidades dada en Km/h, 100 metros antes de la seaal, en la seaal y 50 metros despu3 de pasar la seaal.



Del análisis que se realizó en este trabajo fue conocer la velocidad con la que el conductor transitaba sobre esta vialidad urbana ya que la misma contaba con una restricción de 40 km/h, con excepción de una zona hospitalaria misma que cuenta con una velocidad máxima permitida de 20 km/hr, se revisaron las velocidades 100 metros antes de llegar a la señal, en la misma y 50 metros después de pasarla, esto con el fin de determinar el comportamiento de los automovilistas a las señales de máxima velocidad, ya obtenidos los datos se procedió a realizar la estadística descriptiva y con ello se determinó su media y desviación estándar, en la Tabla 4.2 se muestran los resultados de dicha descripción estadística en la cual se puede observar que los conductores presentaron en la mayoría de las señales de máxima velocidad un comportamiento adecuado ya que al pasar la señal tendía a disminuir la velocidad, con excepción de las señales de restricción en la zona hospitalaria ya que se puede observar que los conductores mantenían una velocidad por encima de los 30 km/h.

**Tabla 4.2.** Desviación estándar y media de las velocidades en km/h

SEÑAL	100 m (ANTES)		EN LA SEÑAL		50 m (DESPUÉS)	
	MEDIA	D. EST.	MEDIA	D. EST.	MEDIA	D. EST.
V40-1	35.4	5.0	35.9	7.7	30.4	7.0
V40-2	38.5	5.1	43.0	6.5	43.6	7.2
V40-3	43.3	6.1	43.6	7.1	39.0	7.6
V40-4	31.7	4.0	38.6	5.8	37.5	6.7
V40-5	33.0	4.7	38.4	6.3	37.3	6.6
V20-6	38.1	5.3	37.3	6.9	35.2	7.0
V20-7	37.6	6.6	36.0	6.7	34.8	6.1
V40-8	35.9	7.7	35.4	5.5	31.3	6.4
V40-9	35.8	7.2	34.5	6.1	29.4	6.7
V40-10	28.0	4.6	32.4	5.9	29.2	6.3
V40-11	37.6	4.8	41.0	6.9	41.1	6.7
V40-12	40.0	4.5	41.6	6.8	39.6	6.7

Fuente: Elaboración propia

También se puede observar en la anterior tabla que las señales que presentaron una media estadística por encima de la velocidad de 40 km/h son la V40-2, V40-3, V40-11 y V40-12 y desviaciones estándar consideradas por lo que los conductores circulaban en esas señales por encima de los 50 km/h, teniendo un comportamiento inadecuado para la zona de estudio, en lo que se refiere a las señales de 20 km/h, el conductor siempre presentó un comportamiento inadecuado circulando por estas señales con una velocidad aproximada a los 45 km/h, por lo que no respetaron dicha restricción.

También se puede observar en los videos que los conductores después de pasar dicha señal de máxima velocidad tendían a disminuir la velocidad en algunas ocasiones por las condiciones de la intersección, como son semáforos, vehículos ajenos al del estudio, cruce de peatones, etc. Por lo que las velocidades pudieron resultar muy por encima de las permitidas en esta infraestructura vial.

#### 4.3 RESULTADOS DE MOVIMIENTOS OCULARES

Por último se realizó un análisis estadístico con el apoyo del programa Minitab en el cual se determinaron los componentes principales de una matriz de observación que los conductores prestaron a las señales de tráfico, cuya matriz se puede observar en la , además se buscó la media de observaciones a las señales de tráfico mediante el programa Excel, mismo que se puede ver más claro en la Tabla 4.3, a continuación se presentan los resultados de dichos fenómenos.

**Tabla 4.3.** Promedio y porcentajes de observaciones a las señales de tráfico

SEÑAL	MEDIA	OBSERVARON	% OBSERVARON
V40-1	1.2	57	83.82
UCO-1	1.3	61	89.71
V40-2	1.3	61	89.71

V40-3	1.0	53	77.94
V40-4	1.2	60	88.24
V40-5	1.4	64	94.12
V20-6	1.5	64	94.12
SIL-1	1.3	57	83.82
V20-7	1.4	60	88.24
V40-8	1.1	54	79.41
V40-9	1.2	66	97.06
V40-10D	1.2	60	88.24
V40-10I	1.2	54	79.41
V40-11	1.2	56	82.35
V40-12	1.1	52	76.47
V40-13	1.2	60	88.24
VD-1	1.1	56	82.35
RP-1	1.0	51	75.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que las medias de observaciones a las señales de tráfico estuvieron en un intervalo del 1 al 1.5 observaciones por segundo y las señales menos observadas fueron la señal RP-1, V40-12, V40-10I (lado izquierdo), V40-8 y V40-3, esto se debe a que la posición en la que se encuentra la señal no es la más viable, ya que se encuentran en el lado izquierdo de la circulación y según estudios estas son las que obtienen menos observaciones y atención por parte de los conductores de automóviles.

Las señales que tuvieron mayor atención por parte de los participantes de este estudio fueron las V40-5, V20-6 y V40-9, ya que estas estuvieron por encima del 90% de conductores que si observaron la señales y tuvieron una reacción favorable ya que eso se vio en el comportamiento del conductor, esto con los resultados de las velocidades a las cuales pasaron por dichas restricciones, solo con la excepción de la señal del área de hospital, pues aunque el conductor logro observar la imagen no modificó la conducta y siguió con una velocidad por encima de la permitida en dicha zona, es por eso que

podemos decir que de alguna manera las señales están cumpliendo con su objetivo principal.

MATRIZ DE OBSERVACIONES A LAS SEÑALES DE TRÁFICO EN EL LUGAR DE ESTUDIO																		
PARTICIPANTE	SEÑAL 1	SEÑAL 2	SEÑAL 3	SEÑAL 4	SEÑAL 5	SEÑAL 6	SEÑAL 7	SEÑAL 8	SEÑAL 9	SEÑAL 10	SEÑAL 11	SEÑAL 12	SEÑAL 13	SEÑAL 14	SEÑAL 15	SEÑAL 16	SEÑAL 17	SEÑAL 18
1					1	2	1	2	1	0				0	1	1	1	1
2					1	2	2	2	1	1				1	0	2	0	2
3					1	2	1	1	2	2				1	1	1	2	1
4					1	2	2	2	0	2				1	1	1	1	2
5					1	2	2	2	2	2				2	2	1	1	1
6					2	1	2	2	2	1				1	2	1	1	1
7					2	1	1	1	1	1				2	2	2	2	2
8					1	2	1	1	1	1				0	1	1	1	2
9					0	2	1	2	0	2				2	2	2	1	0
10					1	1	2	1	2	1				1	0	1	1	0
11					1	0	1	1	1	2				2	1	0	1	0
12					2	1	2	2	2	0				2	1	1	2	1
13					1	2	0	0	2	2				2	2	0	1	2
14					0	0	2	2	1	1				1	1	1	2	0
15					1	1	1	1	2	2				0	1	0	1	1
16					1	1	1	2	1	1				1	0	1	2	1
17					2	1	2	2	1	0				2	2	2	0	2
18					2	2	2	0	2	1				0	1	1	1	1
19					1	1	2	2	1	1				2	2	1	0	2
20					2	1	0	1	2	0				2	1	2	2	1
21					1	1	2	1	2	1				1	0	1	1	0
22					1	1	1	2	1	1				1	0	1	2	1
23					2	1	2	2	1	0				2	2	2	0	2
24					2	2	2	0	2	1				0	1	1	1	1
25					1	1	1	2	1	1				1	0	1	2	1
26					2	1	2	2	2	2				1	2	0	1	0
27					2	1	2	0	2	1				1	1	2	0	1
28					1	1	1	1	2	1				2	0	2	1	1
29					1	1	1	0	2	0				1	0	1	1	0
30					0	2	2	1	0	2				1	2	2	0	1
31					1	2	1	2	1	0				0	1	1	1	1
32					1	2	2	2	1	1				1	0	2	0	2
33					1	2	1	1	2	2				1	1	1	2	1
34					1	2	2	2	0	2				1	1	1	1	2
35					1	2	2	2	2	2				2	2	1	1	1
36					2	1	2	2	2	1				1	2	1	1	1
37					2	1	1	1	1	1				2	2	2	2	2
38					1	2	1	1	1	1				0	1	1	1	2
39					0	2	1	2	0	2				2	2	2	1	0
40					1	1	2	1	2	1				1	0	1	1	0
41					1	0	1	1	1	2				2	1	0	1	0
42					2	1	2	2	2	0				2	1	1	2	1
43					1	2	0	0	2	2				2	2	0	1	2
44					0	0	2	2	1	1				1	1	1	2	0
45					1	1	1	1	2	2				0	1	0	1	1
46					1	1	1	2	1	1				1	0	1	2	1
47					2	1	2	2	1	0				2	2	2	0	2
48					2	2	2	0	2	1				0	1	1	1	1
49					1	1	2	2	1	1				2	2	1	0	2
50					2	1	0	1	2	0				2	1	2	2	1
51					2	1	2	2	2	0				2	1	1	2	1
52					1	1	1	1	2	1				2	0	2	1	1
53					1	1	1	0	2	0				1	0	1	1	0
54					0	2	1	2	0	2				2	2	2	1	0
55					1	1	2	1	2	1				1	0	1	1	0
56					2	1	2	2	1	0				2	2	2	0	2
57					2	2	2	0	2	1				0	1	1	1	1
58					2	1	1	1	1	1				2	2	2	2	2
59					1	2	1	1	1	1				0	1	1	1	2
60					0	2	1	2	0	2				2	2	2	1	0
61					1	2	2	2	1	1				0	2	1	2	1
62					1	2	1	2	1	2				1	2	1	2	1
63					1	2	2	2	1	1				1	1	1	1	2
64					2	1	2	2	2	2				1	2	0	1	0
65					2	1	2	0	2	1				1	1	2	0	1
66					1	1	1	1	2	1				2	0	2	1	1
67					1	1	1	0	2	0				1	0	1	1	0
68					0	2	2	1	0	2				1	2	2	0	1

FIGURA 4.8. Matriz de observaciones a las señales de tráfico

La matriz de observación se realizó tomando en cuenta una distancia de 100 metros antes de llegar a la señal ya que es la distancia mínima a la cual puede el conductor observar las señales de tráfico según estudios anteriores, con la ayuda de la herramienta Matlab se logró realizar un seguimiento del movimiento del ojo y resultaron el número de observaciones hacia las señales de tráfico que son objeto de estudio.

Con la matriz de observaciones se procedió a realizar el análisis de componentes principales, esto con el fin de determinar las variables que tenían correlación entre ellas y obtener un análisis más detallado de los datos recabados, en la se puede observar la matriz de componentes principales, misma que se obtuvo directamente en el programa Minitab versión 17. En la figura 4.9 se presentan el análisis de valores y vectores propios de la matriz de correlación.

04/11/2016 09:47:43 a. m.

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

**Análisis de componente principal: SEÑAL 1, SEÑAL 2, SEÑAL 3, SEÑAL 4, SEÑAL 5, SEÑAL 6, SEÑAL**

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3.0691	2.5470	2.2383	1.6758	1.4360	1.3629	1.1016	0.9542	0.8593	0.6446
Proporción	0.171	0.141	0.124	0.093	0.080	0.076	0.061	0.053	0.048	0.036
Acumulada	0.171	0.312	0.436	0.529	0.609	0.685	0.746	0.799	0.847	0.883
Valor propio	0.5945	0.5092	0.3410	0.2433	0.2093	0.0995	0.0829	0.0319		
Proporción	0.033	0.028	0.019	0.014	0.012	0.006	0.005	0.002		
Acumulada	0.916	0.944	0.963	0.976	0.988	0.994	0.998	1.000		

**Figura 4.9.** Análisis de valores y vectores propios de la matriz de correlación

En la imagen anterior se pueden observar los valores propios que se encuentran entre el 0.0319 y 3.0691, además se pueden observar la proporción de la varianza que se encuentran en un rango entre el 0.002 y 0.171, que esto expresado en porcentaje equivales al 2% y 17.1% y esto nos expresa la variabilidad de los datos obtenidos en las observaciones.

Principales de Observaciones 64

TABLA DE COMPONENTES PRINCIPALES																		
Nº SEÑAL	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15	PC16	PC17	PC18
S1	0.00223087	0.0390079	0.31091233	0.28814406	-0.33458194	0.20326031	-0.21760915	-0.32627249	0.25656511	-0.39856064	-0.29671396	-0.20860669	0.21251648	0.0231081	-0.30327753	-0.0863397	-0.09977476	0.01991036
S2	0.12840008	0.05328117	-0.20466007	0.4410017	0.03104016	-0.18856272	0.33900798	0.04651362	0.35317745	0.02356763	-0.18775826	0.20667746	0.28113877	-0.08854644	-0.01901147	-0.2647042	-0.04094858	0.25566125
S3	0.1299129	-0.31499044	0.15205967	0.26588065	0.11070004	0.26401487	-0.07910109	0.28758216	0.00415479	-0.16349775	0.59574659	-0.38174895	0.2057033	0.03099598	0.21505005	-0.0070787	0.0169736	0.04376982
S4	-0.20880508	-0.15738923	-0.31952782	0.44950096	0.0636726	0.14594832	0.10763568	-0.00020775	-0.33230264	-0.20785488	-0.08109408	0.14703847	-0.14822539	0.18382944	-0.12245878	0.48510963	-0.31868336	0.03261064
S5	0.31726354	-0.35297022	0.18715325	-0.04947856	0.28102584	-0.02145265	-0.00533456	-0.07879033	0.22908384	0.19822121	0.02782074	0.10507487	-0.03418144	-0.33533971	-0.48277006	0.41253436	0.07892391	0.15786675
S6	-0.19063278	0.24446566	0.32961765	0.19684513	0.25618932	-0.16156472	-0.16764403	-0.15103796	-0.28218821	0.32298356	-0.13360913	-0.05643991	0.46623997	-0.1128713	0.25586854	0.20459626	-0.0791818	0.25523245
S7	0.03744191	-0.14320016	0.42018852	-0.20428357	-0.33939477	0.22318506	0.21249115	0.20418898	-0.26830329	0.05718824	0.03943989	0.34036515	0.01114673	-0.18892233	0.00126467	-0.14756248	-0.49590411	0.10854254
S8	-0.28951443	-0.18849307	0.01602355	0.12266213	-0.2971991	0.37785117	0.17381086	0.16489311	0.13443824	0.48466656	-0.27276434	-0.18519406	0.01946879	-0.1084006	0.10298955	0.17846466	0.26984744	-0.29626653
S9	0.48493577	-0.04230856	-0.04021947	-0.10230021	0.25735072	0.06965627	0.06801265	0.02261503	-0.04425515	-0.16700437	-0.34552356	-0.02027015	0.26277083	-0.05869107	0.26541237	0.10733306	-0.21389414	-0.5699925
S10	-0.24405921	0.3412334	-0.02491866	-0.02174835	0.23000853	0.23222662	0.40996214	-0.06877178	-0.2074344	-0.24395244	0.1931818	-0.02178909	0.17634932	-0.42982543	-0.31124013	-0.10338683	0.20517164	-0.19346798
S11	0.22561266	0.1519981	-0.18087585	0.1615054	-0.37267584	-0.24251555	0.21447924	-0.36326502	0.03989666	0.34530369	0.42349279	-0.10259349	0.17174141	0.02919272	-0.11988585	0.08378372	-0.26298789	-0.24480872
S12	-0.02355976	-0.44723378	-0.21620268	-0.08003385	-0.17948617	0.03553251	0.01132609	-0.36349556	-0.11866331	-0.13800093	0.05435006	0.4230977	0.42944237	-0.00892856	0.18864395	-0.05704642	0.36516475	0.09362311
S13	0.4027722	-0.04904672	0.11400741	0.07951587	0.02161035	0.08058599	0.34189359	-0.08333837	-0.46576733	0.14197809	-0.20551787	-0.25004679	-0.06778519	0.37566011	-0.18530646	-0.19923709	0.28249166	0.20938512
S14	-0.1904988	-0.32685351	-0.2486988	-0.27709356	0.03605836	-0.15793226	0.27095778	-0.17853803	0.03820048	-0.07867689	-0.17443334	-0.54330675	0.02094511	-0.2500778	0.10689107	-0.07622886	-0.30575086	0.28240402
S15	-0.31488752	-0.1217052	0.21045155	-0.17614011	0.35748425	0.08436752	0.28675536	-0.1253043	0.32309735	0.09400828	0.07689905	0.10874362	0.19658191	0.58439962	-0.1248274	-0.07068771	-0.17966802	-0.11781824
S16	-0.2166393	-0.30221971	0.02977425	-0.00967861	-0.06160524	-0.47648278	-0.22963368	0.33162545	-0.29626049	0.00401599	-0.05157601	-0.09798908	0.2313002	0.03712667	-0.4194866	-0.15510273	0.01830458	-0.33455182
S17	0.04516084	-0.02497761	-0.3888215	0.02944325	0.22575458	0.44207942	-0.40902676	-0.08989882	-0.07317003	0.35367424	-0.01928844	0.0283849	0.079997567	-0.06169531	-0.21001976	-0.42129317	-0.24249389	0.03584022
S18	-0.08938005	-0.27184276	0.25066473	0.43960857	0.21931646	-0.18192293	0.07060413	-0.32523087	-0.01590758	0.0539212	0.00448833	0.10808582	-0.41812013	-0.21152548	0.1964125	-0.36999474	-0.01502203	-0.24482268

De la matriz de componentes principales se pueden determinar las señales que presentan correlación positiva y negativa, de lo que se puede observar es que 9 de las señales tienen correlación negativa y 9 de las señales tienen correlación positiva, podemos notar que las señales se correlacionan entre sí.

## V. CONCLUSIONES

Una de la hipótesis se cumple ya que el comportamiento del conductor depende de la atención que este le presta a las señales de tráfico que se encuentran en la infraestructura vial. La mayoría de los participantes fueron capaces de identificar las señales ya sea por su color y forma, tanto por el nombre de la señal. La mayoría de los conductores tuvieron una reacción o comportamiento positivo a las señales que recorrieron en esta investigación, lo que nos indica que se está cumpliendo con el objetivo de las señales de tráfico.

La mayoría de las señales fueron observadas por los conductores con un promedio de 1 a 1.5 observaciones por segundo por lo que el participante fue capaz de tener una reacción positiva hacia la señal. A demás se determinaron la correlacion que existen entre las señales resultando que la mitad de las señales tienen una correlacion negativa y las otras positivas. Se logró hacer que el conductor entendiera la importancia de las señales de tráfico, y a su vez crear conciencia en ellos de que dichas señales están ahí para darles una instrucción la cual deben acatar para no poner en riesgo su estabilidad y la de sus pasajeros.

## VI REFERENCIAS

Aracena-Pizarro, Diego y Arriagada García, Cristián (2007) Detección y reconocimiento de señales de tránsito utilizando matching de chamfer. *Revista chilena de ingeniería*, 2 (15), pp. 174-184.

Biederman, I., Mezzanotte, R. J., & Rabinowitz, J. C. (1982). Scene perception: Detecting and judging objects undergoing relational violations. *Cognitive Psychology*, 14, 143–177.

Borowsky, Avinoam, Shinar, David y Parnet Yisrael (2008) The relation between driving experience and recognition of road signs relative to their locations. *Human Factors*, 2(50), pp. 173-182.

Castro, Candida (2009) Human Factors of Visual and Cognitive Performance in Driving. *Human Factors*, pp. 1-30.

Castro, Cándida, Moreno-Ríos, Sergio, Tornay, Francisco y Vargas, Cristina (2008) Mental representations of obligatory and prohibitory traffic signs. *Acta Psychologica*, 129, pp. 8-17.

Chan Alan H. y W.Y; Annie (2007) Cognitive Design Features on Traffic Signs. *Engineering Letters*, 1 (14), pp. 13-18.

Conchillo-Jiménez, Ángela, Pérez-Moreno, Elisa y Recarte-Goldaracena, Miguel (2010) Atención a señales de velocidad y de orientación mediante movimientos oculares. *Psicothema*, 4(22), pp. 720-724.

CONASET (2014), Libro Del Nuevo conductor. Comisión nacional de seguridad de tránsito. Edición Emilia.

Cohen, A. S. y Studach, H.(1977) Eye Movements while driving cars around curves. *Perceptual and motor skills*, 3(44), pp. 683-689.

Crespo, Carlos (2000) Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos, Limusa Noriega Editores tercera edición.

Crundall, D. E. y Underwood, G. (1998). Effects of experience and processing demands on visual information acquisition in drivers. *Ergonomics*, 41(4), 448-458.

DGST (2014), Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad. Sexta edición.

DGT (2011), Normas y señales reguladoras de la circulación, elaborado por el área de formación y comportamiento de los conductores. Edición 2011.

Gómez-Valadés, Juan, M; Luis, Vicente, Reina, Raúl, Sabido, Rafael y Moreno, Francisco (2013) Estrategias de búsqueda visual en conductores expertos y noveles durante la visualización de escenas de tráfico. *Anales de Psicología*, 1(29), pp. 272-279.

Hughes, P. K; Cole, B.L. (1986) What attracts attention when driving? *Ergonomics*, 29, pp. 377-391.

Johansson, G., and Rumar, K. (1966). Drivers and road signs: A preliminary investigation of the capacity of car drivers to get information from road signs. *Ergonomics*, 9, 57-62.

Johansson, G., and Backlund, F. (1970). Drivers and road signs. *Ergonomics*, 13, 749-759.

Kraemer, Carlos, Pardillo, J; María, Rocci, Sandro, Romana, Manuel, G; Sanchez, Victor y Val, Miguel. (2004) Ingeniería de Carreteras, Ed. Mc Graw Hill Cap. 25 Vol I pp. 363-384.

Lajunen, T., Hakkarainen, P., y Summala, H. (1996). The ergonomics of road signs: Explicit and embedded speed limits. *Ergonomics*, 39, 1069-1083.

Mourant, R. y Rockwell, T. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Human Factors*, 14 (4), 325-335.

Murray, R. Spiegel y Larry J. Stephens (2005). *Estadística*. Edición Mc Graw-hill. México, D.F.

Obregón, Betanzo, Romero y Ríos (2015) Rating Road Traffic Education. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Under review.

Pietrucha, M. T., Donnell, E. T., Lertworwanawich, P., and Elefteriadou, L. (2006). Effects of Traffic Characteristics and Mounting Location on the Visibility of On-Premise Commercial Signs. *Journal of Transportation Engineering*. Pp. 862-871.

Sathiya, S; Balasubramanian, M. y Palanivel, S. (2014) Pattern Recognition Based Detection Recognition of Traffic Sign Using SVM. *International Journal of Engineering and Technology*, 2 (6), pp. 1147-1157.

Traffic signs manual (2013). The design of traffic signs, capitulo 7.

Xian-Zhong, Han, Chen-Chen, Ke-Jian Wang, Yingchun Yuan y Yulong Song, (2014). Study on detection and localization algorithm of traffic signs from natural scenes. *Advances in Mechanical Engineering*. Volumen 2014. Pp. 1-6.

Zhi, Xu, Hongzhi, Guan, Hai, Yan. (2011). Incorporating Saliency Map into Prediction of Drivers' Eye Fixations on Traffic Signs. *Beijing Transportation Engineering*. Pp. 1627-1639.



**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES,  
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA.**

Responsable: Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban.

[e-mail:Jesban\\_15@hotmail.com](mailto:Jesban_15@hotmail.com)

Teléfono: (+ 52 667) 188 7567



Del cuestionario que se presenta a continuación, responda de favor de manera honesta los siguientes datos. La información que se obtenga se le garantiza que será utilizada solo para los fines del estudio.

**CONDUCTOR DE AUTOMÓVIL**

**SEÑALES DE TRÁFICO**

**Primera Sección.** ¿A partir de los colores y su forma, ¿Que le indican las señales?

1) amarillo y negro \_\_\_\_\_



- a) Restrictiva o Prohibición.
- b) Preventiva o Alerta.
- c) Informativa.

2) blanco con rojo y negro, o roja y blanco \_\_\_\_\_



- a) Restrictiva o Prohibición.
- b) Preventiva o Alerta.
- c) Informativa.

3) azul con blanco \_\_\_\_\_



- a) Restrictiva o Prohibición.
- b) Preventiva o Alerta.
- c) Informativa.

4) verde con blanco y negro con blanco \_\_\_\_\_



- a) Restrictiva o Prohibición.
- b) Preventiva o Alerta.
- c) Informativa.

**Segunda Sección.** Nombres de las señales viales



- 1) \_\_\_\_\_
- a) uno a uno.
  - b) doble circulación.
  - c) prohibido circular.



- 2) \_\_\_\_\_
- a) vuelta a la derecha.
  - b) prohibido retornar.
  - c) retorno permitido.



- 3) \_\_\_\_\_
- a) prohibida vuelta a la derecha.
  - b) vuelta a la der. con precaución.
  - c) vuelta a la derecha.



- 4) \_\_\_\_\_
- a) no estacionarse
  - b) no parar
  - c) alto



**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRES,  
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA.**

**Responsable:** Ing. Jesús Esteban Gulliver Santiesteban.

[e-mail:Jesban\\_15@hotmail.com](mailto:Jesban_15@hotmail.com)

**Teléfono:** (+ 52 667) 188 7567



**Tercera Sección.** Preguntas detectar la atención de los conductores con respecto a las señales de tr  
MARQUE CON UNA (X) SU RESPUESTA.

Género: \_\_\_\_\_ MASCULINO \_\_\_\_\_ FEMENINO

¿Qué edad tiene? \_\_\_\_\_

¿Nivel de estudios? \_\_\_\_\_

¿ Recuerda haber visto alguna señal de tráfico en el recorrido realizado?

\_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_ NO

¿ Recuerda si la última señal de tráfico que ha pasado era una de prohibición o restrictiva?

\_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_ NO

¿ En lo que va del año con que frecuencia manejó a lo largo de este camino?

\_\_\_\_\_ FRECUENTE \_\_\_\_\_ ALGUNA VEZ \_\_\_\_\_ NUNCA  
\_\_\_\_\_ MENTE

¿ Años con los que cuenta con licencia de conducir?

\_\_\_\_\_ MENOS DE 1 \_\_\_\_\_ DE 1 AÑO A \_\_\_\_\_ DE 6 A 10  
\_\_\_\_\_ AÑOS \_\_\_\_\_ 5 AÑOS \_\_\_\_\_ AÑOS  
\_\_\_\_\_ MÁS DE 10  
\_\_\_\_\_ AÑOS

¿Alguna vez ha estado presente en un accidente vial como conductor?

\_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_ NO

motivo: \_\_\_\_\_

