

Universidad Autónoma de Entre Ríos

Facultad de Ciencia y Tecnología

Licenciatura en Accidentología Vial

Accidentes en contexto de visibilidad reducida
por niebla y humo: estudio de casos



Alumna: María Elisa Kühnle
Director: Alejandro Nassivera
Paraná, 2024

Índice

Introducción.....	3
Justificación.....	5
Marco teórico.....	6
Accidentología Vial	6
Tipos de accidentes	6
Modelo de investigación	9
Fenómenos meteorológicos y visibilidad reducida.....	13
Conducción.....	15
Conducción con visibilidad reducida	17
Infraestructura Vial.....	19
Gestión de la infraestructura vial	19
Antecedentes	22
Marco metodológico	26
Análisis y resultados	28
Descripción y consideraciones de la muestra	28
Caracterización de los sucesos.....	28
Actores involucrados	35
Factores desencadenantes	37
Condiciones latentes	38
Alternativas de defensas	40
Discusión.....	44
Conclusión.....	46
Bibliografía	48
Anexo	53
Tabla resumen.....	53
Gráficas representativas	54

Introducción

Diversas zonas de nuestro país se ven afectadas por diferentes fenómenos climáticos y no climáticos que impactan sobre la conducción vehicular. Esta problemática afecta a la seguridad vial, ya que algunos de estos fenómenos influyen directamente sobre la visibilidad, como la niebla y el humo.

Al circular por una vía, la visibilidad del entorno interviene en la toma de decisiones en cuestiones como distancias de seguridad, velocidades y detenciones. Analizar los accidentes que se han producido en entornos de visibilidad reducida y conocer los medios para prevenirlos mejorará la seguridad vial de la región.

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST), es un organismo descentralizado del Ministerio de Economía, creado en el año 2019 por la Ley 27.514 que tiene como objetivo la investigación técnica de accidentes e incidentes de transporte de cargas y pasajeros para emitir recomendaciones de seguridad operacional, en los modos Automotor, Ferroviario, Aeronáutico y Marítimo, Fluvial y Lacustre. Durante el período 2021 y 2023, el modo Automotor, ha investigado e intervenido en 8 casos donde la visibilidad reducida por niebla y humo ha sido un factor contribuyente en los accidentes.

A partir de esto es que surgió la pregunta: ¿qué características sistémicas se observan en los accidentes de transporte investigados por la JST en el período 2021-2023, en contexto de visibilidad reducida por niebla y humo?

El objetivo general de esta investigación fue identificar las características sistémicas presentes en los accidentes con condiciones de visibilidad reducida por niebla y humo en los sucesos de transporte investigados por la JST en el período 2021-2023. Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar los accidentes de transporte con visibilidad reducida por niebla y humo investigados por la JST en el período 2021-2023.
- Identificar en los casos de estudio los actores involucrados.
- Determinar los factores desencadenantes y condiciones latentes que intervinieron en los casos analizados.

- Examinar alternativas de defensas para mejorar la seguridad vial en condiciones de visibilidad reducida por niebla y humo, basadas en los hallazgos obtenidos a partir del estudio de casos y la bibliografía consultada.

Justificación

La relevancia del estudio de estos accidentes radica en la importancia de poder prevenirlos, ya que impactan en la salud pública, en la economía y en las personas. Asimismo, el impacto de la visibilidad reducida por niebla y humo en el transporte terrestre y todas las actividades y actores que este reúne, es un área poco explorada en nuestro país.

Con esta investigación se beneficiarán la Junta de Seguridad en el Transporte, las concesionarias viales, Vialidad, las personas involucradas en la prevención de accidentes y elaboración de políticas públicas y la sociedad en general. Además, a los profesionales de la Accidentología Vial, ya que, como se dijo, es una temática poco explorada en nuestro país. Esto permitirá la toma de decisiones respecto a las intervenciones que se podrán llevar a cabo para disminuir los accidentes y mitigar sus consecuencias.

Marco teórico

Accidentología Vial

La Accidentología Vial “es el estudio y tratamiento en forma integral de los accidentes de tránsito” (Guzmán, 2008, pág. 565). El análisis de un accidente vial se basa en la determinación científica de los factores que incidieron en su ocurrencia. La Accidentología Vial se nutre de la Física, la Matemática y la Psicología, entre otras ciencias.

Para la normativa argentina vigente, Ley 24.449 (1994), artículo 64. Presunciones, “se considera accidente de tránsito todo hecho que produzca daño en personas o cosas como consecuencia de la circulación”. La Dirección Nacional de Observatorio Vial (2021), por su parte, no recomienda el uso de “accidente” sino que utiliza y sugiere el término “siniestro vial”. Esta Dirección refiere que un siniestro es aquel que se produce ante el contacto entre vehículos, entre estos y personas, animales o elementos de la infraestructura o el entorno vial. Además, menciona que en esta interacción se producen, por lo general, lesiones a las personas y daños, que representan costos para la comunidad y los individuos implicados.

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST), en su Ley 27.514 (2019), define a un accidente automotor como todo suceso que produzca lesiones graves o muerte de personas y daños, tanto en las cosas como en el ambiente, producto de un conjunto de factores que intervienen en la circulación. Además, menciona que debe verse involucrado un vehículo automotor de transporte de pasajeros o cargas que se encuentre con motivo o en ocasión de servicio.

Tipos de accidentes

Los accidentes pueden clasificarse según la forma de ocurrencia de la siguiente manera:

- **Atropello:** encuentro entre al menos un vehículo y un peatón o animal (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021, pág. 19)
- **Choque:** impacto que se produce entre un elemento fijo o vehículo estacionado y un vehículo en movimiento.

- **Colisión:** impacto entre dos vehículos en movimiento. Las colisiones pueden ser múltiples (dos o más vehículos), por alcance (parte frontal de un vehículo y posterior de otro), frontal (ambas partes frontales de los vehículos), laterales (parte frontal/posterior de un vehículo y el lateral de otro), rozamiento (también conocido como raspado, se produce entre los laterales y puede ser negativo si los vehículos circulaban en la misma dirección y positivos en dirección contraria). Además, según el ángulo de incidencia, pueden ser excéntricas o centrales.
- **Despeñamiento:** caída de un vehículo desde altura.
- **Despiste:** salida involuntaria de la calzada. Puede ser compuesto (luego del despiste se produce otro evento, como un vuelco) o simple (el vehículo se detiene fuera de la calzada o el conductor logra tomar el control y retorna a la calzada) (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021, pág. 20).
- **Vuelco:** el vehículo pierde su posición normal y “los neumáticos del rodado dejan de tener contacto con el suelo realizando una rotación sobre sus ejes longitudinales ‘campana’ y/o transversales ‘tonel’” (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021, pág. 20)

Según Irureta (2017, pág. 11), la investigación de accidentes se compone por “A) el relevamiento, recolección y registro de datos. B) Reconstrucción y C) Análisis del accidente”. En el primer punto, que se realiza inmediatamente después de ocurrido el accidente, se aplican diversas técnicas y métodos para recabar información que permita luego comprender el suceso de manera integral. Como segunda instancia, a partir de la revisión de todo lo registrado, se puede esbozar una explicación probable sobre la ocurrencia del accidente. Por último, el análisis se basa en hallar las causales de este.

Para comprender y prevenir los accidentes, es necesario conocer y estudiar los factores que intervinieron en su producción. Al hablar de prevención de accidentes, es preciso definir a la Seguridad Vial (SV) como aquellas “medidas adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y muertes causadas por el tránsito” (Organización Panamericana de la Salud, s.f., ¶1). Es decir, hablar de prevención es sinónimo de hablar de Seguridad Vial. Según la Fundación MAPFRE (s.f.b) la

SV “tiene especial cuidado con los efectos que dichos incidentes pueden tener para la vida y la salud de las personas” (¶1).

Modelo de investigación

Para entender la prevalencia de una metodología de investigación por sobre otras, en un campo específico, es necesario comprenderlas y comparar sus objetivos. A continuación, se desarrolla el modelo de investigación lineal de Heinrich (Marsden, 2022), que en la actualidad resulta insuficiente para analizar un accidente, y luego el modelo sistémico de Reason (2010).

El modelo de Heinrich o teoría del dominó, se fundamentó en el análisis de datos de accidentes y lesiones de una compañía de seguros, recabados por el empleador. El modelo se sustentó en una relación causa-efecto, basada en el comportamiento de las personas. Es decir, hacía foco en la culpabilidad humana y no consideraba cuestiones vinculadas con el sistema y las diversas circunstancias que interactúan en un accidente.



Figura 1. Modelo del dominó de Heinrich. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 1, al caer la primera ficha de dominó esta inicia la caída sucesiva de las demás. Si se quita uno solo de los factores (ficha), se evitarían las lesiones. Cada pieza representa:

1. Entorno social y ascendencia: cuestiones que influyen en las habilidades, creencias y características del carácter del trabajador y que inciden en la manera en que lleva a cabo las tareas.
2. Falla humana: son las omisiones del trabajador.
3. Acto inseguro: es el error del trabajador o una falla en la maquinaria.
4. Accidente
5. Lesión: consecuencia del accidente.

La teoría de Heinrich, entonces, “fomenta una interpretación de la seguridad en el lugar de trabajo en la que los trabajadores sean vistos como generadores de accidentes, en lugar de como personas que hacen todo lo posible para que los sistemas imperfectos funcionen lo mejor posible” (Marsden, 2022, ¶14).

En contraposición a este modelo, tenemos a Reason (2010) que presenta al modelo sistémico, que propone quitar el foco a la falla única y la culpabilidad para analizar un accidente de manera holística.

El modelo sistémico, también conocido como el modelo del queso suizo, es adoptado por la JST en sus investigaciones y estudios. Este modelo no busca encontrar culpables, es decir que no pone foco en el error humano, sino que analiza las circunstancias y deficiencias en el sistema. A partir de este análisis el organismo identifica riesgos con la finalidad de emitir recomendaciones y así evitar futuros sucesos.

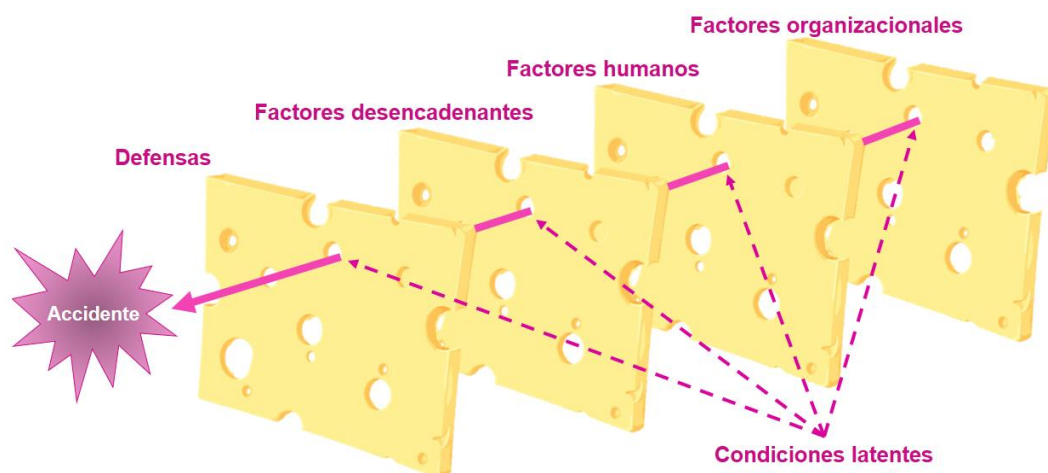


Figura 2. Modelo sistémico de Reason. Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Figura 2, para que ocurra un accidente deben interactuar diversos factores. Covello (2022) menciona que las condiciones latentes son “agujeros, categorizándolos como la mayor amenaza para la seguridad operacional en un sistema complejo” y que se “aleja el enfoque centrado en los errores cometidos por los operadores y fallos materiales o físicos” (pág. 47). Es decir, son condiciones que se encuentran en el sistema pero que por sí solas no son capaces de producir un accidente. Reason (2010) refiere que “son a las organizaciones tecnológicas lo que los patógenos residentes al cuerpo humano” y que como estos, las condiciones latentes como ser el diseño, una supervisión

inconclusa, fallas inadvertidas, deficiencias en la formación, etc. “pueden estar presentes durante muchos años antes de [...] traspasar las numerosas capas de defensas” (pág. 36). Estas condiciones latentes forman parte de cualquier sistema y dentro de ellas encontramos los factores organizacionales y humanos, que están relacionados con las organizaciones, el contexto operativo, los fabricantes, las decisiones políticas, entre otras.

Por otro lado, una falla activa (o factor desencadenante) es inmediata del evento y está relacionada con las acciones u omisiones del personal de primera línea o fallas mecánicas. Según Reason (2010), “los fallos activos suelen tener efectos inmediatos y de vida relativamente corta” y “los cometen quienes se sitúan en la interfaz ser humano-sistema” (pág. 37). Irureta (2017) dice que las fallas activas son actos inseguros que “actúan de desencadenantes (o evidenciadoras) de las condiciones latentes que llevan a facilitar la quiebra de las defensas de seguridad operacional inherentes del sistema” (pág. 40). Es decir, las condiciones latentes “pueden aumentar la probabilidad de fallos activos por medio de la creación de factores locales que promuevan la comisión de errores e infracciones y pueden también agravar las consecuencias de los actos peligrosos a través de sus efectos sobre las defensas, barreras y salvaguardias del sistema” (Reason, 2010, pág. 37).

Por último, las defensas son mecanismos “que detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas” (Covello et al., 2023, #9). Dentro de las defensas se encuentran las tecnologías, los reglamentos y el entrenamiento. Irureta (2017) indica que las defensas pueden estar relacionadas con decisiones políticas, el diseño de la infraestructura, la gestión de la circulación y del tránsito, la supervisión de la seguridad y el control. Reason (2010) señala que “los fallos activos y las condiciones latentes pueden provocar de diferentes maneras la superación parcial o total de las defensas de un sistema” (pág. 39). Este autor incorpora el concepto de “defensa en profundidad” dentro del análisis de un accidente, como última barrera para detener el accidente. Covello (2022) dice que este concepto “se basa en una filosofía que considera al riesgo como

‘energía a contener’ a través de capas de defensa, que canalizan la energía de las fuentes de peligro” (pág. 48).

Es preciso mencionar que la JST adapta el modelo y considera al factor desencadenante en un nivel individual, mientras que las defensas, los factores humanos y organizacionales se hallan en un mismo nivel jerárquico. Para Covello (2022) “los resultados de la investigación de accidentes en sentido sistémico se proponen incidir sobre los agentes que guían un cambio en el sistema, ya que también es el poder el que crea las condiciones de posibilidad para que en el sistema se desencadenen catástrofes” (pág 52).

En síntesis, durante el proceso de análisis de un accidente, es importante ir más allá del momento en el que se produce e identificar *aguas arriba* aquellos factores relacionados con los efectos de los fenómenos meteorológicos en la circulación, la gestión de la circulación, la conducción, los actores del sistema, las decisiones estratégicas, entre otros. De esta manera, se tendrá una visión integral de todas las condiciones que se vieron involucradas en un suceso y se podrán adoptar medidas tendientes a prevenir futuros accidentes.

Fenómenos meteorológicos y visibilidad reducida

Según el Servicio Meteorológico Nacional (Chiavetta, 2022, #9) el clima “es un conjunto de condiciones meteorológicas, suma de toda la información estadística del tiempo, que ayuda a describir un lugar o región, caracterizando el estado medio de la atmósfera en un punto determinado de la tierra”.

Un fenómeno meteorológico es aquel que se produce de forma natural en la atmósfera (Arriols, 2024, ¶1), como la lluvia, el viento, la niebla. Los fenómenos meteorológicos pueden incidir en la seguridad vial. La presencia de hielo o agua en la calzada, por ejemplo, puede influir en la interacción de los neumáticos y el pavimento. Además, la lluvia intensa o la niebla pueden afectar directamente la visibilidad del entorno. Asimismo, el humo, que puede ser producto de quemas intencionales y es, en este caso, un fenómeno no natural, ya que es provocado por el ser humano. Según el Observatorio Vial Latinoamericano (2016, pág.2), entonces, el humo es un factor que afecta el clima, pero causado artificialmente.

Es importante mencionar que existen diferentes tipos de visibilidad. La horizontal, la vertical y la oblicua, utilizadas de referencia principalmente en el modo aeronáutico. La visibilidad horizontal también es importante para el transporte terrestre, ya que es la distancia máxima en la que un conductor puede distinguir un objeto de referencia en el horizonte.

En nuestro país, diversas zonas se ven afectadas por diferentes fenómenos y, como se mencionó, estos pueden influir en la apreciación del entorno y ser un factor presente en un accidente automotor. La Dirección Nacional de Observatorio Vial (2021) dice que la visibilidad reducida “es condición de la calidad de lo visible cuando la visibilidad ambiental se ve modificada por algún elemento externo por ejemplo humo, lluvia, polvo, niebla o neblina, nieve” (pág. 46).

En este trabajo de investigación se ahondará particularmente en dos fenómenos que afectan la visibilidad horizontal: la niebla y el humo. Se define como niebla a “la reducción de la visibilidad en superficie a menos de 1 km provocada por gotitas de agua o cristales de hielo, típicamente microscópicos, que se hallan suspendidos en la atmósfera” (Chiavetta, 2022, #11), mientras que la neblina se presenta cuando la visibilidad es mayor a 1 kilómetro. Por otra parte, el Servicio

Meteorológico Nacional (2018, ¶24) dice que el humo “es la suspensión en el aire de partículas producto de la combustión” y refiere que “cuando proviene de incendios forestales, ocupa grandes extensiones en forma de capas”. Además, agrega que provoca una fuerte dispersión de la luz solar.

Cómo afecta la visibilidad reducida por niebla, neblina y humo a la conducción se desarrollará en la siguiente sección.

Conducción

El tránsito es un sistema dinámico, que se encuentra en constante cambio. Conducir es una actividad integral que requiere habilidades para desplazarse en un entorno en movimiento donde interactúan múltiples factores.

En la normativa argentina se definen diferentes lineamientos para la organización del tránsito. Entre ellos se hallan, por ejemplo, los límites de velocidad para cada tipo de vía. Para una circulación segura es necesario recordar que la *velocidad precautoria* según el artículo 50 de la Ley 24.449 (1994) es aquella que le permite al conductor tener el dominio total de su vehículo, sin entorpecer el tránsito y teniendo en cuenta las condiciones de visibilidad, la infraestructura, fenómenos meteorológicos, etc.

Por otra parte, es importante definir a la *distancia de seguridad* como aquella que se debe dejar entre el vehículo propio y el que circula por delante, según la velocidad y el clima. En condiciones normales de visibilidad, según el Manual del Conductor (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2009, pág. 40), la distancia es de 2 o 3 segundos, según las velocidades de circulación.

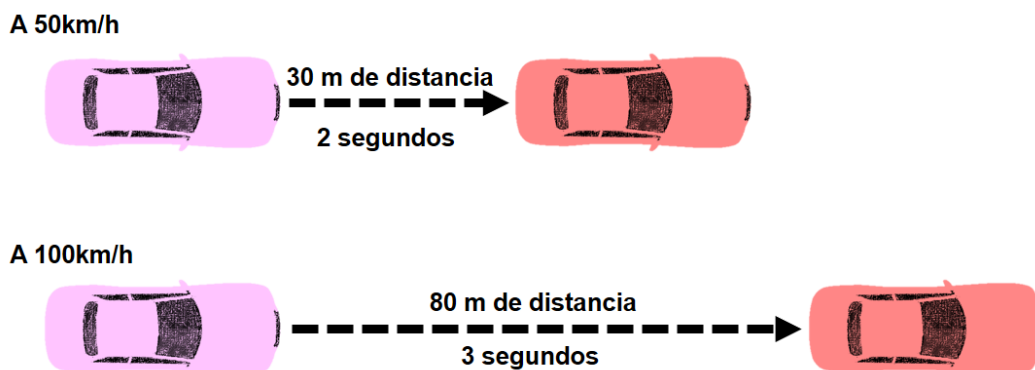


Figura 3. Distancias de seguridad. Fuente: elaboración propia en base al Manual del Conductor (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2009, pág. 40)

El Decreto 32/2018 en su artículo 17, inciso 6, indica que la distancia mínima entre vehículos siempre debe ser de 2 segundos. Para vehículos de transporte de carga, señala que cuando la longitud de la unidad supera los 20,50 m y circula por una ruta bidireccional, la distancia de seguridad deberá ser de 100 m.

El tiempo que le insume a un conductor percibir una situación determinada y decidir cualquier tipo de maniobra, como esquivar un obstáculo o frenar, se denomina *tiempo de percepción y reacción*. Berardo e Irureta (s.f.) lo definen

como “aquel tiempo que transcurre desde que el conductor recibe la información del riesgo o peligro hasta que inicia la respuesta de su conducido”. Este tiempo dependerá de cada persona y su estado, y varía entre los 0,5 y un 1 segundo (Fundación MAPFRE, 2022, ¶1).

Otro punto a tener en cuenta es la *distancia de detención* (o distancia total de frenado), que es el espacio que se recorre hasta pisar el pedal de freno (tiempo de reacción) más el espacio que recorre el vehículo durante la frenada (distancia de frenado). Para calcular la distancia de reacción y frenado, y así obtener la distancia total de detención, se deben aplicar las siguientes fórmulas para condiciones óptimas de la calzada (Fundación MAPFRE, 2023, ¶13 y 14):

- Distancia de reacción: se multiplican los primeros dígitos de la velocidad a la que se circula por 3 (si la velocidad es 40 km/h, se multiplica 4x3. Si es 110 km/h, se multiplica 11x3)
- Distancia de frenado: se calcula el cuadrado de la velocidad y se divide por 180.
- Distancia total de detención: se suman ambos valores calculados.

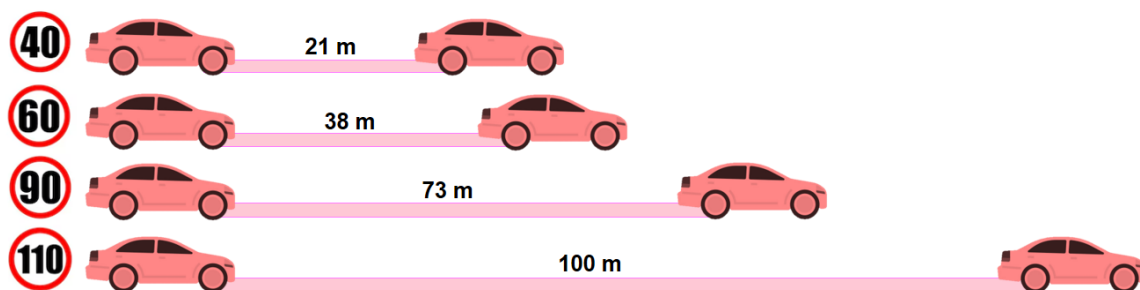


Figura 4. Distancia total de frenado aproximada en metros necesaria para detener un automóvil en condiciones óptimas según su velocidad. Fuente: elaboración propia en base a la publicación de Fundación MAPFRE (2023).

En caso que la calzada presente dificultades, la variable de distancia de frenado se puede considerar el doble y queda como resultado:

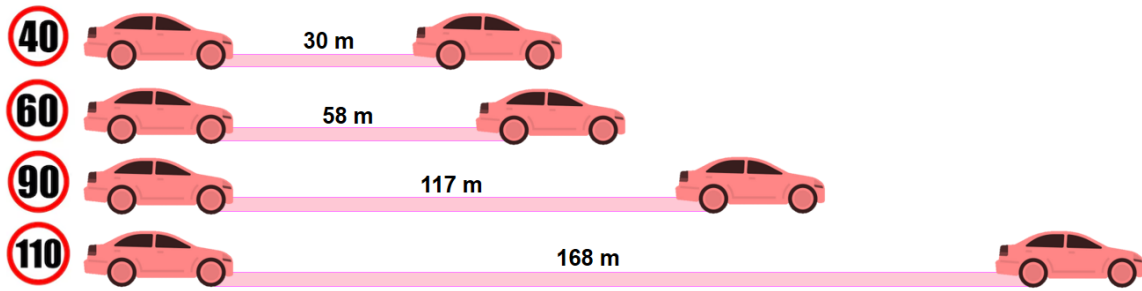


Figura 5. Distancia total de frenado aproximada en metros necesaria para detener un automóvil con calzada húmeda. Fuente: elaboración propia en base a la publicación de Fundación MAPFRE (2023).

Conducción con visibilidad reducida

La visibilidad reducida provoca la disminución de la distancia a la que los objetos pueden ser percibidos: cuanto menor es la distancia, mayor es el peligro. La conducción con humo presenta condiciones similares a la conducción con niebla, en lo que respecta a reducción de visibilidad de los vehículos y el entorno. Para la Dirección General de Tráfico (2020) de España, la combinación de niebla y humo es aún más peligrosa para la conducción, ya que puede producir una visibilidad nula.

Dada la importancia de la temática en la seguridad vial, la Agencia Nacional de Seguridad Vial (2009), en el Manual del conductor para el curso de seguridad vial, aborda la problemática y enumera consejos para la conducción con niebla. En este manual se indica que “estadísticamente, los accidentes relacionados con la niebla llegan a los niveles más altos de fatalidades” (pág. 50).

La Dirección General de Tráfico (2020) de España detalla diferentes efectos que produce la niebla en la conducción, y entre ellos indica que se generan errores en la percepción, ya que la información captada del entorno llega al ojo disminuida o degradada. En línea con esto, agrega que puede aumentarse la fatiga visual, por la disminución de la capacidad visual.

Ante situaciones de niebla y humo es imprescindible recordar que, además de ver a los demás, es importante ser visto por los otros conductores. Esto se logra con las luces de posición de los vehículos.

Otro dato significativo es que la niebla no solo produce la reducción de visibilidad, sino que provoca una película de humedad sobre las vías de circulación que

influye en la adherencia de los neumáticos y la calzada. Tanto para entornos con niebla como con humo, es necesaria la disminución de velocidad y el aumento de la distancia de seguridad. Según la Dirección General de Tráfico (2020) de España, se debe “moderar la velocidad para adecuarla a la visibilidad disponible” (pág. 446). Por otra parte, al aumentar la distancia de seguridad entre vehículos, se evitan frenadas bruscas y se cuenta con mayor tiempo para poder reaccionar ante situaciones peligrosas.

Al ser la niebla y el humo parte de un entorno donde se interactúa con múltiples componentes, es preciso describir en el siguiente apartado cuestiones relacionadas con la Infraestructura Vial.

Infraestructura Vial

La Infraestructura Vial (IV) es una parte esencial del sistema de transporte y desempeña un papel importante en la organización, la seguridad y la eficacia del tránsito. Se define como el “conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones que componen la vía pública, necesarios para el tránsito de personas y objetos en forma segura y confortable desde un punto a otro” (Dirección Nacional de Observatorio Vial, 2022b, pág. 5). Por su parte, la vía pública “es el espacio de cualquier naturaleza abierto al tránsito e incorporado al dominio público” (Dirección Nacional de Observatorio Vial, 2022b, pág. 5).

La IV debe adaptarse a la demanda de movilidad y a las innovaciones tecnológicas, lo que la convierte en un componente dinámico y en constante evolución dentro del ámbito de la Seguridad Vial. Un diseño vial seguro debe disminuir la probabilidad de los errores humanos y sus consecuencias, con el objetivo de reducir la posibilidad de que un accidente de tránsito resulte en lesiones graves o fatales. Por lo tanto, la infraestructura vial involucra diversos componentes, entre los que se pueden mencionar: el diseño de las rutas y puentes, la gestión de las velocidades, el planeamiento urbano, los sistemas de iluminación, la señalización vial, entre otros.

Gestión de la infraestructura vial

Argentina cuenta con una importante extensión de red vial. La administración de los tramos comprendidos por rutas, autopistas y autovías puede darse a través de concesiones viales, Vialidad Nacional o las mismas provincias y municipios.

A cada actor interviniente en la gestión de la infraestructura vial le corresponde conocer el estado de la red vial para identificar faltas de conexión geográfica, tramos con condiciones deficientes o con altos índices de accidentes para poder planificar, diseñar e intervenir con una correcta inversión que mejore la Seguridad Vial.

Dentro de los componentes de la infraestructura vial, como se dijo, se encuentra la señalización vial, ya sea horizontal (pintura sobre la calzada) como vertical (cartelería). La importancia de la correcta gestión radica en “que la información que se le brinda a quien conduce para que pueda controlar el vehículo y transitar de manera segura se haga de manera visual. Si la demarcación horizontal es

buena y se instala de manera adecuada, es efectiva y tiene beneficios en la seguridad.” (Junta de Seguridad en el Transporte, 2024, pág. 51).

Gestión de la visibilidad reducida

La Dirección Nacional de Vialidad (2012) ha publicado diferentes manuales, entre los que se encuentra el Manual de Señalamiento Horizontal (MSH). Este manual menciona que las Marcas para Niebla (H. 18) advierten sobre la presencia habitual de bancos de niebla y guían a los conductores respecto a la velocidad a circular, sin importar la velocidad permitida en la zona en condiciones óptimas. Además, deben estar acompañadas por señales que adviertan y expliquen su funcionamiento.

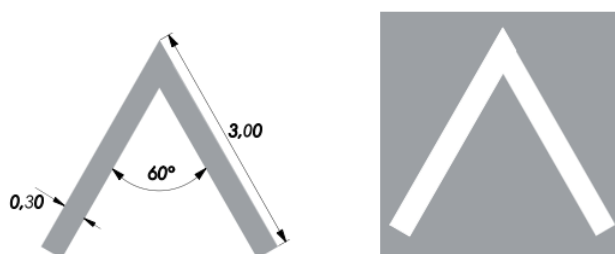


Figura 6. Marca para Niebla (jinetas). Fuente: MSH, Dirección Nacional de Vialidad, 2012, pág. 135

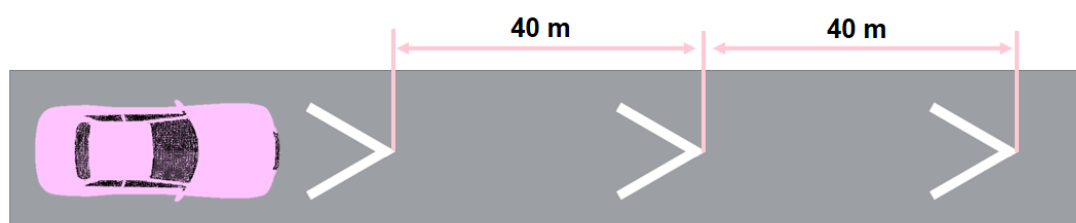


Figura 7. Disposición de las jinetas sobre la calzada. Fuente: elaboración propia en base al MSH, Dirección Nacional de Vialidad, 2012, pág. 136

La interpretación de las marcas es la siguiente: “cuando desde el vehículo en marcha y sobre una de estas figuras, se ven sólo otras dos, no se podrá superar los 60 km/h. Cuando se visualiza únicamente una figura, no se deben superar los 40 km/h. Cuando al signo recién se lo percibe a muy corta distancia o no se lo ve, se debe reducir la velocidad y dejar la vía en forma segura, deteniéndose fuera de la calzada y la banquina” (Dirección Nacional de Vialidad, 2012, pág. 135). La Fundación MAPFRE (s.f.a) aconseja no estacionarse en la banquina y que si la niebla es muy espesa (visibilidad no mayor a los 20 m), “es

recomendable detenerse en un lugar seguro hasta que las condiciones resulten más favorables para la circulación” (¶14).



Figura 8. El vehículo de la imagen posicionado sobre la marca, solo visualiza una jineta, por lo que debe circular a 40 km/h. Fuente: elaboración propia en base al MSH, Dirección Nacional de Vialidad, 2012, pág. 137

Si bien en el MSH se indica que las Marcas para Niebla deben estar acompañadas por señales que adviertan y expliquen su funcionamiento, en el Manual de Señalamiento Vertical (MSV, Dirección Nacional de Vialidad, 2017) no está estandarizada ninguna cartelería complementaria.

Además de la señalización demarcada sobre la calzada, se pueden incorporar tecnologías que la complementen. Es el caso de los sensores llamados visibilímetros y las estaciones meteorológicas, que son dispositivos de detección de visibilidad que se instalan en la vía y emiten alertas al personal encargado de la gestión y toma de decisiones. De esta manera se pueden tomar diferentes medidas como avisos a los usuarios por medio de cartelería de mensajes variables, asistencia de tránsito, desvíos o cortes de un tramo de la vía.

Antecedentes

Pardillo Mayora (s.f), en el trabajo denominado Potencial de reducción de la accidentalidad de los sistemas avanzados de advertencia de peligro por condiciones meteorológicas adversas, desarrolla sobre el estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, en el que se tomó como muestra accidentes de tránsito registrados en un período de 5 años (1997-2002). El objetivo fue evaluar la disminución de accidentes en condiciones meteorológicas adversas mediante la aplicación de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).

En primera instancia, se analizaron las bases de datos de accidentes con víctimas fatales y, a partir de ello, se determinó que los sectores en los que se producían los accidentes en entornos con condiciones meteorológicas adversas, variaban. En lo que respecta a la niebla y condiciones de visibilidad reducida, del total de accidentes con meteorología adversa, ocupaban un 30%.

Por otra parte, se indagó acerca de las experiencias de diferentes países en los que se habían aplicado sistemas de información meteorológica y sistemas avanzados de advertencia de peligro en condiciones meteorológicas adversas (SAAMPA). A partir de estos antecedentes, se diseñaron tres pruebas piloto. La finalidad era determinar si los accidentes en estas condiciones disminuían con la aplicación del SAAMPA para la advertencia de conductores sobre restricciones de visibilidad. Para las pruebas se tomaron tres tramos: una ruta, una autovía y una autopista de peaje.

Dentro de las conclusiones se mencionó que “en España dos tercios de los accidentes con víctimas y más del 70% de las víctimas mortales en accidentes en condiciones adversas son atribuidos en los informes de accidentes a velocidades inadecuadas o a distracciones de los conductores” (pág. 11-12). Además, se indicó que la disminución de los accidentes en estos entornos, representaban beneficios sociales superiores que el costo de instalación de los SAAMPA en lugares con condiciones meteorológicas adversas.

Abdel-Atya et al. (2011) basaron su estudio en accidentes en entornos con visibilidad reducida por niebla y humo. En él se propuso, primeramente, el análisis de estos accidentes para comparar sus características con las de los

que se producen con visibilidad despejada. “Las cuestiones investigadas incluyen la distribución temporal, los tipos de colisiones y los efectos de diversos factores geométricos, de tráfico, humanos y medioambientales” (pág. 1731). En segunda instancia, un análisis de la gravedad de las lesiones, a partir del cual surgen medidas para reducir el riesgo de colisiones graves en zonas propensas a sufrir accidentes en condiciones de niebla y humo.

Para la mencionada investigación, se utilizaron la base de datos de accidentes de Florida (E.E.U.U.) en el período entre 2003 y 2007, tomados por el Departamento de Transporte (CAR) y los datos sobre las características de las carreteras se obtuvieron del Inventario de Características de Carreteras (RCI).

Dentro de las conclusiones a las que se arribaron en esta investigación, se destaca que al comparar los accidentes en condiciones de visibilidad despejada y los que se desarrollaron en condiciones de visibilidad reducida por niebla y humo, estos últimos provocan lesiones más graves, las colisiones involucran más vehículos y colisiones frontales y traseras, en “vías de alta velocidad, caminos indivisos, caminos sin aceras y caminos rurales de dos carriles” (pág. 1736).

El Observatorio Vial Latinoamericano (2016) publicó su Investigación sobre niebla y humo. Esta investigación tenía como objetivos describir los fenómenos de niebla, neblina y humo; analizar las víctimas producto de los accidentes con mayor relevancia en estos entornos; buscar estadística que “permita determinar cuáles son las rutas y lugares más sensibles para la generación de estos fenómenos” (pág. 1) e investigar acerca de posibles intervenciones para la detección temprana de niebla, neblina y humo para prevenir accidentes.

Como muestra se tomaron 50 accidentes con repercusión en los medios de comunicación en los últimos 8 años. Estos se computaron como 28 de Buenos Aires, 12 de Santa Fe, 3 de Córdoba, 3 de Entre Ríos, 1 de La Pampa, 2 de Santiago del Estero y 1 de Chubut. Del análisis de estos casos, surgió que en lo que respecta a víctimas se “produjeron 64 muertos, 50 heridos graves y 303 heridos moderados y leves” (pág. 5). En cuanto a vehículos involucrados, intervinieron mayormente vehículos particulares (111), en segundo lugar, transporte de cargas (73) y, por último, transporte de pasajeros (37). En lo que

respecta al tipo de vía, los accidentes se produjeron en su mayoría en vías de alta velocidad y la mayor concentración se dio en la Autopista Rosario-Buenos Aires (RN9).

Además, se mencionó que muchas veces las alertas suelen llegar a los usuarios luego de varias horas, por lo que un banco de niebla puede tomar por sorpresa a un conductor. Asimismo, para el Observatorio Vial Latinoamericano (2016) “por ser la niebla un fenómeno que obedece a cuestiones meteorológicas y topográficas” (pág. 6) y el humo presenta características similares, se pueden tomar “medidas tecnológicas que permitan anticipar dichas circunstancias y de esta forma evitar siniestros” (pág. 6).

Das et al. (2018) dicen que es frecuente que las condiciones de visibilidad presentes en un accidente no se registren con detalle. Para llevar a cabo su investigación se utilizaron los datos recabados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), para accidentes en Florida (E.E.U.U.) en el período 2010-2012. Además, la Base de Datos de Información Vial (RID).

El objetivo era “asociar la ocurrencia de accidentes bajo diferentes niveles de visibilidad con factores incluidos en la base de datos de accidentes mediante el desarrollo de una regresión logística ordinal” (pág. 143). La finalidad de la investigación fue observar cómo las diferentes condiciones de visibilidad contribuyen a la ocurrencia de un accidente. Estos autores mencionaron que, a pesar que existe una tendencia de menos tránsito y bajas velocidades, aumenta la probabilidad de accidente en contextos de baja visibilidad.

Por último, Khodadadi-Hassankiadeh et al. (2020), en su estudio tuvieron como objetivo “determinar el patrón de accidentes en niebla y la relación entre el conductor, la carretera y el accidente con el nivel de lesiones en Guilan, Irán”. Se tomaron datos del período 2014-2018 recolectados por la Policía de Tráfico de la República Islámica de Irán de Guilan (accidentes) y de la Organización Meteorológica de Irán (información climatológica). Para el desarrollo de la investigación se aplicaron cálculos estadísticos y softwares. Dentro de los hallazgos se mencionó que los “accidentes ocurridos en condiciones de niebla causaron enormes daños y lesiones en la mayoría de las ciudades” (pág. 8).

Además, se concluyó que “en el clima con niebla, la tasa de mortalidad fue significativamente más alta que la de otros climas” (pág. 10).

Marco metodológico

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, con un alcance descriptivo y un diseño bibliográfico. El tiempo es tomado de manera transversal. El universo es determinado y el muestreo no probabilístico con estudio de casos.

Se tomaron el total de 8 accidentes, que se produjeron en contexto de visibilidad reducida por niebla y humo, ocurridos en el período 2021 – 2023, en los que intervino la JST. De estos 8 accidentes, de uno se redactó un Informe de Seguridad Operacional (ISO), seis tuvieron Informe Preliminar (IP) y uno Informe de Intervención (INT). La diferencia entre estos informes radica en la cantidad de información que desarrollan y el plazo en el que se elaboran. El Manual de Criterios Generales y Productos de Investigación (Junta de Seguridad en el Transporte, 2023a) menciona que:

- La intervención es una actuación que se limita a la recolección de información y puede tener salida a campo o no. Cuentan con un Informe Básico o similar a este.
 - Informe Básico: “documento utilizado para la pronta divulgación de los datos fácticos obtenidos inicialmente” (pág. 40). Se publica en 7 días.
- La investigación comprende “el relevamiento de datos y material de investigación, el análisis de información, la obtención de conclusiones, [...] así como otros factores de riesgo de seguridad operacional” (pág. 18). Cuenta con un Informe Básico, un Informe Preliminar y, algunas, Informe de Seguridad Operacional, según criterio de cada modo.
 - Informe Preliminar: “contiene en detalle la información factual conseguida hasta el momento y las fuentes consultadas para la investigación en curso” (pág. 40). Se publica dentro de los 45 días corridos desde que se tomó conocimiento del suceso.
 - Informe de Seguridad Operacional: contiene el total de la información obtenida durante el transcurso de la investigación e incorpora recomendaciones. Además, es en este informe en el único que se analizan factores desencadenantes, actores involucrados, condiciones latentes y defensas del sistema. Se elabora en 14 meses.

Para cumplir con los objetivos planteados, en primera instancia, se analizaron los casos con un enfoque sistémico y se describieron las características principales de cada uno de ellos. Asimismo, se identificaron los actores involucrados para conocer el contexto de cada suceso.

Por otra parte, se establecieron los factores y condiciones, a través de la visión sistémica desarrollada por Covello (2022). Además, se indagó sobre diferentes medidas adoptadas por otros países y diversos actores, es decir defensas, que permitan mejorar la gestión de la visibilidad reducida.

Finalmente, se elaboraron conclusiones a partir de todos los resultados obtenidos en el proceso de investigación, para así contribuir en la mejora de la seguridad vial.

Análisis y resultados

Descripción y consideraciones de la muestra

La JST interviene en sucesos que hayan ocurrido en la República Argentina, con vehículos de carga o pasajeros que se encuentren brindando un servicio interjurisdiccional o internacional al momento de producirse el accidente, o servicio provincial, en caso de convenio. También, cuando su magnitud, importancia o trascendencia lo requiera.

Si bien los 8 casos analizados no representan todos los accidentes ocurridos en el país con presencia de niebla o humo, se podrán observar las características de los mismos y replicar el modelo de análisis en otras bases de datos. Según Stake (1999) “el cometido real del estudio de casos es la particularización, no la generalización. Se toma un caso particular y se llega a conocerlo bien, y no principalmente para ver en qué se diferencia de los otros, sino para ver qué es, qué hace” (pág. 20).

Caracterización de los sucesos

En las siguientes tablas se resumen las principales características de cada accidente, a partir de la información incorporada en los informes de la JST. Para denominar a cada accidente se utilizó la localización. En caso de dos localizaciones iguales, se incorporó “II”. Además, fueron ordenados según ocurrencia, desde el más antiguo al más reciente.

ZÁRATE			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2021). 16. RN N° 12 km 106, Zárate, Buenos Aires		
Fecha	6/3/2021	Hora	01:15 h
Lugar	Ruta Nacional 12, km 106, Zárate, Buenos Aires		
Reseña	El suceso ocurrió en la madrugada del sábado 06 de marzo de 2021, en una zona rural de la Ruta Nacional 12 a la altura del kilómetro 106, donde la configuración es de autovía con dos carriles asfaltados para cada sentido de circulación, sur-norte hacia la ciudad de Ceibas y norte-sur hacia la ciudad de Zárate, divididos por un cantero central de pasto de 1,5 metros. El hecho ocurrió en un rango horario entre 00:30 y 01:30 horas, según documentación del expediente judicial. Debido al horario nocturno y la falta de luminaria pública en dicho sector de la ruta, la única fuente de luz eran los sistemas de iluminación de los vehículos que circulaban en el lugar. La visibilidad se hallaba severamente reducida por		

	niebla y humo proveniente de incendios en vegetación cercana. En dicho contexto se produjo una colisión en cadena en la que se vieron involucrados tres vehículos de transporte de carga y cinco vehículos particulares. Como resultado se reportaron personas con heridas de distinta magnitud, sin lamentar víctimas fatales.		
Tipo de vía	Autovía		
Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	3 de cargas y 5 particulares		
Resultados	Sin datos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

ZÁRATE II			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2022b). 106. Pasajeros y cargas, colisión múltiple, Zárate, Buenos Aires		
Fecha	16/6/2022	Hora	06:30 h
Lugar	Ruta Nacional 12, km 109, Zárate, Buenos Aires		
Reseña	El suceso ocurrió el jueves 16 de junio de 2022 a las 6:30 en el kilómetro 109 de la Ruta Nacional 12, en el partido de Zárate, provincia de Buenos Aires. Por motivos que se encuentran bajo investigación, y en condiciones aparentes de escasa visibilidad, se produjo una colisión múltiple entre once vehículos de los cuales tres eran camiones de carga, tres pertenecían al servicio de transporte de pasajeros, tres vehículos particulares, un patrullero de Gendarmería Nacional y un vehículo del cual se desconocen sus características, ya que, según se tuvo conocimiento, no permaneció en el lugar del suceso. Como resultado del suceso, se registraron daños materiales en la mayoría de los rodados involucrados. Asimismo, de las 99 personas que participaron en el suceso, siete resultaron ilesas y resta determinar el estado de las otras 92 personas en esta instancia de la investigación.		
Tipo de vía	Autovía		
Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	3 de cargas, 3 de pasajeros, 3 particulares, 1 oficial y 1 sin datos		
Resultados	7 ilesos y 92 sin datos		
Señalización con niebla	Sí	Iluminación artificial	No

VILLA CONSTITUCIÓN			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2024). 112. ISO. Pasajeros y cargas. Colisión múltiple. Villa Constitución. Santa Fe		
Fecha	20/7/2022	Hora	06:00 h
Lugar	Ruta Nacional 9, Autopista Rosario- Buenos Aires, km 244, Villa Constitución, Santa Fe		
Reseña	<p>El suceso tuvo lugar el 20 de julio de 2022, aproximadamente a las 6:00 (UTC-3), en la Ruta Nacional 9, Autopista Rosario-Buenos Aires, entre los kilómetros 245 y 244, a la altura de la localidad de Villa Constitución, provincia de Santa Fe, cuando un vehículo de transporte de pasajeros y diez vehículos de transporte de cargas, que circulaban con sentido desde Rosario hacia Buenos Aires, participaron en tres accidentes ocurridos de forma consecutiva en el tramo señalado de la vía, producto de las diferentes velocidades de circulación de las unidades involucradas y la presencia de visibilidad reducida.</p> <p>En primera instancia, un camión con semirremolque (Vehículo 1) despistó y volcó sobre el cantero central (ver 1 en Figura 1). Además, dos camiones con semirremolque (vehículos 2 y 3) colisionaron por alcance excéntrico y posteriormente se ocasionó un raspado negativo entre las unidades (ver 2 en Figura 1). Seguidamente se produjo una colisión por alcance (ver 3 en Figura 1) entre un camión con semirremolque (Vehículo 4) y un furgón (Vehículo 5). Por último, se registró una colisión múltiple (ver 4 en Figura 1) donde se vieron involucrados dos camiones con semirremolque (Vehículos 6 y 11), tres camiones con acoplado (Vehículos 7, 8 y 9) y un ómnibus (Vehículo 10). Como consecuencia, un conductor y un acompañante fallecieron, un conductor con su acompañante y un pasajero resultaron con lesiones y ocho conductores y veintitrés pasajeros resultaron ilesos.</p>		
Tipo de vía	Autopista		
Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	10 de cargas y 1 de pasajeros		
Resultados	2 fallecidos, 3 lesionados y 3 ilesos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

LAS FLORES			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2022c). 114. IP. Cargas, colisión múltiple, Las Flores, Buenos Aires		
Fecha	25/7/2022	Hora	19:15 h

Lugar	Ruta Nacional 3, km 211, Las Flores, Buenos Aires		
Reseña	El suceso ocurrió el lunes 25 de julio de 2022 a las 19:15 en el kilómetro 211 de la Ruta Nacional 3, partido de Las Flores, provincia de Buenos Aires. Por motivos que se encuentran bajo investigación, se produjo una colisión múltiple entre cuatro camiones de carga. La colisión se produjo cuando el Vehículo 1, que circulaba desde la localidad de San Miguel del Monte hacia la localidad de Azul, pasando el kilómetro 211 se desvió de su carril de circulación e ingresó en el carril de circulación de los otros tres vehículos involucrados que circulaban en sentido opuesto, es decir, desde la localidad de Azul hacia la localidad de San Miguel del Monte. Producto de la maniobra realizada por el conductor del Vehículo 1, se produjo la colisión entre los cuatro vehículos. Como resultado del suceso, se registraron daños materiales en los rodados y de las seis personas involucradas, una falleció en el lugar, otras dos resultaron lesionadas y las demás resultaron ilesas.		
Tipo de vía	Ruta		
Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	4 de cargas		
Resultados	1 fallecido, 2 lesionados y 3 ilesos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

VILLA CONSTITUCIÓN II			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2022a). 32. INT. Cargas, colisión múltiple, Villa Constitución, Santa Fe		
Fecha	1/8/2022	Hora	08:30 h
Lugar	Ruta Nacional 9, Autopista Rosario - Buenos Aires, km 246, Villa Constitución, Santa Fe		
Reseña	El suceso tuvo lugar en la Autopista Ruta Nacional 9 (Au. Rosario - Buenos Aires), en el kilómetro 246, localidad de Villa Constitución, Santa Fe. Por motivos que continúan bajo investigación, se produjo una colisión múltiple entre vehículos de cargas y una unidad de Gendarmería Nacional. Producto del suceso, al menos una persona resultó con lesiones. Al momento de realizar el presente informe se desconocen cantidad de personas ilesas y total de personas lesionadas y vehículos involucrados.		
Tipo de vía	Autopista		
Condición meteorológica	Niebla y humo		

Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	6 de cargas y 1 oficial		
Resultados	1 lesionado y sin datos ilesos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

PAVÓN			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2022d). 116. IP. Cargas, colisión por alcance, Pavón, Santa Fe		
Fecha	6/8/2022	Hora	08:05 h
Lugar	Ruta Nacional 9, Autopista Rosario - Buenos Aires, km 250, Pavón, Santa Fe		
Reseña	El suceso tuvo lugar en la Autopista Rosario - Buenos Aires, en el kilómetro 250, localidad de Pavón, Santa Fe. Por motivos que continúan bajo investigación, un camión con semirremolque (Vehículo 1) colisionó por alcance excéntrico a un camión con cisterna (Vehículo 2). Producto del suceso, el conductor del Vehículo 1 sufrió lesiones y el conductor del Vehículo 2 resultó ileso.		
Tipo de vía	Autopista		
Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión por alcance		
Vehículos involucrados	2 de cargas		
Resultados	1 lesionado y 1 ileso		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

VICTORIA			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2022e). 124. IP. Cargas, colisión múltiple, Victoria II, Entre Ríos		
Fecha	14/9/2022	Hora	06:45 h
Lugar	Ruta Nacional 174, km 17, Victoria, Entre Ríos		
Reseña	El suceso tuvo lugar en la Ruta Nacional 174, en el kilómetro 17,2, departamento de Victoria, Entre Ríos. Por motivos que continúan bajo investigación, en el accidente participaron dos camiones con acoplados (vehículo 1 y 3), tres automóviles particulares (vehículo 2, 5 y 7) y dos camiones con semirremolques (Vehículo 4 y 6). Producto del suceso, el conductor del Vehículo 4 tuvo lesiones y el resto de los conductores y conductoras resultaron sin lesiones.		
Tipo de vía	Ruta		

Condición meteorológica	Niebla y humo		
Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	4 de cargas y 3 particulares		
Resultados	1 lesionado y 6 ilesos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

LA LEONESA			
Informe de referencia	Junta de Seguridad en el Transporte (2023b) 162. IP. Cargas. Colisión múltiple.		
Fecha	27/4/2023	Hora	07:05 h
Lugar	Ruta Nacional 11, entre los km 999 y 1053, La Leonesa, Chaco		
Reseña	<p>En la Ruta Nacional 11, en un contexto de oscuridad y visibilidad reducida por la presencia de neblina y humo sobre la calzada, se desarrollaron varias colisiones. De acuerdo con la información recabada, un suceso ocurrió entre un camión Mercedes Benz Atego (Vehículo 1) y un automóvil particular Chevrolet Onix (Vehículo 2) a la altura del kilómetro 999 cuando dichos rodados transitaban con dirección hacia la ciudad de Margarita Belén. Otra colisión sucedió a la altura del kilómetro 1052 en la que estuvieron involucrados otro camión Mercedes Benz Atego (Vehículo 3) y un camión Ford Cargo (Vehículo 4) que previamente marchaban con dirección hacia la ciudad de General Vedia. El impacto entre estos vehículos generó la obstaculización para el avance sobre la ruta, razón por la cual se produjo una fila de unidades detenidas sobre la calzada en ambos sentidos. El tercer accidente involucró a dos camiones de origen paraguayo: Scania R124 (Vehículo 5) y Scania 420 (Vehículo 6); a los siguientes rodados particulares: Renault Sandero (Vehículo 7), Chevrolet Classic (Vehículo 8), Toyota Etios (Vehículo 9) y Renault Clio (Vehículo 10); y a un camión Ford Cargo (Vehículo 11). Esto sucedió a la altura del kilómetro 1053, donde la acumulación de unidades accidentadas sobre la ruta provocó detención vehicular extendida en ambos sentidos. Finalmente, metros más atrás se desarrolló un atropello en las que fueron participantes una motocicleta Honda (Vehículo 12) y un individuo que se encontraba parado sobre la calzada. En los sucesos señalados, no hubo personas fallecidas ni lesionadas de consideración.</p>		
Tipo de vía	Ruta		
Condición meteorológica	Niebla y humo		

Tipo de accidente	Colisión múltiple		
Vehículos involucrados	6 de cargas y 6 particulares	1 peatón	
Resultados	13 ilesos		
Señalización con niebla	No	Iluminación artificial	No

A continuación, se muestra un mapa ilustrativo, elaborado a partir de la geolocalización de los accidentes.

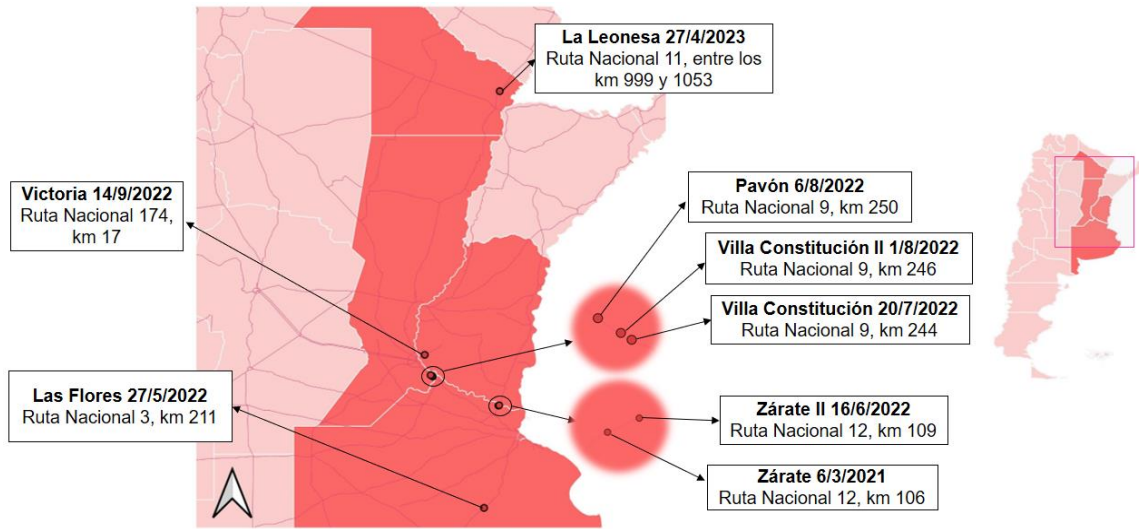


Figura 9. Mapa ilustrativo de las localizaciones de los accidentes. Fuente: elaboración propia

En los informes, respecto a la visibilidad reducida, solo se indica la presencia de niebla y humo, y no otras características del entorno relacionadas con esta condición (como distancia de visibilidad al momento del accidente, datos sobre el viento).

Por otra parte, de la lectura de las secuencias fácticas surgieron los siguientes puntos:

- **Zárate**
 - Múltiples colisiones por alcance
- **Zárate II**
 - Múltiples colisiones por alcance
 - Dos colisiones múltiples
- **Villa Constitución**

- Tres colisiones: dos múltiples, una por alcance. La primera de ellas involucró 3 vehículos, dos de ellos colisionaron por alcance y del vehículo restante solo se supo que volcó. La segunda fue por alcance entre 2 vehículos. La última fue una colisión múltiple por alcance y rozamientos negativos.
- **Las Flores**
 - Hubo una desviación de carril por parte del primer vehículo interviniente y a partir de allí sucedieron los impactos.
- **Villa Constitución II**
 - Este informe no cuenta con secuencia fáctica
- **Pavón**
 - Colisión por alcance
- **Victoria**
 - Colisión múltiple: 3 vehículos tenían el mismo sentido de circulación previo al accidente. 4 circulaban en sentido contrario.
- **La Leonesa**
 - Múltiples colisiones por alcance y un atropello

Actores involucrados

Cada actor dentro del sistema de transporte desempeña un papel que puede contribuir tanto a la seguridad como a la vulnerabilidad de este. Para generar aportes que mejoren la Seguridad Vial es necesario identificar estos actores para así poder elaborar estrategias eficaces para la prevención de accidentes y la mejora continua del sistema. A continuación, se detallan los diferentes actores que surgen del análisis de los casos.

Administradores de la vía

De la administración de las vías depende el estado y mantenimiento de la infraestructura vial. Las condiciones en la que se encuentra y sus características pueden influir en la ocurrencia de un accidente. A partir de la lectura de los informes se señalan:

- **Corredores Viales SA:** es una sociedad anónima que cuenta con 10 corredores a lo largo del país (Villa Constitución, Las Flores, Villa Constitución II y Pavón).

- **Caminos del Río Uruguay:** la empresa cuenta con dos corredores a lo largo del país (Victoria).
- **Vialidad Nacional:** organismo que actualmente funciona dentro de la Secretaría de Transporte, bajo el Ministerio de Economía (Zárate, Zárate II, La Leonesa).

Empresas

Es importante en la investigación sistémica conocer el funcionamiento interno de las empresas para poder profundizar en la gestión, las políticas internas y las operaciones. A partir de esto se pueden obtener detalles relevantes relacionados con, por ejemplo, las condiciones laborales, la gestión de la fatiga, el mantenimiento de la flota de vehículos, la cultura de seguridad operacional, el control interno, el cumplimiento normativo.

De los datos presentes en los informes analizados surgen 32 empresas:

- **Zárate:** no se detalla información sobre empresas transportistas
- **Zárate II:** dos empresas de transporte de cargas y tres de transporte de pasajeros
- **Villa Constitución:** diez empresas de transporte de cargas y una de pasajeros. En este suceso se vieron involucrados dos vehículos pertenecientes a la misma empresa.
- **Las Flores:** cuatro empresas de transporte de cargas
- **Villa Constitución II:** seis empresas de transporte de cargas. Una de ellas también se vio involucrada en el accidente Villa Constitución
- **Pavón:** dos empresas de transporte de cargas.
- **Victoria:** cuatro empresas de transporte de cargas
- **La Leonesa:** cuatro empresas de transporte de cargas

Fuerzas de seguridad

Las fuerzas de seguridad tienen intervención en diferentes áreas como la prevención de delitos, la gestión de emergencias y la prevención de accidentes. Gendarmería Nacional tiene presencia en rutas nacionales. En dos de los casos analizados (Zárate II y Villa Constitución II) se vieron involucrados vehículos oficiales pertenecientes a esta fuerza.

Personas usuarias de la vía

Las decisiones, conductas y circunstancias individuales intervienen en los factores que participan en un accidente. El análisis sistémico debe considerar tanto las acciones individuales como el contexto en el que estas ocurren. En los casos estudiados se vieron involucrados:

- **Conductores profesionales:** la formación y experiencia suelen ser mayores que la de conductores particulares. Están expuestos a riesgos específicos como la fatiga, la presión por cumplir horarios y las condiciones laborales. La capacitación constante, brindada tanto por parte de las empresas como por el Estado al momento de obtener la licencia profesional, y el cumplimiento de las normativas de descanso y conducción segura son esenciales para mitigar los riesgos asociados a su actividad.

Solo en algunos de los informes se pudieron obtener datos respecto a los conductores profesionales con licencia interjurisdiccional de transporte que se vieron involucrados: Zárate, 2; Zárate II,4; Villa Constitución, 11; Las Flores, 3; Pavón, 1; Victoria, 3 y La Leonesa, 4.

- **Conductores particulares:** a diferencia de los conductores profesionales, no siempre reciben capacitaciones regulares. La experiencia para enfrentar situaciones de conducción complejas puede variar. En cuatro de los ocho accidentes intervinieron conductores particulares: Zárate,5; Zárate II, 3; Victoria, 3 y La Leonesa, 6.
- **Peatón:** la conducta puede variar según la experiencia, la prudencia y la infraestructura vial disponible. Solo en uno de los accidentes intervino un peatón (La Leonesa).

Ver *Tabla resumen* en el Anexo.

Factores desencadenantes

Como se dijo en el marco teórico, los factores desencadenantes se encuentran inmediatos en el tiempo de ocurrencia del accidente y están relacionados con acciones u omisiones del personal de primera línea o fallas mecánicas. A partir de la lectura de los informes se pudieron detectar dos fallas activas.

Variación de las velocidades de circulación y distancias de seguridad

Como se mencionó anteriormente, la visibilidad reducida influye en la conducción ya que afecta la percepción del entorno y las características de, por ejemplo, la calzada en presencia de neblina. De la teoría también surge que la combinación de niebla y humo es más peligrosa, ya que puede producir una visibilidad nula (Dirección General de Tráfico, 2020).

La visibilidad reducida aumenta el riesgo de colisión ya que la elección de la velocidad de circulación varía según cada persona, según sus características personales y su experiencia en la conducción (cfr. Junta de Seguridad en Transporte, 2024). Además, provoca la disminución de la distancia a la que los objetos pueden ser percibidos: cuanto menor es la distancia, mayor es el peligro.

Este factor se identificó en los sucesos de Zárate, Zárate II, Villa Constitución, Villa Constitución II, Pavón, Victoria y La Leonesa.

Desvío hacia el carril contrario

En el accidente de Las Flores, se produjo la desviación del primer vehículo hacia el carril contrario lo que desencadenó las diferentes colisiones. En este caso no se pudo determinar si esto se produjo por una falla mecánica del vehículo, por cuestiones de salud del conductor o por la intervención de un tercer vehículo.

Ver *Tabla resumen* en el Anexo.

Condiciones latentes

Las condiciones latentes se encuentran en el sistema, pero por sí solas no son capaces de producir un accidente. Se relacionan con decisiones y procesos y ponen en manifiesto las debilidades del sistema. Del estudio de casos surgen las condiciones latentes que se describen a continuación.

Señalización

La relevancia de la señalización tanto horizontal como vertical radica en que proporciona de forma visual la información necesaria para que los conductores puedan transitar de manera segura. En el caso de la señalización horizontal, “si es buena y se instala de manera adecuada, es efectiva y tiene beneficios en la seguridad” (Junta de Seguridad en el Transporte, 2024, pág 51).

De los accidentes analizados, en solo uno (Zárate II) había presencia de señalización horizontal para niebla. Si bien la ausencia de señalamiento no es un único factor que contribuye a la ocurrencia de un accidente, guía a quien conduce respecto a la visibilidad y la velocidad segura.

Iluminación

La iluminación mejora la percepción del entorno y facilita la identificación de señales, obstáculos y otros vehículos. Según Fesvial y Lumileds (2023) en autopistas y autovías los accidentes por iluminación deficiente con meteorología adversa (lluvia fuerte, granizo, nevada, niebla ligera o intensa) tienen mayor incidencia, que puede ser debido a una falsa percepción de seguridad. La instalación y mantenimiento de los sistemas de iluminación permiten que los conductores ajusten su velocidad y mantengan una distancia segura. En ninguno de los casos analizados se contó con iluminación artificial como parte de la infraestructura vial.

Sistema de detección de visibilidad reducida

Según la Junta de Seguridad en el Transporte (2024) nuestro país cuenta con pocas rutas preparadas con un sistema integrado para la gestión de la visibilidad reducida implementado por su propio administrador. En el Camino del Buen Ayre (AMBA) se instalaron estaciones meteorológicas y sensores de visibilidad conectados a una central que emiten alertas según el nivel de visibilidad. Además, cuentan con cámaras. Estos sistemas permiten poder tomar decisiones precisas y en tiempo real, a partir de las mediciones obtenidas.

Tres de los casos de estudio ocurrieron en un mismo tramo vial, con pocos kilómetros de distancia (Villa Constitución, Villa Constitución II y Pavón). Allí este sistema de detección no está instalado y permitiría obtener información en tiempo real para tomar medidas de seguridad por parte de los administradores de la vía. De los demás casos no se cuenta con datos respecto a este punto.

Planificación de los viajes de las personas usuarias

En el informe de Zárate, se hace mención a este punto dentro de las observaciones de interés. Es importante indicar que la planificación de los viajes permite anticiparse y tomar medidas preventivas. Tanto la niebla como el humo pueden reducir drásticamente la visibilidad, lo que aumenta el riesgo de

accidentes. Es esencial que las empresas y los usuarios identifiquen las rutas que suelen verse afectadas por estos fenómenos y planificar trayectos alternativos más seguros, además de modificar el horario del viaje, de ser posible, para evitar los momentos con mayor presencia del fenómeno.

Ver *Tabla resumen* en el Anexo.

Alternativas de defensas

Como se mencionó en el Marco Teórico, las defensas son mecanismos “que detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas” (Covello et al., 2023, #9). En este apartado, se analizan las tecnologías, los reglamentos y el entrenamiento disponibles y las alternativas que se podrían aplicar.

Tecnologías

1. Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés): la incorporación de cartelería de mensaje variable (dynamic message sign – DMS-) contribuye con la disminución de accidentes a partir de la advertencia de visibilidad reducida a conductores. Los mensajes proveen de información a los conductores respecto a la velocidad de circulación antes que ingresen a la zona de niebla, además que contribuyen con el aumento de la distancia de seguridad (Chen Y. et al., 2021).

El proceso de detección de niebla se efectúa “mediante la instalación de un sensor de visibilidad o una cámara en el arcén de la carretera, y la información sobre la niebla se transmite al centro de gestión, que luego notifica a los conductores mediante una transmisión o una visualización en un cartel” (Chen Y. et al., 2021, pág. 42).

A través del emplazamiento de estaciones meteorológicas y sensores de visibilidad cercanos a la vía, que envíen la información meteorológica y de visibilidad detectada a una central para su procesamiento y emisión de alertas a los usuarios, se incorporarán defensas en el sistema y, como consecuencia, se mejorará la seguridad vial. Pardillo Mayora (s.f.) indicó en su trabajo que los beneficios sociales derivados de la disminución de los accidentes en entornos de meteorología adversa, son superiores que

el costo de instalación de sistemas de información meteorológica y sistemas de advertencia.

Del informe de Villa Constitución surge que pocas vías del país están preparadas para la detección visibilidad reducida, por lo que incluir sistemas ITS, como se dijo, impactará positivamente en la seguridad vial.

Reglamentos

1. La señalización vertical, “debe brindar información clara, precisa e inequívoca” y “debe transmitir al usuario de la vía pública órdenes, advertencias, indicaciones u orientaciones, mediante códigos comunes en todo el país y de modo coherente con los utilizados en la región” (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, pág. 5). El objetivo del MSV (Dirección Nacional de Vialidad, 2027) es brindar uniformidad al sistema de señalamiento de la red vial nacional. La finalidad de la señalización es proporcionar información esencial y adecuada, y, por medio de la estandarización, se obtiene un “sistema de señalamiento claro, simple, uniforme y fácilmente entendible por todos los usuarios” (pág. 5).

Como se dijo en el Marco Teórico, si bien el MSH (Dirección Nacional Vialidad, 2012) indica las marcas que deben utilizarse para neblina densa o espesa, no se normaliza en el MSV (Dirección Nacional de Vialidad, 2017) la cartelería que debe acompañarla y podría establecerse, para unificar criterios y mejorar la información brindada a las personas usuarias.

Como se mencionó, el señalamiento guía a quien conduce respecto a la visibilidad y la velocidad segura. De los accidentes analizados, en Zárate II, había presencia de señalización horizontal para niebla. Zárate II ocurrió a unos 3 km de distancia.

2. Protocolos de actuación: a partir de la recolección de datos de accidentes en contextos de niebla y humo se pueden realizar estadísticas y fomentar estudios que sirvan como base para seguimiento de la problemática y prevención. Con estos datos, la coordinación de los actores intervinientes y el relevamiento de la capacidad operativa se pueden elaborar protocolos de actuación para contextos con visibilidad reducida y atención a la

emergencia. De la información del informe de Villa Constitución, surge que “al momento del accidente, no se contaba con un protocolo de intervención que delimite en forma precisa roles y procedimientos” (Junta de Seguridad en el Transporte, 2024, pág. 54). Por la ubicación, esto también aplica a Villa Constitución II y Pavón.

Entrenamiento

1. Capacitación en conducción segura: la formación adecuada mejora las habilidades en situaciones adversas y contribuye a la adopción de hábitos seguros. Dentro de la capacitación se deben reforzar las técnicas de conducción segura, como reducir la velocidad, mantener una mayor distancia de seguridad, evitar frenadas bruscas, evitar sobrepasos, usar las luces antiniebla de manera adecuada e interpretar señalización vial para visibilidad reducida. Este entrenamiento, debe ser brindado no solo por los organismos encargados del otorgamiento de licencias de conducir, sino que también debe ser adoptado por las empresas transportistas.

Respecto a este punto, en el informe de Villa Constitución se detalla que “las acciones o maniobras realizadas en contexto de visibilidad reducida no responden a las recomendaciones” y que “resulta relevante identificar la eficacia de los contenidos impartidos en los manuales y en las respectivas capacitaciones periódicas que recibe el personal de conducción” (pág. 57)

2. Planificación de viajes: en este punto, no solo se ven afectados los conductores particulares, quienes deben adquirir conocimientos sobre la importancia de la planificación de los viajes, sino que también las empresas transportistas deben planificar las operaciones de la manera más segura tanto para los conductores propios y la carga transportada, como para el resto de los usuarios de la vía.

El personal encargado de la identificación de zonas críticas debe analizar datos meteorológicos históricos y reportes en tiempo real, para identificar rutas propensas a niebla o humo y planificar alternativas seguras. Esto debe incorporarse en los procedimientos operativos y en la formación de los conductores, incentivándolos a adaptar el itinerario según las

condiciones previstas. Esto es viable dentro de las empresas de transporte de cargas, que pueden modificar sus recorridos. En los informes no se obtuvieron detalles significativos sobre este punto, solo en uno se lo tomó como Observación (Zárate).

3. Protocolos de actuación: capacitación del personal de respuesta, a las fuerzas de seguridad, al personal de salud. Cuanto mayor sea la información disponible y la formación de los actores, mejor será el abordaje y la intervención. En los informes no se brindan detalles sobre este punto.
4. Señalización vial e incorporación ITS: como se mencionó anteriormente, una óptima señalización vial y la incorporación de tecnologías de detección de visibilidad reducida, contribuyen positivamente a la toma de decisiones, mejoran la conducción e impactan efectivamente en la seguridad vial. En este sentido, es importante que los actores encargados de la proyección de obras, concesionarias viales y profesionales, se capaciten en la temática para poder diagramar vías seguras, sumen tecnologías, disminuyan los accidentes y mitiguen sus consecuencias. En los informes no se detalla información sobre este punto.

Discusión

Los resultados obtenidos durante el análisis de los diferentes informes evidencian que algunos hallazgos concuerdan con las conclusiones a las que se arribaron en estudios previos.

Primeramente, surgió que en la mayoría de los accidentes intervinieron más de 3 vehículos (en 7 de 8) y prevaleció la colisión por alcance. Esto es similar a lo planteado por Abdel-Atya et al. (2011) quienes dicen que, en condiciones de visibilidad reducida por niebla y humo, las colisiones involucran mayor cantidad de vehículos y pueden darse impactos frontales o traseros.

Además, en lo que respecta al tipo de vía, según el estudio del Observatorio Vial Latinoamericano (2016), los accidentes con visibilidad reducida se produjeron en su mayoría en vías de alta velocidad y señala como lugar recurrente la Autopista Rosario-Buenos Aires (Ruta Nacional 9). Los datos de la JST, arrojaron que 3 de los 8 sucesos ocurrieron en esta misma autopista, 3 en ruta y 2 en autovía. Esto se condice con lo indicado por este Observatorio: mayor prevalencia de accidentes en vías de alta velocidad.

Por otro lado, Pardillo Mayora (s.f.) concluyó que, en contextos de meteorología adversa, “en España dos tercios de los accidentes con víctimas y más del 70% de las víctimas mortales en accidentes en condiciones adversas son atribuidos en los informes de accidentes a velocidades inadecuadas o a distracciones de los conductores”. La elección de velocidades inadecuadas está relacionada con el factor desencadenante *variación de las velocidades de circulación y distancias de seguridad*, presente en 7 de los 8 accidentes analizados.

Asimismo, de los antecedentes (Pardillo Mayora, s.f. y Observatorio Vial Latinoamericano, 2016) surgió que se pueden adoptar medidas tecnológicas que anticipen la reducción de visibilidad y alerten a los usuarios. Así como también que la incorporación de dispositivos ayuda a la prevención de accidentes en contextos de visibilidad reducida. Como se mencionó en el Marco Metodológico, en 3 de los casos de estudio (Villa Constitución, Villa Constitución II y Pavón), que ocurrieron en un mismo tramo vial con pocos kilómetros de distancia, no se

dispone de un sistema de detección en tiempo real de visibilidad reducida. Para los otros casos, no se contó con información sobre este tema.

Otro punto de interés, Das et al. (2018) dicen que es frecuente que las condiciones de visibilidad presentes en un accidente no se registren con detalle. Para un informe más completo, la JST podría incorporar la distancia de visibilidad y cuestiones relacionadas con el viento, como la dirección y velocidad, que había al momento del accidente, ya que solo se indica presencia de niebla y humo.

Finalmente, Abdel-Atya et al. (2011), Observatorio Vial Latinoamericano (2016) y Khodadadi-Hassankiadeh et al. (2020) indican que, bajo condiciones de visibilidad reducida, la tasa de mortalidad y lesiones más graves, son superiores. Los informes automotores de la JST no clasifican la gravedad de las lesiones, en ellos solo se distingue entre ilesos, lesionados y fallecidos. En ellos se encontró: Zárate sin datos; Zárate II 7 ilesos y 92 sin datos; Villa Constitución 2 fallecidos, 3 lesionados y 3 ilesos; Las Flores 1 fallecido, 2 lesionados y 3 ilesos; Villa Constitución II 1 lesionado y sin datos de ilesos; Pavón 1 lesionado y 1 ileso; Victoria 1 lesionado y 6 ilesos y La Leonesa 13 ilesos. Como se observa, las limitaciones están en la disponibilidad de información específica sobre el estado de las personas involucradas, en los casos de Zárate, Zárate II y Villa Constitución II, y la determinación de la cantidad de lesionados graves. En La Leonesa y Victoria, se indica una mayor proporción de personas ilesas.

Conclusión

Ante el interrogante de la presente investigación ¿qué características sistémicas se observan en los accidentes de transporte investigados por la JST en el período 2021-2023, en contexto de visibilidad reducida por niebla y humo?, se pudo establecer que de los 8 casos estudiados, en 1 solo hubo señalización horizontal de niebla y cartelería complementaria; que 7 de los 8 accidentes fueron colisiones múltiples; que en cuanto al tipo particular de colisión entre los vehículos, predominó el alcance y que de las 8 muestras surge que en 1 de las colisiones múltiple tuvo involucrados 4 vehículos, mientras que en las otras 6 fueron más de 7, y en 1 solo accidente intervinieron 2.

Además, a partir de la lectura de los informes, se pudieron identificar como actores involucrados a los administradores de la vía (en total 3), las empresas (en total 32), las fuerzas de seguridad y los usuarios (en total 28 conductores profesionales, 6 particulares y 1 peatón).

Por otro lado, se establecieron dos factores desencadenantes: la “variación de las velocidades de circulación y distancias de seguridad”, presente en 7 de los 8 casos estudiados, y el “desvío hacia el carril contrario”. Como condiciones latentes se determinaron la señalización, la iluminación, la planificación de los viajes y los sistemas de detección de visibilidad reducida. La presencia o no de estos dispositivos es un dato de interés que se podría relevar en sucesos que ocurran en estos contextos.

Finalmente, se plantearon alternativas de defensas. Las posibles defensas solo se desarrollaron en 1 de los 8 informes, por lo que se realizó la propuesta a partir de la lectura de bibliografía y lo reflejado en las investigaciones. Las defensas se clasificaron como TRE: tecnologías, reglamentos y entrenamiento. En tecnologías se describió la importancia de incorporar ITS para disminución de accidentes a partir de la advertencia de visibilidad reducida a conductores. En reglamentos, se desarrolló la necesidad de la normalización de señalización vertical para niebla dentro del Manual de Señalización Vertical y la incorporación de Protocolos de actuación eficientes e integradores. En entrenamiento, la

capacitación en temas relacionados con la conducción segura, la planificación de los viajes, los protocolos de actuación y señalización vial e ITS.

Para la discusión de resultados se encontró como limitación, la disponibilidad de información específica sobre el estado de las personas involucradas, datos que, a los fines científicos, sumaría gran valor a la observación de variables. Además, la JST podría incorporar en sus informes la distancia de visibilidad y cuestiones relacionadas con el viento, como la dirección y velocidad, que había al momento del accidente.

Como se mencionó en el Marco metodológico, si bien los 8 casos analizados no representan todos los accidentes ocurridos en el país con presencia de niebla o humo, es un modelo que sirve de base para futuras investigaciones, para profundizar con otras fuentes de datos.

Bibliografía

- Abdel-Atya, M., Ekram, A., Huang, H., & Choi, K. (2011). A study on crashes related to visibility obstruction due to fog and smoke. *Accident Analysis and Prevention*, 43(5), 1730-1737.
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2009). *Manual del conductor para el curso de Seguridad Vial*.
- Chen, Y., Ding, Y., Li, H., Li, X., & Zhao, X. (2021). Evaluation of fog warning system on driving under heavy fog condition based on driving simulator. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles*, 41-51.
- Covello, A. (2022). Modelo de investigación sistémica: cuatro claves fundamentales para un cambio de paradigma. *Revista Seguridad Operacional*, 44-53.
- Das, S., Brimley, B. K., Lindheimer, T. E., & Zupancich, M. (2018). Association of reduced visibility with crash outcomes. *IATSS Research*, 42 (3), 143-151.
- Dirección de Investigación Accidentalógica (Dirección Nacional de Observatorio Vial). (2022a). *Dossier n°8. La velocidad como factor de riesgo de la seguridad vial*.
- Dirección Nacional Accidentalógica y Dirección de Estudios en Seguridad de Infraestructura Vial y del Automotor (Dirección Nacional de Observatorio Vial). (2022b). *Dossier n° 9. Infraestructura vial: factor de riesgo en la Seguridad Vial*.
- Dirección Nacional de Observatorio Vial. (2021). *Glosario de términos y definiciones relativas a la Seguridad Vial*.
- Dirección General de Tráfico. (2020). *Manual II. Cuestiones de seguridad vial de la circulación*. España.
- Dirección Nacional de Vialidad. (2012). *Manual de Señalamiento Horizontal*. Buenos Aires.
- Dirección Nacional de Vialidad. (2017). *Manual de Señalamiento Vertical*. Buenos Aires.

- Fesvial y Lumileds. (2023). *Efectos de la iluminación deficiente en la siniestralidad vial. Informe Técnico: IN001/2023.*
- Guzmán, C. A. (2008). *Manual de Criminalística*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.
- Irureta, V. A. (2017). *Accidentología Vial Científica*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Cathedra Jurídica.
- Junta de Seguridad en el Transporte (2023a). *Manual de Criterios Generales y Productos de Investigación. 2da versión.*
- Khodadadi-Hassankiadeh, N., Homaie Rad, E., Shafei Kouhestani, H., Kouchakinejad-Eramsadati, L., & Salmalian, Z. (2020). *The Pattern of Road Accidents in Fog and the Related Factors in North of Iran in 2014-2018*. Journal of Transportation Research, (Article in press).
- Observatorio Vial Latinoamericano. (2016). *Investigación sobre niebla y humo*. Buenos Aires.
- Pardillo Mayora, J. (s.f.). *Potencial de reducción de la accidentalidad de los sistemas avanzados de advertencia de peligro por condiciones meteorológicas adversas*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Reason, J. (2010). *La gestión de los grandes riesgos. (Traducido por Iranzo Amatriain, J.M.)*. Madrid: Modus Laborandi.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio*. Madrid: Morata.
- Vasilachis de Gialdino, I., Ameigeiras, A., Chernobilsky, L., Giménez Béliveau, V., Mallimaci, F., Mendizábal, N., . . . Soneira, A. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A.

Informes de la JST

- Junta de Seguridad en el Transporte (2021). 16. RN N° 12 km 106, Zárate, Buenos Aires. Disponible en: <https://jst.gob.ar/files/informes/AU/2021/030621-21205745/IP-21205745-21.pdf>

Junta de Seguridad en el Transporte (2022a). 32. INT. Cargas, colisión múltiple, Villa Constitución, Santa Fe

Junta de Seguridad en el Transporte (2022b). 106. Pasajeros y cargas, colisión múltiple, Zárate, Buenos Aires. Disponible en: <https://jst.gob.ar/files/informes/AU/2022/061622-62680386/IP-62680386-22.pdf>

Junta de Seguridad en el Transporte (2022c). 114. IP. Cargas, colisión múltiple, Las Flores, Buenos Aires.

Junta de Seguridad en el Transporte (2022d). 116. IP. Cargas, colisión por alcance, Pavón, Santa Fe. Disponible en: <https://jst.gob.ar/files/informes/AU/2022/080622-81956745/IP-81956745-22.pdf>

Junta de Seguridad en el Transporte (2022e). 124. IP. Cargas, colisión múltiple, Victoria II, Entre Ríos. Disponible en: <https://jst.gob.ar/files/informes/AU/2022/091422-97761199/IP-97761199-22.pdf>

Junta de Seguridad en el Transporte (2023b). 162. IP. Cargas. Colisión múltiple. La Leonesa. Chaco. Disponible en: <https://jst.gob.ar/files/informes/AU/2023/042723-48915583/IP-48915583-23.pdf>

Junta de Seguridad en el Transporte (2024). 112. ISO. Pasajeros y cargas. Colisión múltiple. Villa Constitución. Santa Fe. Disponible en GDE: RESOL-2024-90-APN-JST#MEC

Normativa

Decreto Reglamentario 32 del 2018 del Ministerio de Transporte. Fecha de publicación 11/01/2018.

Ley 24.449 de 1994. Ley de Tránsito. Promulgada Parcialmente el 6 de febrero de 1995. Boletín Oficial 10/02/1995.

Ley 27.514 de 2019. Declaración de interés público de la seguridad en el transporte. Creación de la Junta de Seguridad en el Transporte. 21 de agosto de 2019. Boletín Oficial N° 34.184.

Sitios Web

Agencia Nacional de Seguridad Vial (1 de junio de 2017). *¿Qué precauciones tengo que tomar para conducir con niebla?* Obtenido de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/que-precauciones-tengo-que-tomar-para-conducir-con-niebla>

Arriols E. (7 de junio de 2024). *Cuáles son los fenómenos meteorológicos más comunes.* Obtenido de Ecología Verde: https://www.ecologiaverde.com/cuales-son-los-fenomenos-meteorologicos-mas-comunes-1145.html#anchor_0

Caminos del Río Uruguay. Información disponible en <https://www.crusa.com.ar/>

Corredores Viales S.A. Información disponible en: <https://corredoresvialessa.com.ar/es/>

Fundación MAPFRE (s.f.a). *Cómo Conducir con Niebla.* Obtenido de Instituto de Seguridad Vial: <https://www.mapfre.com.ar/seguros-autos/articulos/conducir-niebla/>

Fundación MAPFRE (s.f.b). *Definición Seguridad Vial.* Obtenido de Seguridad Vial en la empresa: <https://www.seguridadvialenlaempresa.com/blog/definicion-seguridad-vial/>

Fundación MAPFRE (17 de octubre de 2022). *Tiempo de reacción de un conductor ¿De qué depende?* Obtenido de Motor Blogs MAPFRE: <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-conduccion/de-que-depende-tiempo-reaccion-conductor/>

Fundación MAPFRE (13 de abril de 2023). *Qué es la distancia de frenado.* Obtenido de Motor Blogs MAPFRE: <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-conduccion/que-es-distancia-frenado/>

León F.M. (29 de marzo de 2013). *Meteorología (VII): la visibilidad y los factores meteorológicos que influyen en ella.* Obtenido de Meteored tiempo.com: <https://www.tiempo.com/ram/1041/meteorologa-viila-visibilidad-y-los-factores-meteorologicos-que-influyen-en-ella/>

Marsden E. (1 de julio de 2017, última revisión 5 de febrero de 2022). Heinrich's domino model of accident causation. Obtenido de Risk Engineering: <https://risk-engineering.org/concept/Heinrich-dominos>

Organización Panamericana de la Salud (s.f.). *Seguridad Vial*. Obtenido de: <https://www.paho.org/es/temas/seguridad-vial>

Servicio Meteorológico Nacional (6 de diciembre de 2018). *Los fenómenos meteorológicos y la aviación*. Obtenido de: <https://www.smn.gov.ar/noticias/los-fen%C3%B3menos-meteorol%C3%B3gicos-y-la-aviaci%C3%B3n>

Otras fuentes de consulta

Chiavetta, A. (julio de 2022). *Introducción a la información del Servicio Meteorológico Nacional*. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Seminario virtual. Inédito

Chiavetta, A. (junio de 2023). *Introducción a la información del Servicio Meteorológico Nacional para los modos Ferroviario y Automotor*. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Seminario virtual. Inédito

Covello, A., Novidelsky I.N., Von Lucken M. (mayo de 2023). *Curso intensivo modelo sistémico para la investigación de accidentes*. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte. Curso modalidad mixta. Inédito.

Anexo

Tabla resumen

En la siguiente tabla se resumen los actores, factores desencadenantes y condiciones latentes según cada suceso analizado.

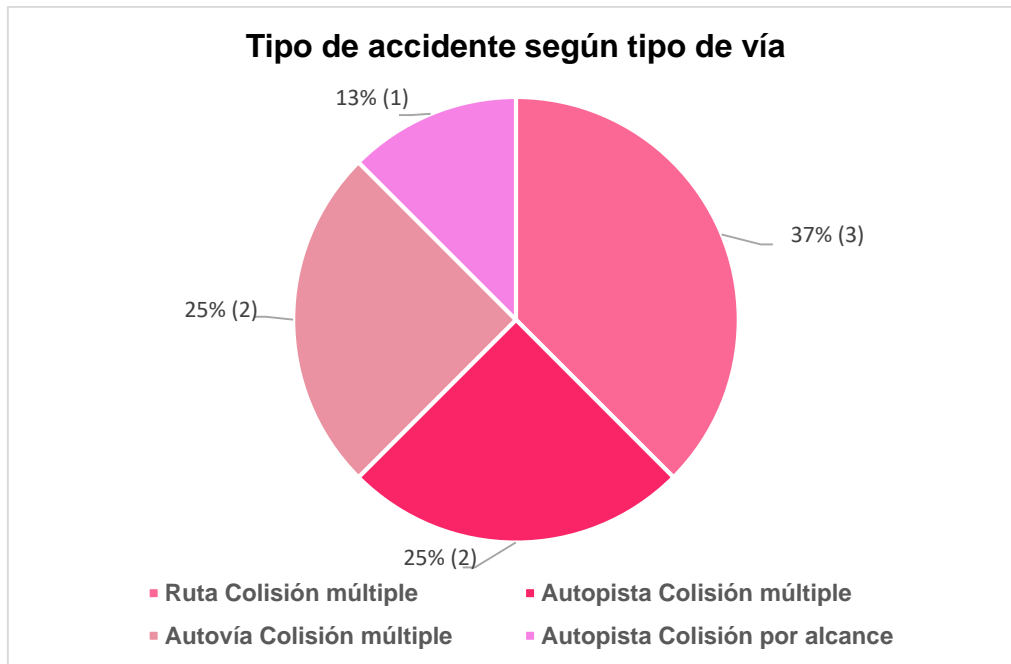
Suceso								
	Zárate	Zárate II	Villa Constitución	Las Flores	Villa Constitución II	Pavón	Victoria	La Leonesa
Actores								
Corredores Viales	-	-	X	X	X	X	-	-
Caminos del Río Uruguay	-	-	-	-	-	-	X	-
Vialidad Nacional	X	X	-	-	-	-	-	X
Empresas	S/I	X	X	X	X	X	X	X
Fuerzas de Seguridad	-	X	-	-	X	-	-	-
Conductores profesionales	X	X	X	X	S/I	X	X	X
Conductores particulares	X	X	-	-	-	-	X	X
Peatón	-	-	-	-	-	-	-	X
Factor desencadenante								
Variación de las velocidades de circulación y distancias de seguridad	X	X	X	-	X	X	X	X
Desvío hacia el carril contrario	-	-	-	X	-	-	-	-
Condiciones latentes								
Señalización	X	-	X	X	X	X	X	X
Iluminación	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de detección de visibilidad reducida	S/I	S/I	X	S/I	X	X	S/I	S/I
Planificación de los viajes de las personas usuarias	X	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Referencias	X: Aplica		-:No aplica		S/I: Sin Información			

Fuente: elaboración propia

Gráficas representativas

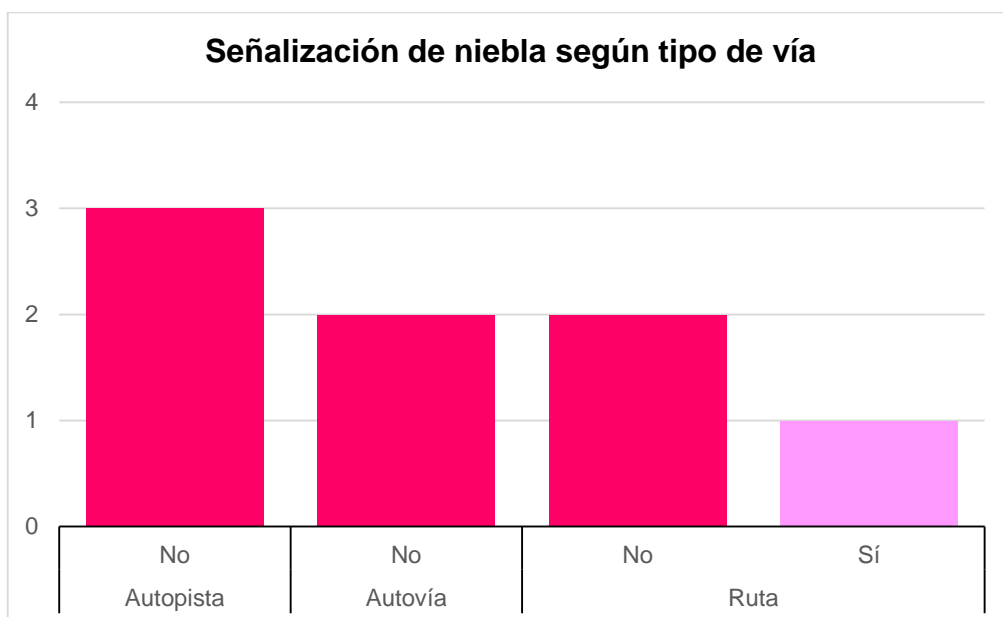
En las siguientes gráficas se representan algunos de los resultados obtenidos a partir de la información obtenida de los informes analizados.

1- Se visualizan los porcentajes de los tipos de accidentes (colisiones múltiples – colisión por alcance) agrupado según el tipo de vía (ruta-autopista-autovía)



Fuente: elaboración propia

2- Se observa la presencia o no de señalización para niebla según el tipo de vía (autopista-autovía-ruta)



Fuente: elaboración propia

3- Se visualiza la segregación del total del tipo de vehículo según el tipo de colisión

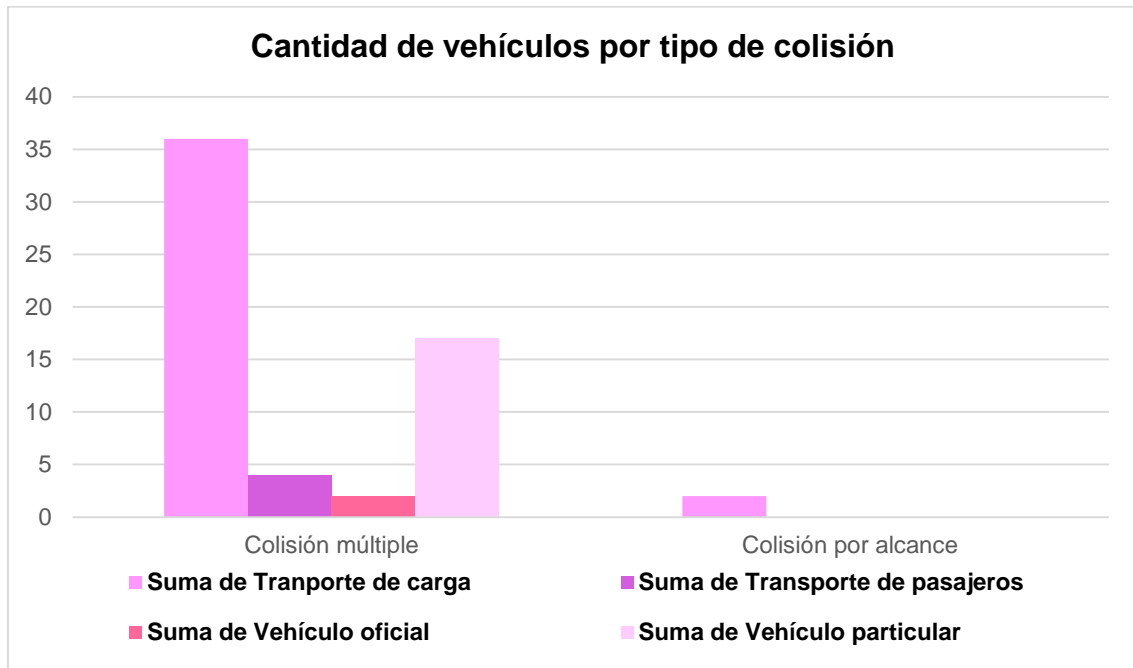
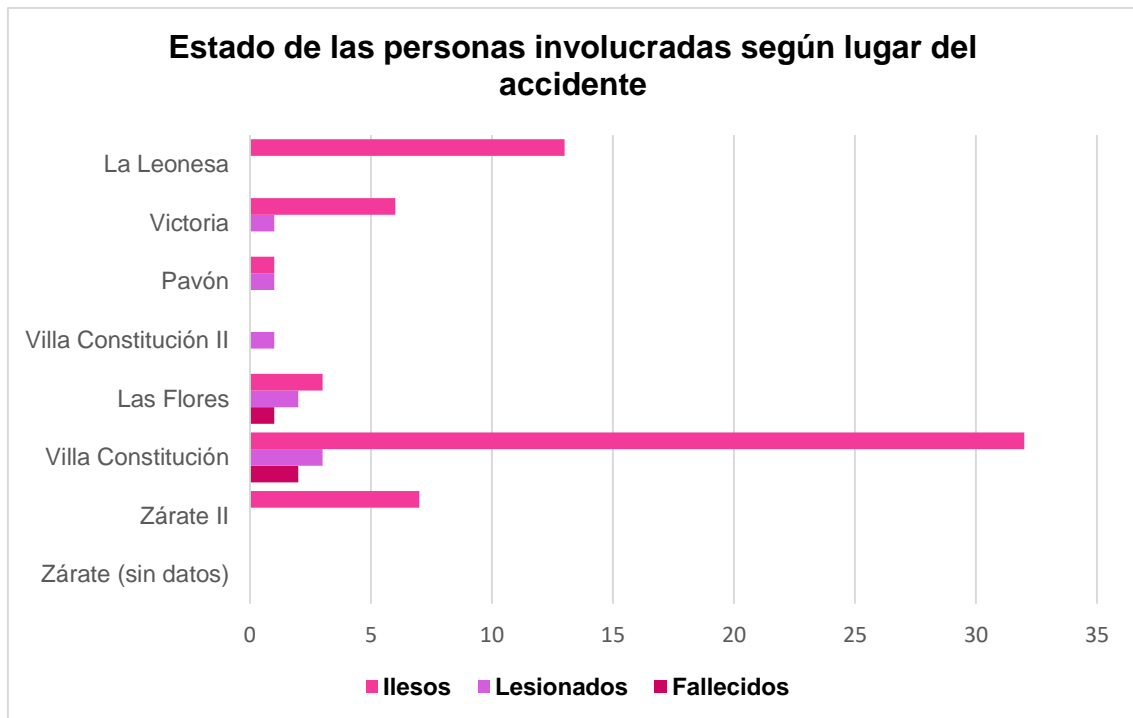


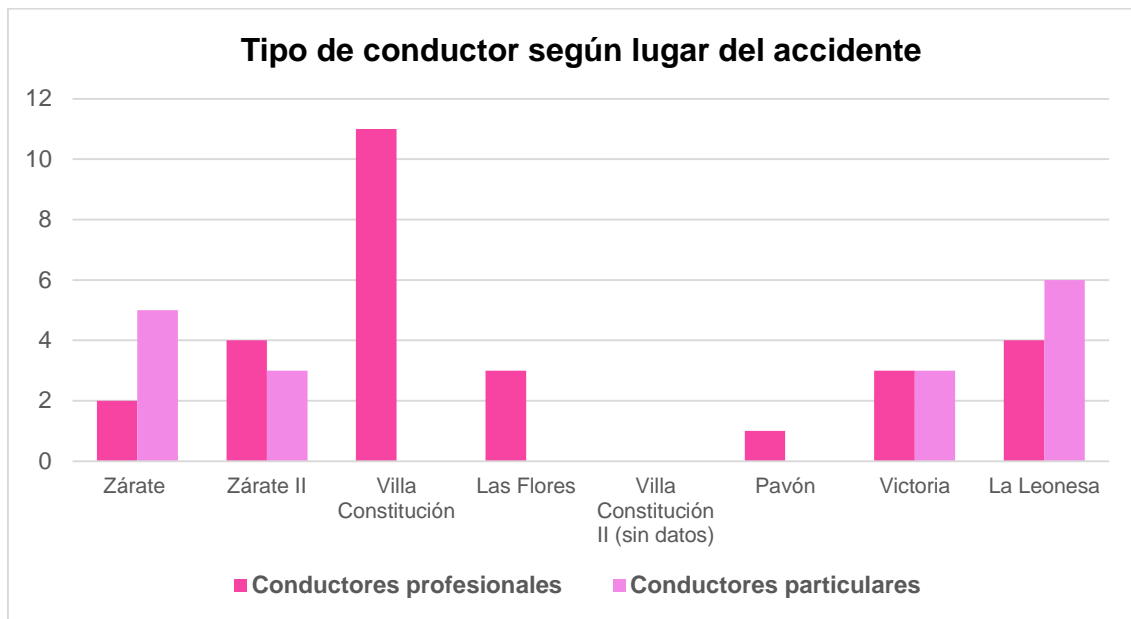
Figura: elaboración propia

4- Se observan la cuantificación del estado (ilesos-lesionados-fallecidos) de las personas involucradas según el lugar del accidente.



Fuente: elaboración propia

5- Se visualiza la segregación del tipo de conductor involucrado (profesional-particular) según el lugar del accidente.



Fuente: elaboración propia