



ESTUDIO PARA PREDECIR LA FATIGA EN CONDUCTORES DEL SERVICIO PÚBLICO FEDERAL

Mario Humberto Páez Lugarel
Emilio Abarca Pérez
Nadia Gómez González
Alberto Mendoza Díaz

**Publicación Técnica No. 548
Sanfandila, Qro., 2019**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Estudio para predecir la fatiga en conductores del
Servicio Público Federal**

Publicación Técnica No. 548
Sanfandila, Qro, 2019

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte, por el Ing. Mario Humberto Páez Lugarel, el M. en I. Emilio Abarca Pérez, la M. en I. Nadia Gómez González y el Dr. Alberto Mendoza Díaz.

Esta investigación forma parte del proyecto de tesis titulado “Modelo de regresión logística para predicción de somnolencia, diseñado para conductores del autotransporte federal” que presenta el Ingeniero Mario Humberto Páez Lugarel para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con especialidad en Vías Terrestres y Movilidad por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

Se agradece la colaboración de la M. en I. Wendy Alejandra Casanova Zavala y a los investigadores de la Clínica de Trastornos del Sueño de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Contenido

Índice de figuras	v
Sinopsis	vii
Abstract	ix
Resumen ejecutivo	xi
Introducción	1
1 Estado del arte de las encuestas para determinar trastornos del sueño en conductores	7
1.1 Descripción	7
1.2 Maneras de diagnosticar y/o detectar somnolencia	8
1.2.1 Cuestionario STOP-BANG y apnea obstructiva del sueño (AOS)	9
1.2.2 Cuestionario Epworth	10
1.2.3 Cuestionario de Matutinidad y Vespertinidad o “Cronotipo”	11
1.2.4 Cuestionario Escala de somnolencia Karolinska	11
1.2.5 Prueba de vigilancia psicomotora (PVT-B)	12
1.2.6 Estudios y dispositivos de Somnolencia en el transporte	13
1.2.7 Estudios de la fatiga de conductores	14
1.2.8 Tecnologías de prevención y detección de la fatiga en la conducción	15
1.2.9 Estudios sobre somnolencia realizados en México	16
1.2.10 Relación horas de conducción y desarrollo de fatiga	17
1.2.11 Norma Oficial Mexicana NOM-SCT-087-2017	17
2 Diseño de la encuesta.	19
2.1 Pruebas y cuestionarios elegidos	19

2.1.1	Cuestionario STOP-BANG	19
2.1.2	Cuestionario “STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal” 19	
2.1.3	Cuestionario Epworth	23
2.1.4	Cuestionario de “Matutinidad-Vespertinidad”	24
2.1.5	Prueba PVT-B	25
2.1.6	Cuestionario escala de somnolencia “Karolinska”	25
2.2	Tamaño de la muestra	26
2.3	Población	27
3	Aplicación de la encuesta	29
3.1	Población de conductores de automóviles	29
3.2	Población de conductores de transporte de pasajeros	29
3.3	Población de conductores de camiones de carga	30
4	Análisis de los resultados	33
4.1	Cuestionario “STOP-BANG”	33
4.2	Cuestionario “STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal”	35
4.2.1	Conductores del transporte de pasajeros	36
4.2.2	Conductores de camiones de carga	38
4.3	Cuestionario Epworth	41
4.4	Cuestionario de “Matutinidad-Vespertinidad”	43
4.5	Prueba PVT-B	45
4.6	Cuestionario escala de somnolencia “Karolinska”	50
5	Conclusiones y recomendaciones	55
	Bibliografía	61

Índice de figuras

Figura 1.1 Clasificación de las tecnologías relativas a la fatiga del conductor.	16
Figura 2.1 Cuestionario “STOP-BANG”.....	20
Figura 2.2 Cuestionario STOP-Bang modificado para conductores del Servicio Público Federal	21
Figura 2.3 Cuestionario Epworth	23
Figura 2.4 Cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad de Horne y Östberg	24
Figura 2.5 Interfaz de prueba PVT-B “Versión PVT de tres minutos”	25
Figura 2.6 Cuestionario escala de somnolencia Karolinska	26
Figura 4.1 Porcentaje para sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de riesgo de padecer AOS. Resultados cuestionario STOP-BANG	33
Figura 4.2 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por tipo de riesgo de padecer AOS, resultados del cuestionario STOP-BANG	34
Figura 4.3 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de camiones de carga por tipo de riesgo de padecer AOS, resultados del cuestionario STOP-BANG	35
Figura 4.4 Relación entre cantidad de pausas y horas de conducción para los conductores de transporte de pasajeros	36
Figura 4.5 Relación entre horas de descanso y horas de conducción a la semana, para los conductores de transporte de pasajeros.....	37
Figura 4.6 Relación entre las horas de descanso de la noche anterior al viaje y horas de conducción para los conductores de transporte de pasajeros.....	38
Figura 4.7 Relación entre cantidad de pausas y horas de conducción para los conductores de camiones de carga.....	39
Figura 4.8 Relación entre horas de descanso intermedios y horas de conducción para los conductores de camiones de carga	40
Figura 4.9 Relación entre horas de descanso de la noche anterior al viaje y horas de conducción para los conductores de camiones de carga	40
Figura 4.10 Porcentaje para sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de somnolencia. Resultados cuestionario Epworth	41
Figura 4.11 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por tipo de somnolencia, resultados del cuestionario Epworth	42
Figura 4.12 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por tipo de somnolencia, resultados del cuestionario Epworth.....	42
Figura 4.13 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad.....	43
Figura 4.14 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad	44
Figura 4.15 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad.....	45
Figura 4.16 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B.....	46

Figura 4.17 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B	46
Figura 4.18 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B.....	47
Figura 4.19 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de automóviles, resultados de la prueba PVT-B.....	48
Figura 4.20 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros, resultados de la prueba PVT-B.....	49
Figura 4.21 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de camiones de carga, resultados de la prueba PVT-B.....	49
Figura 4.22 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska.....	51
Figura 4.23 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska	51
Figura 4.24 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska	52

Sinopsis

En el presente estudio se diseñó un cuestionario para determinar la probabilidad de padecer trastorno de sueño, mismo que se elaboró en colaboración con los investigadores de la Clínica del Sueño de la UAM; se aplicó a conductores del transporte de carga y de pasajeros y se estimó la probabilidad de que presenten problemas de fatiga, falta de concentración e incremento en los tiempos de reacción como consecuencia de un trastorno de sueño. Con la información obtenida se enriquecen los objetivos establecidos en normas y/o reglamentos en la materia y se promueven acciones con la finalidad de mejorar la operación del transporte, el nivel de seguridad vial y la competitividad, además de aportar al cumplimiento del objetivo 6 del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018: “Desarrollar integralmente y a largo plazo al sector con la creación y adaptación de tecnología y la generación de capacidades nacionales”, alineándose al objetivo 3.5 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible”.

Abstract

In the present study, a questionnaire was designed to determine the probability of suffering from sleep disorder, which was developed in collaboration with the researchers of the Sleep Clinic of the Autonomous Metropolitan University (UAM); it was applied to freight and passenger transport drivers of the Federal Public Service, by means of which it was estimated the probability of presenting problems of fatigue, lack of concentration and increase in reaction times as a consequence of a sleep disorder. With the information obtained, the objectives established in rules and / or regulations on the matter are enriched and actions are promoted with the purpose of improving the operation of transport, the level of road safety and competitiveness in the Road Federal Network, in addition to contributing to the fulfillment of objective 6 of the Communications and Transport Sector Program 2013-2018: "To fully and in the long term develop the sector with the creation and adaptation of technology and the generation of national capacities", which is aligned with objective 3.5 of the National Development Plan 2013-2018: "Making scientific, technological and innovation development pillars for sustainable economic and social progress" by offering guidelines and / or evidence for the measurement of the expected effects in the preparation of public policies, which will make it possible to promote actions of improvement mentioned above. It also contributes by offering indicators that can be used to make international comparisons of competitiveness, globalization, innovation, among others.

Resumen ejecutivo

Esta investigación forma parte del quehacer de la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte. Esto contempla acopio, análisis estadístico de datos y desarrollo de metodologías para generar información en las áreas normativa, factor humano, infraestructura y empresas del transporte. Así mismo, se contribuye a la línea de investigación de sistemas inteligentes para el transporte en la identificación y evaluación de tecnologías que pudiesen mejorar las condiciones operativas del flujo vehicular.

Con la información de encuestas a nivel internacional y con la experiencia de la Clínica de Trastorno del Sueño de la UAM, se elaboró una encuesta para aplicar en México a los conductores del Servicio Público Federal (SPF), cuyo objetivo es determinar la probabilidad de que los conductores del transporte de carga y de pasajeros del SPF presenten problemas de fatiga, falta de concentración e incremento en los tiempos de reacción como consecuencia de un trastorno de sueño. Una vez diseñada la encuesta se aplicó en diferentes sitios, obteniendo información para tres tipos de conductores; en primer lugar, se obtuvieron datos para los conductores de vehículos ligeros particulares de la Ciudad de Querétaro, misma que sirve como control para hacer la comparación de la probabilidad de presentar trastornos del sueño en los conductores profesionales; en segundo lugar, se obtuvieron datos para conductores profesionales del servicio de pasajeros, utilizando como muestra a los conductores de autobuses que llegaron a la Terminal de Autobuses de Querétaro. Finalmente, el tercer grupo corresponde a los conductores profesionales del servicio de carga, para lo cual se llegó a un acuerdo con una empresa de paquetería internacional, dando respuesta a los cuestionarios en una de sus estaciones de control de ruta. Una vez obtenidos los resultados, éstos se analizaron en coordinación con los expertos de la Clínica de Trastornos de Sueño de la UAM, presentándose en este trabajo los principales resultados, así como las conclusiones y recomendaciones finales.

Introducción

De acuerdo con Haraldsson y Akerstedt (2001) la somnolencia en conductores es uno de los mayores factores causantes de percances en carreteras. Es un problema que aqueja no sólo al país y debe tratarse inmediatamente. El uso de una herramienta adecuada para la detección de conductores en estado de somnolencia se traducirá en vidas salvadas y, a su vez, en reducción de daños materiales y pérdidas económicas.

En 1955 entró en vigor el Convenio C067 sobre las horas de trabajo y descanso del transporte por carretera, impulsado por la Organización Internacional del Trabajo. Entre los puntos más destacados del mismo se estipula que cada país determinará las horas que durará la jornada de trabajo, cumpliendo con las restricciones de no exceder las ocho horas de trabajo por día, 48 horas por semana, así como que los conductores deberán disfrutar, durante cada periodo de 24 horas, de un descanso mínimo de 12 horas consecutivas. También se estipula que los periodos de conducción ininterrumpida no podrán ser mayores a cinco horas y durante cada periodo de siete días deben descansar por lo menos 30 horas consecutivas, 22 de las cuales, por lo menos, estarán comprendidas en un mismo día (OIT, 1939).

El transporte de carga y pasajeros posee características diferentes, este sector de la población de conductores se encuentra desprotegido en el ámbito laboral y es aún más vulnerable a la condición de fatiga o somnolencia. Un punto importante a destacar acerca de este tipo de vehículos es que, debido a sus dimensiones y a la carga con la que transitan, se torna aún más peligroso que sus conductores desarrollen fatiga o somnolencia. Es por ello que es de suma importancia desarrollar modelos de predicción propios de las condiciones de México y que, además, puedan centrarse en este sector de la población de conductores. Para atender adecuadamente las necesidades que este sector demanda en términos de detección de somnolencia, la elección del enfoque y metodologías adecuadas es primordial.

Somnolencia

De acuerdo con Hirshkowitz *et al.* (2014) el estado consiente varia a lo largo de la continuidad sueño-vigilia. Aunque el proceso neurológico subyacente puede fluctuar continuamente, generalmente se considera el desvelo y sueño como estados discretamente diferentes, con conocimiento o conciencia asociada con el primero e inconciencia con el segundo. La velocidad y duración de la transición entre desvelo y sueño puede diferir. Sin embargo, cuando hay intentos individuales de caer dormido y niveles intermedios de alerta, el término somnolencia puede emplearse. La somnolencia ha sido caracterizada como un estado donde el sujeto está medio o parcialmente dormido o medio o parcialmente despierto, presenta sueño, letargo,

lentitud y falta de atención. Esto puede ser el resultado de permanecer con privación de sueño en sociedades capitalistas intensas donde hay intentos individuales de permanecer despierto por tiempos más largos en la noche, a menudo para incrementar productividad. Hirshkowitz et al. (2014) también comentan que un individuo en esta condición, es decir en un estado parcialmente dormido, puede estar inconsciente de que un micro-sueño ocurre incluso al mismo tiempo en que el individuo falla al responder a estímulos externos. Hablando biológicamente Young (2014) menciona que la somnolencia es promovida por un incremento de adenosina en el cerebro, la glándula pineal secreta melatonina bajo el ritmo circadiano y puede ser facilitada reduciendo la luz o en la oscuridad.

Somnolencia o fatiga en conductores

De acuerdo a Romero et al. (2004) la fatiga o somnolencia al momento de conducir se trata de un fenómeno complejo, que implica disminuciones en los niveles de alerta y conciencia por parte del conductor. Esta situación conlleva a la ocurrencia de accidentes. El cansancio mental, como el cansancio físico, provoca un adormecimiento en el conductor y contribuye en un factor que representa a los accidentes al menos en el 24 % de ellos. Kaur (1999) citado por Romero et al. (2004) establece que la fatiga es producto de causas tales como un excesivo número de horas de servicio, un déficit de horas de sueño, manejo nocturno y tener horarios irregulares de trabajo-descanso. La fatiga es un fenómeno extremadamente complejo de analizar, debido a que son muchos los factores que intervienen. Debido a la importante liga detectada entre la accidentalidad y la fatiga del conductor, surgieron una gran cantidad de estudios con la perspectiva de reducir la enorme pérdida de recursos económicos y humanos ocasionados por los accidentes, lo anterior de acuerdo con Veeraraghavan (2001). Taoka (1998) declara que el aspecto más atendido en las investigaciones es la búsqueda de correlaciones entre el desempeño de manejo del conductor y la fatiga, caracterizando distintos niveles de somnolencia, comprendiéndose como estados que eventualmente conducen a la pérdida de conciencia. La detección del nivel de fatiga ha tenido distintos enfoques que combinan las características de conducción del vehículo con aquellos del comportamiento psicofisiológico del conductor.

Estudios

En el mundo se han llevado a cabo estudios de sueño para la población en general, diseñándose diversas escalas para la evaluación del sueño, las cuales consisten en diferentes tipos de cuestionarios que toman en cuenta aspectos variados de las condiciones del sueño. Dichos cuestionarios tienen como objeto evaluar las alteraciones y patologías que se presentan en la población; consisten en diversas preguntas que caracterizan el comportamiento de los encuestados, los cuestionarios pueden llegar a tener más de 150 preguntas o menos de 30.

Para atender la problemática generada por la somnolencia, hay distintos estudios, como el realizado por Solaz et al. (2016) basado en mediciones del ritmo respiratorio, que, aunque es novedoso y práctico, aún está en fase de desarrollo.

Destacan las metodologías basadas en medidas fisiológicas desarrolladas por Borghini et al. (2012) y Silveira et al. (2016), las cuales son significativamente más caras en comparación con las que se basan en mediciones de la métrica ocular, como el estudio de Aidman et al. (2015) y Wang y Xu (2015) y las basadas en medidas de comportamiento del sujeto, como la realizada por Murata et al. (2015).

Algunos otros estudios han demostrado la relación existente de factores diversos, tal como la complejidad de una tarea o la posición del sujeto, con la probabilidad de presentar microsueños o deterioro de la atención, cuestiones que se convierten en un factor de riesgo para la accidentalidad cuando los conductores comienzan a presentar problemas de este tipo.

En un estudio llevado a cabo en Nueva Zelanda (Buckley, 2016) se demostró que al aumentar la complejidad en una tarea se incrementa la probabilidad de presentar periodos de atención, mientras que la reducción en la complejidad de la tarea aumenta la probabilidad de microsueños. Por su parte, un estudio realizado en Estados Unidos (Caldwell, 2003) concluye que, en individuos privados de sueño, el rendimiento psicomotor cognitivo se mantuvo en niveles casi descansados al estar en una posición más vertical (de pie), mientras que el tiempo de reacción y la atención se deterioraban perceptiblemente cuando los sujetos estaban sentados.

Estos estudios pueden relacionarse con las condiciones de los conductores, ya que éstos permanecen sentados durante todo el trayecto y pueden llegar a desempeñar tareas que no requieren altos grados de concentración, especialmente cuando conducen a través de tramos carreteros rectos y monótonos, siendo evidente la mayor probabilidad que tienen de sufrir fatiga, lo que se transforma en un factor de riesgo.

En México algunas instituciones han llevado a cabo estudios de trastorno del sueño y sus efectos sobre las actividades de concentración y desempeño, siendo una de estas instituciones la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) que cuenta con una Clínica de Trastornos del Sueño, cuyo director general participa en el comité de la normativa sobre tiempos de conducción y descanso de los conductores profesionales que operan en el país.

El presente trabajo se llevó a cabo con la colaboración de la UAM en la cual se diseñó un cuestionario que ayuda a determinar la probabilidad de que los conductores del transporte de carga y de pasajeros del Servicio Público Federal (SPF) presenten problemas de fatiga, falta de concentración e incremento en los tiempos de reacción como consecuencia de un trastorno del sueño.

Derivado de lo anterior el proyecto de investigación aporta al cumplimiento del objetivo 6 del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018: “Desarrollar integralmente y a largo plazo al sector con la creación y adaptación de tecnología y la generación de capacidades nacionales”, mismo que se alinean al objetivo 3.5 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social

sostenible” al ofrecer pautas y/o evidencias para la medición de los efectos previstos en la elaboración de las políticas públicas, lo cual permita promover acciones con la finalidad de incrementar el nivel de seguridad vial y competitividad en la Red Carretera Federal. Así mismo, contribuye al ofrecer indicadores que pueden ser empleados para realizar comparaciones internacionales de competitividad, globalización, innovación, entre otros.

El análisis que aborda el presente proyecto forma parte del quehacer de la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte. Esto contempla acopio, análisis estadístico de datos y desarrollo de metodologías para generar información en las áreas de normativa, factor humano, infraestructura y empresas del autotransporte. Así mismo, se contribuye a la línea de investigación de sistemas inteligentes para el transporte en la identificación y evaluación de tecnologías que pudiesen mejorar las condiciones operativas del flujo vehicular.

Como resultado de este trabajo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes contará con una encuesta que estima la probabilidad de que los conductores del transporte de carga y de pasajeros del SPF presenten problemas de fatiga, falta de concentración e incremento en los tiempos de reacción como consecuencia de un trastorno de sueño. Con esta información se enriquecen los objetivos establecidos en normas y/o reglamentos en la materia y promueve acciones con la finalidad de mejorar la operación del transporte, el nivel de seguridad vial y la competitividad en la Red Carretera Federal.

1 Estado del arte de las encuestas para determinar trastornos del sueño en conductores

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica de las diferentes encuestas diseñadas, en el mundo, para determinar trastornos de sueño en público en general, así como la revisión de las encuestas realizadas actualmente a los conductores del SPF para detectar lo que ellos denominan como “fatiga”, refiriéndose a la posible detección de cansancio.

1.1 Descripción

De acuerdo con Hirshkowitz et al. (2014) el estado consiente varia a lo largo de la continuidad sueño-vigilia. Aunque el proceso neurológico subyacente puede fluctuar continuamente, generalmente se considera el desvelo y sueño como estados discretamente diferentes, con conocimiento o conciencia asociada con el primero e inconciencia con el segundo. La velocidad y duración de la transición entre desvelo y sueño puede diferir, sin embargo, cuando hay intentos individuales de caer dormido y niveles intermedios de alerta, el término somnolencia puede emplearse. Similarmente, intentar despertar prematuramente, antes de que el sueño haya completado su función restauradora o que esté fuera de fase con el ciclo circadiano de sueño-vigilia, puede también precipitar la somnolencia. Es por esta razón que la somnolencia ha sido caracterizada como un estado donde el sujeto está medio o parcialmente dormido o medio o parcialmente despierto. La somnolencia ha sido considerada como un estado donde el sujeto presenta sueño, letargo, lentitud y falta de atención. La misma condición ocurre al despertar por la mañana y es típicamente conocida como “modorra”. Esto puede ser el resultado de permanecer con privación de sueño en sociedades capitalistas intensas, donde hay intentos individuales de permanecer despierto por periodos de tiempo más largos en la noche, a menudo para incrementar la productividad.

Hirshkowitz et al. (2014) dicen que un individuo en condición somnolienta, es decir, en un estado parcialmente dormido, puede estar inconsciente de que un micro-sueño ocurre incluso al mismo tiempo en que el individuo falla al responder a estímulos externos. Algunos sujetos lo describen como una extrema “modorra”, breve explanación, o una sensación de flotamiento. También explica que somnolencia y caer en desvelo tienen muchos sinónimos, incluyendo el cabeceo, dormitando y ensueño.

Por otro lado, la Asociación Americana de Trastornos del Sueño (*American Sleep Disorders Association*, 1997) citado por Rey et al. (2004) habla acerca de que dormir es una necesidad neurobiológica que se alterna en un patrón más o menos predecible con estados de vigilia y que, además, se han señalado más de 80 factores que producen alteraciones del sueño, de la vigilia o de ambos. El Panel de

Expertos en Fatiga y Sueño en la Conducción (Expert Panel on Driver Fatigue and Sleepiness, 1998) citado por Rey et al. (2004), menciona que la somnolencia deteriora variables funcionales psicomotoras y neurocognoscitivas, como el tiempo de reacción, la capacidad de vigilancia, juicio y atención, así como el procesamiento de información, lo cual puede significar accidentes de trabajo para operadores de maquinaria potencialmente peligrosas. Lyznicki et al. (1998) citado por Rey et al. (2004), declaran que en la situación extrema el conductor puede pestañear, cabecear y finalmente dormirse durante la conducción. En cualquier caso, la somnolencia determina una pérdida de capacidad de efectuar maniobras evasivas para evitar percances, que suelen acarrear altas tasas de mortalidad por evento y grandes pérdidas en infraestructura derivadas de la destrucción de los vehículos y de otros daños materiales.

1.2 Maneras de diagnosticar y/o detectar somnolencia

Lomelí et al. (2008) hablan de que las escalas para evaluar las características del funcionamiento cognoscitivo y, además, el comportamiento de las personas permiten la obtención de datos que orientan hacia un diagnóstico, la mayoría de las veces esto ocurre en el área de la salud mental y de la neurología. También comenta que existen diferentes tipos de pruebas de validación: la de contenido, la predictiva y la de constructo.

Lomelí et al. (2008) abordan el concepto de la calidad de sueño como un constructo que puede ser medido mediante escalas de autoinforme, mencionan que este tipo de evaluación es fundamentalmente subjetiva e incluye cuestiones cuantitativas como lo son la duración del sueño, número de despertares, tiempo de latencia, además de aspectos cualitativos como la sensación de descanso y estado de ánimo. Otro aspecto que explican es que el estudio del sueño no debería referirse solamente al hecho de dormir de buena manera durante la noche, sino que debe incluirse la exploración de la evaluación del buen funcionamiento diurno o matutino y que el informe subjetivo de la persona es de vital importancia en cuestiones de alteraciones del sueño. En ese sentido, hablan de que algunas de las escalas que existen necesitan que la persona o paciente las responda de manera retrospectiva de acuerdo a lo que recuerda de su calidad de sueño durante días anteriores a la aplicación de la escala e incluso hasta un mes. Hoy en día, el cúmulo de conocimientos sobre el sueño, se ha aplicado para el desarrollo de escalas diseñadas para valorar características y/o diagnosticar trastornos del sueño en todo tipo de poblaciones como la infantil, adolescente y adulta. Abordando este tema Dauvilliers et al. (2017) explican que el exceso de sueño o somnolencia es el más importante y frecuente padecimiento reportado en las consultas de medicina del sueño, también abordan el tema de los métodos que comúnmente son usados para evaluar el sueño y difieren un poco de Lomelí et al. (2008) en el aspecto de que las evaluaciones subjetivas no son las más ideales, sino que deben incluirse pruebas y/o cuestionarios objetivos y subjetivos de tal manera que se complementen brindando una mejor información. Ambos autores mencionan algunas de las

pruebas y cuestionarios más importantes utilizadas: objetiva, como lo es la Prueba de Vigilancia Psicomotora (*Psychomotor Vigilance Task*, PVT), y subjetivas, como lo son el cuestionario Epworth y la escala de somnolencia Karolinska. En las partes subsecuentes de este capítulo, se describirán algunos de los cuestionarios y pruebas más importantes de los descritos por estos autores, cabe mencionar que estos cuestionarios son los que se eligieron para formar parte de las pruebas de esta investigación.

1.2.1 Cuestionario STOP-BANG y apnea obstructiva del sueño (AOS)

Chung et al. (2016) explican que la Apnea Obstructiva del Sueño (AOS) es el tipo más común de desorden de sueño y respiración, en donde ocurren episodios repetitivos de colapsos faríngeos ya sean parciales o completos causando reducción o total cierre del flujo de aire durante el sueño. Tan et al. (2016) explican que este tipo de desorden ocasiona despertares y fragmentaciones de sueño. Es por eso que Chung et al. (2016) dicen que este disturbio de sueño crónico se traduce en somnolencia diurna que le impide al sujeto su capacidad de funcionar correctamente, afectando su calidad de vida. Por otro lado, Yang & Chung (2013) mencionan que hay evidencia fuerte que sugiere que hay muchas condiciones y factores de riesgo asociados con la AOS como el envejecimiento, la obesidad, el origen étnico, así como también el consumo de alcohol y tabaco. Estos tres autores coinciden en que, de acuerdo a estimaciones hechas, más del 80% de los individuos con moderada a severa AOS se encuentran sin diagnosticar o, peor aún, sin tratamiento.

De acuerdo a lo anterior Yang & Chung (2013), Chung et al. (2016) y Tan et al. (2016) describen que el cuestionario “STOP-BANG” fue desarrollado y validado como una simple herramienta de escaneo rápido para pacientes quirúrgicos. Este cuestionario consiste en cuatro preguntas sencillas de respuesta si/no que están relacionadas respecto a si el paciente ronca, si se percibe cansado durante el día en sus actividades, si ha sido observado que deja de respirar mientras duerme y si padece de presión alta, además de otras cuatro preguntas demográficas en las que se incluye el Índice de Masa Corporal (IMC), la edad, la circunferencia de cuello y el sexo del paciente. El cuestionario puede ser completado rápidamente dentro de un periodo de uno a dos minutos y ha demostrado poseer un 84% de sensibilidad para detectar cualquier AOS, un 93% de sensibilidad para detectar una AOS moderada a severa y un 100% de sensibilidad para detectar una AOS severa. Por lo anterior, además de su eficacia y fácil uso es que Chung et al. (2016) dicen que el STOP-BANG es ampliamente adoptado y validado en varias poblaciones como en clínicas de medicina del sueño, pacientes quirúrgicos, población en general, pacientes embarazadas, pacientes con fallas renales y conductores de autobuses, estos últimos con relación directa a la población de estudio de esta investigación.

Cabe destacar que hoy en día existen tratamientos para la AOS que tienen como objetivo resolver o mejorar los signos y síntomas, normalizar la arquitectura del sueño y abatir el ronquido, con ello reduciendo el Índice de Apnea-Hipoapnea (IAH)

y a su vez el riesgo de comorbilidades y/o mortalidad. Las alternativas de tratamiento para los pacientes con apnea no son excluyentes ni únicas, por lo que la aproximación a la misma debe ser multidisciplinaria. El tratamiento se debe planear en relación con el tipo y la gravedad del trastorno, según la información obtenida de la historia clínica, la exploración física, exámenes paraclínicos, entre otros. En los últimos años, se ha incitado a la búsqueda de otras alternativas de tratamiento que oscilan entre la higiene del sueño y las terapias quirúrgicas, médicas y dentales. Sin embargo, ninguna se compara con la eficacia de la ventilación con presión positiva de aire continuo, la cual se considera como el mejor tratamiento de la AOS, todo lo anterior de acuerdo a Loube (1999) y Penzel (2001).

Sullivan (1981) comenta que la vía aérea superior de las personas que padecen AOS es susceptible al colapso. Debido a ello, el tratamiento con presión positiva es la opción terapéutica ideal. La ventilación con presión positiva de aire continuo fue desarrollada por él y consiste en una turbina que transmite la presión positiva a la vía aérea superior, impidiendo el colapso durante el sueño. Hoy en día este mecanismo ha evolucionado hasta los sistemas automáticos que se tienen y se han convertido, junto con la pérdida de peso, en los mejores tratamientos ante este tipo de padecimientos, ya que, por otro lado, la disminución de peso (al menos 10%) se ve reflejado en la disminución del número de apneas y microdespertares, mejorando así, su oxigenación nocturna, lo anterior de acuerdo con Tomás (1999).

1.2.2 Cuestionario Epworth

De acuerdo con Sandoval et al. (2013) la somnolencia es una de las mayores molestias por las cuales la población busca tratamiento en clínicas de trastornos de sueño, también dicen que la somnolencia excesiva diurna es un síntoma de la narcolepsia y de otras hipersomnias. Explican que existen métodos como el de latencias múltiples del sueño, que es ideal para evaluar somnolencia debido a que permite una evaluación objetiva de su severidad, pero que es un método que no se puede desarrollar de manera rutinaria ya que necesita de un laboratorio de sueño, personal especializado y estancia del paciente de cuando menos ocho horas. Es por esto que se recurre a instrumentos de evaluación subjetiva como lo son los diarios de sueño, por ello ejemplifica la escala de somnolencia Stanford y la escala de somnolencia Epworth, dicen que esta última ha adquirido aceptación internacional y en la actualidad se utiliza cotidianamente para evaluar somnolencia, Sandoval et al. (2013) destacan los atributos más importantes de esta prueba como lo son su formato breve, la capacidad de distinguir trastornos del dormir caracterizados por somnolencia excesiva, entre otros. Describe el cuestionario como un auto-aplicable de ocho reactivos desarrollado por Johns (1991) para valorar la propensión a quedarse dormido en ocho situaciones, la mayoría de ellas monótonas y algunas más soporíferas que otras, en esta prueba el sujeto o paciente debe responder a cada pregunta en una escala de cero a tres, donde cero significa una nula probabilidad de quedarse dormido y tres una alta probabilidad. La suma de las respuestas en cada pregunta proporciona una calificación total con un rango entre cero y 24. Una calificación total menor que 10 es considerada normal, una calificación entre 10 y 12 se considera como indicativa de somnolencia marginal y

por arriba de 12 sugestiva de somnolencia excesiva. Este cuestionario posee una consistencia interna aceptable, con coeficientes de 0.73 para sujetos de control y de 0.88 en pacientes con trastornos de sueño. Por último, es importante señalar que este autor realizó una validación de este cuestionario escala de somnolencia de Epworth en población mexicana, con muy buenos resultados por lo que se empleará dicha adaptación en esta investigación.

1.2.3 Cuestionario de Matutinidad y Vespertinidad o “Cronotipo”

Díaz y Aparicio (2003) sugieren que, desde un punto de vista fisiológico, las personas matutinas y vespertinas tienen diferencias en sus ritmos biológicos, dentro de las variables fisiológicas más estudiadas de estas diferencias se encuentra la temperatura corporal. Las personas matutinas tienen su pico máximo de temperatura corporal de 1.5 a tres horas antes que los vespertinos. En cronobiología, una característica de las diferencias individuales especialmente importante es el estudio de la preferencia subjetiva hacia la matutinidad y vespertinidad, lo anterior de acuerdo con Adan y Almirall (1990). También comentan que se realizó un cuestionario de “Matutinidad y Vespertinidad” en lengua inglesa por Horne y Östberg (1976) que estaba compuesto por 19 preguntas referentes a los hábitos en horas de acostarse y levantarse, los intervalos horarios que se prefieren para realizar actividades intelectuales o físicas, además de la alerta subjetiva a distintos momentos del día. Los sujetos o pacientes se clasifican de mayor a menor calificación en matutinos (M-tipos), intermedios o ningún tipo (N-tipos) y los vespertinos (V-Tipos). Este cuestionario ha sido adaptado y estandarizado en distintos países e incluso los mismos Adan y Almirall (1989) realizaron una versión española. Además, desarrollaron y estandarizaron para la población española una escala reducida del cuestionario de “Matutinidad y Vespertinidad” de cinco reactivos en comparación del original de 19, encontraron que las cinco preguntas presentan correlaciones favorables y altamente significativas, es por esta razón que se tomó este cuestionario para las pruebas a realizar en esta investigación.

1.2.4 Cuestionario Escala de somnolencia Karolinska

La escala de somnolencia de Karolinska se generó bajo el concepto de que ciertos accidentes y catástrofes estaban relacionados con la somnolencia y que debido a esto era necesario establecer un método de medición del nivel de somnolencia en la población, lo anterior de acuerdo con Laverde (2015), mismo que describe la escala de somnolencia de Karolinska como una herramienta que cuestiona acerca del estado de somnolencia del paciente al momento de responder, ofreciendo originalmente cinco posibles respuestas de la siguiente manera: “extremadamente alerta (*extremely alert*)” (puntaje=1), “alerta (*alert*)” (puntaje=3), “ni alerta ni somnoliento (*neither alert not sleepy*)” (puntaje=5), “somnoliento pero sin dificultad para permanecer despierto (*sleepy-but no difficulty remaining awake*)” (puntaje=7), “extremadamente somnoliento – luchando contra el sueño (*extremely sleepy-fighting sleep*)” (puntaje=9). Los valores entre estas opciones tuvieron un valor en

la escala, pero no un nivel verbal. Rubio (2003) describe la escala de somnolencia Karolinska como una pregunta sobre cómo percibe la somnolencia el paciente, también la describe como una escala numérica, de cero a nueve, con ayuda de expresiones verbales. Un estudio interesante fue el realizado por Pulitov & Donskaya (2013) donde realizaron una construcción y validación de electroencefalogramas análogos de la escala de somnolencia Karolinska. Es importante mencionar que Laverde (2015) realizó una validación al español con buenos resultados para la población de Colombia, misma que se tomó como parte de los cuestionarios a aplicar para esta investigación.

1.2.5 Prueba de vigilancia psicomotora (PVT-B)

Basner et al. (2011) explican que las evaluaciones objetivas y cuantitativas son necesarias para evaluar la presencia de fatiga, déficits relacionados y al desarrollo de estrategias para mitigar la fatiga, esto debido a que los reportes propios de somnolencia y las auto-evaluaciones de capacidad de funcionamiento han mostrado que no son del todo confiables. Conforme a esto, dice que las pruebas de neurocomportamiento para evaluación de fatiga no solo necesitan ser conceptual y operacionalmente válidas, confiables, sensitivas, generalizables, específicas y fáciles de usar, sino también lo suficientemente breves para ser aceptadas por la población objetivo. También explica que muchas pruebas de funcionamiento han sido desarrolladas para evaluar objetivamente el grado de deterioro del funcionamiento cognitivo relacionado con la pérdida de sueño y que, de estas pruebas, la Prueba de Vigilancia Psicomotora (Psychomotor Vigilance Test, PVT) es la más usada. Esta prueba está basada en el Tiempo de Reacción (TR) a estímulos que ocurren en intervalos aleatorios y, por lo tanto, es una medida del estado de vigilancia. Las pruebas de tiempo de reacción auditiva y visual han sido usadas desde finales del siglo 19 en investigaciones sobre el sueño, pero la prueba PVT en su versión de 10 minutos de duración, con un Intervalo de Inter-estímulos Aleatorios (IIA) entre dos y 10 segundos, fue propuesta por Dingus y Powell en 1985 y ha probado ser muy sensitiva a los casos de total privación de sueño y a los casos de parcial privación de sueño. Basner et al. (2011), desarrollaron una versión más corta de tres minutos y un IIA de dos a cuatro segundos, con el fin de hacerla más práctica para que, como él mismo describió, fuera aceptada por distintas poblaciones objetivo sin complicaciones. Esta variante desarrollada obtuvo de manera general muy buenos resultados en comparación con la prueba original, por lo que se empleó en las pruebas de esta investigación, cabe mencionar que es la más importante ya que a través de ella se obtiene la variable respuesta con la que se estimó el modelo de este estudio. Caldwell et al. (2003) investigaron cómo la postura del cuerpo afecta la actividad de los electroencefalogramas y el funcionamiento de la prueba PVT en sujetos privados de sueño y comprobaron que sí existe una diferencia significativa entre si el sujeto se encuentra parado realizando la prueba a si se encuentra sentado, teniendo mayor porcentaje de reacción aletargada para la postura sentada, por ello es que la prueba se aplicó a la población objetivo en postura sentada. Davis et al. (2016) hicieron una comparación del funcionamiento de la prueba PVT contra una nueva versión de la prueba, pero para uso con ratas y los resultados demostraron la efectividad de esta nueva versión.

Gorgoni et al. (2014) desarrollaron una investigación en donde se vinculó los cambios en encefalogramas (mapeo cerebral) con respecto al funcionamiento de la prueba PVT en una población privada de sueño, obteniendo buenos resultados de correlación a favor de dicha prueba, fortaleciendo la validación de la misma como una herramienta útil para evaluar el efecto de la pérdida de sueño. Por último, Matthews et al. (2015) realizaron una investigación similar a la de Barner et al. (2011) pero en este caso, en lugar de variar el tiempo de duración de la prueba, variaba el IIA con el fin de maximizar la sensibilidad de la misma, encontrando igualmente que los intervalos de inter-estímulos tienen un efecto mejor cuando son más pequeños que el original de nueve a 10 segundos. Es por ello que se toma la decisión de aplicar la prueba PVT de duración de tres minutos (PVT-B) para esta investigación.

1.2.6 Estudios y dispositivos de Somnolencia en el transporte

De acuerdo con Romero et al. (2004) la fatiga al conducir se trata de un fenómeno complejo, que implica disminuciones en los niveles de alerta y conciencia por parte del conductor. Esta situación conlleva a la ocurrencia accidentes. El cansancio mental, como el cansancio físico, provoca un adormecimiento en el conductor y constituye un factor de riesgo para los accidentes, estimándose como causa en al menos el 24 % de ellos. También estipula que la fatiga ha recibido diversas acepciones y definiciones, que se han ido transformando y/o evolucionando conforme el índice de conocimiento sobre las causas y síntomas de su existencia. De este modo, se ha manejado la idea de fatiga mental en la que no se implica un estado de cansancio físico. La fatiga física también se ha identificado como resultado de aspectos biológicos, mientras que por otro lado la fatiga mental como una combinación con cuestiones físicas que ponen en peligro la seguridad vial. Aunque, el efecto final de cualquier tipo de fatiga consiste en la reducción de los estados de alerta, que al final se presentan en somnolencia al manejar.

FMCSA (1996) citado por Romero et al. (2004) identifica a la fatiga o cansancio extremo del conductor como un elemento de constante presencia en el análisis de accidentes y que además está estrechamente relacionada con los aspectos socioeconómicos del transporte. El *National Transportation Safety Board* (1995) declaró que en los accidentes ocurridos en Estados Unidos entre los años 1991 y 1993, la fatiga se relaciona como causante en un alto porcentaje de ellos (del 30 al 40%). Debido a estas cifras, la fatiga del conductor ha sido reconocida desde entonces como un asunto de mayor relevancia en lo que respecta a la seguridad vial, esto de acuerdo con Wylie (2000), citado por Romero et al. (2004).

Wylie et al. (1998) expresan que la fatiga representa una alteración en los niveles de percepción y conciencia del conductor, misma que afecta procesos psicomotores que son cruciales para manejar de una manera segura; y Kaur (1999) establece que la fatiga es producto de causas tales como un excesivo número de horas de servicio, un déficit de horas de sueño, manejo nocturno y tener horarios irregulares de trabajo-descanso (Romero et al., 2004).

La fatiga es un fenómeno extremadamente complejo de analizar, debido a que son muchos los factores que intervienen. La somnolencia es uno de los efectos más notables de la fatiga, aunque no es la única manifestación. La fatiga es altamente peligrosa porque puede suceder sin somnolencia y sin tener conciencia el conductor acerca de la disminución de sus capacidades de manejar de manera segura.

La somnolencia es por lo general subestimada por los operadores, según Wylie (1998) citado por Romero et al. (2004), se ha encontrado que la fatiga es en parte una experiencia subjetiva, que se caracteriza por la falta de motivación, percepciones de incomodidad y de aburrimiento, lo que induce a una resistencia a seguir manejando, afectando la atención que el conductor presta a su labor y a una correcta toma de decisiones.

1.2.7 Estudios de la fatiga de conductores

Debido a la importante relación detectada entre la accidentalidad y la fatiga del conductor, surgieron una gran cantidad de estudios con la perspectiva de reducir la enorme pérdida de recursos económicos ocasionados por los accidentes, así también los padecimientos y sufrimientos humanos, lo anterior de acuerdo con Veeraraghavan (2001). Taoka (1998) declara que el aspecto que es más atendido en las investigaciones es la búsqueda de correlaciones entre el desempeño de manejo del conductor y la fatiga, caracterizando distintos niveles, comprendiéndose como estados que eventualmente conducen a la pérdida de conciencia.

La detección del nivel de fatiga ha tenido distintos enfoques que combinan las características de conducción del vehículo con aquellos del comportamiento psicofisiológico del conductor. En el estudio del comportamiento fisiológico del conductor destaca el monitoreo de los ojos en cuanto a periodos de apertura y cerrado, frecuencia y velocidad de parpadeo, caída potencial de los párpados, así también el movimiento, es decir, dinámica ocular, lo anterior de acuerdo al NHTSA (1998) citado por Romero et al. (2004). Como elementos de monitoreo de la fisiología del conductor por lo general se consideran las siguientes:

- Expresión facial.
- Caída de los párpados.
- Tono muscular de la cara.
- Flujo respiratorio.
- Saturación de oxígeno en el flujo sanguíneo arterial.
- Temperatura corporal.
- Electrocardiografía durante el manejo y el descanso.

Algunos otros estudios se han orientado a detectar niveles de fatiga con base en la posición de la cabeza del conductor, al estudio de sistemas para el fomento de niveles de alerta altos, entre otros.

1.2.8 Tecnologías de prevención y detección de la fatiga en la conducción

De acuerdo con Romero et al. (2004) las tecnologías relacionadas con la prevención y detección de la fatiga en conductores de camiones de carga constituyen elementos de seguridad activa de los vehículos, los cuales pretenden prevenir la ocurrencia de accidentes. Algunos otros elementos de seguridad activa se refieren al diseño óptimo de los vehículos con respecto a estabilidad direccional y manejabilidad, a la detección de situaciones cercanas a la volcadura y a sistemas inteligentes que realizan prevención de colisiones. Los desarrollos tecnológicos que tienen relación con la fatiga del conductor u operador al volante se caracterizan de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Prevención de la fatiga.
- Detección de la fatiga.
- Prevención de accidentes debidos a la fatiga.

La Figura 1.1 muestra los tipos de equipos que se han desarrollado.

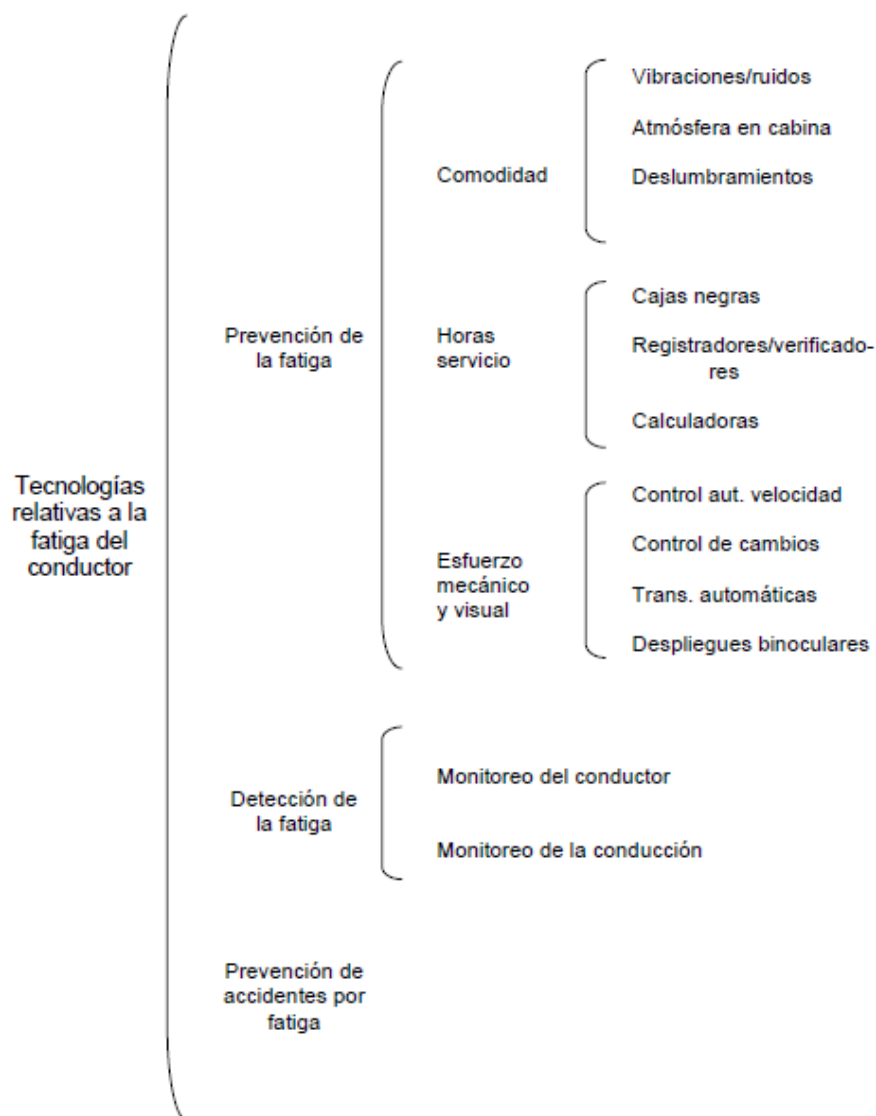


Figura 1.1 Clasificación de las tecnologías relativas a la fatiga del conductor.
Fuente: Romero et al. (2004)

1.2.9 Estudios sobre somnolencia realizados en México

En México se han realizado estudios como el de Romero et al. (2004), donde hacen un balance de las tecnologías con las que se contaba hasta ese momento para detección y prevención de somnolencia, así como un caso de estudio que pretendía vincular la fatiga o somnolencia como causal de una muestra de 40 incidentes de vehículos, propiedad de una empresa nacional en la zona centro del país. Si bien, en el estudio detectan a la fatiga como un factor contribuyente a los percances, no hay desarrollo de tecnologías o métodos de detección desarrollados por el Instituto Mexicano del Transporte, donde se llevó a cabo el estudio.

Por otra parte, respecto a estudios que relacionan las horas de servicio de conducción y el desarrollo de fatiga o somnolencia, México recientemente

desarrolló, a través de la Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte (DGPMP) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SCT-2017 (NOM-087) que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de Autotransporte Federal. Esta norma toma en cuenta aspectos del Convenio Internacional del Trabajo No. 153 sobre la Duración del Trabajo y Periodos de Descanso en los Transportes de Carretera, ratificado el 10 de febrero de 1982 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 1982. El objetivo de la NOM-087 es establecer el tiempo máximo de horas de servicio, el tiempo diario de conducción, el periodo mínimo de descanso diario, tiempo máximo semanal de horas de conducción y las sanciones respectivas en caso de incumplimiento de las mismas.

1.2.10 Relación horas de conducción y desarrollo de fatiga

Otro aspecto importante a destacar es la relación entre las horas de manejo con el desarrollo de fatiga o somnolencia. Atendiendo esta temática se han realizado estudios como el de Rey et al. (2004) en el que se hace un análisis cuantitativo a conductores de una empresa de transporte de pasajeros con el objetivo, precisamente, de comprobar esta relación entre las horas continuas de manejo y el desarrollo de fatiga o somnolencia. En este mismo sentido, otros autores como Sparrow et al. (2016) realizaron un estudio de campo sobre las horas de descanso en conductores de vehículos comerciales en los Estados Unidos y su relación con el manejo y el desarrollo de fatiga o somnolencia. Otros autores como Chen Chen y Xie Yanchang (2014) se dieron a la tarea de la creación de un modelo de regresión logística, que evalúa qué tan buenos son estos descansos y su relación con la reducción de fatiga o somnolencia. Otro estudio muy importante es el realizado por Mansfield y Kryger (2015) quienes investigaron la regulación de horas de servicio de conducción en autopistas de distintos países como Estados Unidos, Canadá, Australia y Reino Unido, con el fin de comparar, evaluar y puntualizar deficiencias en estas regulaciones con el objetivo de incentivar la creación de mejores reglas o normativas que protejan mejor a la población y al conductor de transporte de carga.

1.2.11 Norma Oficial Mexicana NOM-SCT-087-2017

La NOM-087 que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de Autotransporte Federal indica que todo conductor deberá realizar una pausa de 30 minutos cuando:

- Ha conducido hasta cinco horas continuas, o bien;
 - Esta pausa podrá distribuirse durante un lapso de cinco horas y media de acuerdo a las condiciones del viaje.
 - Los periodos de pausa en ningún caso podrán ser acumulables.

Durante todo el tiempo de conducción, el conductor debe portar la Bitácora de Horas de Servicio y exhibirla a la autoridad competente cuando le sea requerida.

Para el caso de los permisionarios del transporte de pasaje y turismo están obligados a considerar un segundo conductor cuando:

- El tiempo de viaje entre el punto de origen y destino excedan las nueve horas.
- En caso de no contar con un segundo conductor deberán apegarse a las horas máximas de servicio de cinco horas y periodos de descanso de media hora, citados anteriormente.
- Sólo en servicios directos de pasaje y turismo, el tiempo de conducción de una ruta de un servicio directo es mayor a cinco pero menor a siete horas, el conductor podrá omitir la pausa de 30 minutos, teniendo posteriormente una pausa de descanso mínima de cuatro horas continuas.

En el autotransporte de carga, deben organizarse los viajes considerando lo siguiente:

- En viajes que impliquen una conducción máxima de 14 horas, el conductor debe tener una pausa no menor de ocho horas continuas, sin menoscabo de cumplir con las pausas mínimas de media hora cuando se hayan conducido cinco horas, citadas anteriormente.

2 Diseño de la encuesta.

A partir de las encuestas existentes en el mundo y con apoyo de los expertos de la Clínica de Trastornos del Sueño de la UAM, se diseñó una encuesta aplicable a México, enfocada a determinar trastornos de sueño en conductores profesionales del SPF.

Por otro lado, también en esta etapa de la metodología se propuso la población objetivo, la cual está vinculada al sector de conductores del transporte de carga y pasajeros, estableciendo por medio de herramientas estadísticas el tamaño de la muestra.

2.1 Pruebas y cuestionarios elegidos

Con base en la información nacional e internacional publicada sobre estudios de trastornos de sueño y fatiga, se eligieron y adaptaron cinco cuestionarios y una prueba a aplicar. Los cuestionarios y la prueba elegidos son los siguientes:

1. Cuestionario STOP-BANG.
2. Cuestionario STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal.
3. Cuestionario Epworth.
4. Cuestionario de Matutinidad y Vespertinidad.
5. Prueba PVT-B (*Psychomotor Vigilance Task*) “Versión tres minutos”.
6. Cuestionario escala de somnolencia Karolinska.

A continuación, se describen brevemente en qué consisten los cuestionarios y la prueba aplicados:

2.1.1 Cuestionario STOP-BANG

El cuestionario “STOP-BANG” consta de ocho preguntas sencillas relacionadas con el comportamiento y fisionomía del conductor, este cuestionario tiene la finalidad de detectar el riesgo de padecer AOS. La Figura 2.1 muestra este cuestionario.

2.1.2 Cuestionario “STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal”

Es una variante propuesta en esta investigación, con preguntas adicionales a las ocho habituales del “STOP-BANG”, dirigidas a conocer los hábitos de conducción y tiempo de descanso de los conductores del SPF (tanto de transporte de carga como de pasajeros); buscando determinar las condiciones de trabajo a las que están sujetos con la finalidad de detectar distancias recorridas, tiempos de conducción, pausas y hábitos de descanso y alimentación. La Figura 2.2 muestra el cuestionario STOP-Bang desarrollado para los conductores del SPF.

Cuestionario STOP-Bang actualizado	
Sí ●	No ● ¿Ronquidos? ¿Ronca fuerte (tan fuerte que se escucha a través de puertas cerradas o su pareja lo codea por roncar de noche)?
Sí ●	No ● ¿Cansado/a? ¿Se siente con frecuencia cansado, fatigado, o somnoliento durante el día (por ejemplo, se queda dormido mientras conduce)?
Sí ●	No ● ¿Lo observaron? ¿Alguien lo observó dejar de respirar o ahogarse/con dificultad para respirar mientras dormía?
Sí ●	No ● ¿Presión? ¿Tiene o está recibiendo tratamiento para la presión arterial alta?
Sí ●	No ● ¿Índice de masa corporal de más de 35 kg/m²?
Sí ●	No ● ¿Tiene más de 50 años?
¿El tamaño de su cuello es grande? (Medido alrededor de la nuez o manzana de Adán)	
Sí ●	No ● Si es hombre, ¿el cuello de su camisa mide 17 pulgadas/43 cm o más? Si es mujer, ¿el cuello de su camisa mide 16 pulgadas/41 cm o más?
Sí ●	No ● Sexo = ¿Masculino?

Figura 2.1 Cuestionario “STOP-BANG”

Cuestionario STOP-Bang versión para conductores IMT	
PRIMERA PARTE	
Sí No ☐ ☐	¿Ronquidos? ¿ Ronca fuerte (tan fuerte que se escucha a través de puertas cerradas o su pareja lo codea por roncar de noche)?
Sí No ☐ ☐	¿Cansado/a? ¿Se siente con frecuencia cansado, fatigado, o somnoliento durante el día (por ejemplo, se queda dormido mientras conduce)?
Sí No ☐ ☐	¿Lo observaron? ¿Alguien lo observó dejar de respirar o ahogarse/con dificultad para respirar mientras dormía?
Sí No ☐ ☐	¿Presión? ¿Tiene o está recibiendo tratamiento para la presión arterial alta ?
Sí No ☐ ☐	¿Índice de masa corporal de más de 35 kg/m2?
Sí No ☐ ☐	¿Tiene más de 50 años?
Sí No ☐ ☐	¿El tamaño de su cuello es grande? (Medido alrededor de la nuez o manzana de Adán) Si es hombre, ¿el cuello de su camisa mide 17 pulgadas/43 cm o más? Si es mujer, ¿el cuello de su camisa mide 16 pulgadas/41 cm o más?
Sí No ☐ ☐	Sexo = ¿Masculino?

Figura 2.2 Cuestionario STOP-Bang modificado para conductores del Servicio Público Federal

SEGUNDA PARTE	
1.- Lugar de origen y hora de inicio del viaje	
2.- Lugar y hora estimada de término del viaje	
3.- ¿Ha realizado pausas o descansos intermedios?	Sí _____ No _____
Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, diga ¿dónde y cuánto descansó?	
Si respondió "No", diga ¿por qué?	
4.- ¿Ha ingerido algún alimento recientemente?	Sí _____ No _____
Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, diga ¿qué consumió?	
Si respondió "No" a la pregunta anterior, diga ¿por qué?	
5.- ¿Que material transporta?	
6.- ¿Cuántas horas descansó la noche anterior?	
7.- ¿Cuántas horas ha descansado esta última semana y mes?	
8.- ¿Cuántas horas ha manejado esta última semana y mes?	

Figura 2.2 Cuestionario STOP-Bang modificado para conductores del Servicio Público Federal (continuación)

2.1.3 Cuestionario *Epworth*

El cuestionario *Epworth* consta de ocho preguntas vinculadas a la predisposición del conductor a quedarse dormido: Severa o Excesiva, Moderada o Marginal y Leve o Normal. Si el usuario presenta Somnolencia Excesiva Diurna (SED), indica una alta probabilidad de quedarse dormido durante el día mientras conduce; si presenta Somnolencia Marginal Diurna (SMD), indica que pudiera presentar sueño durante el día y si presenta Somnolencia Normal Diurna (SND), indica que casi no manifiesta sueño durante el día, encontrándose dentro de la media poblacional, en la Figura 2.3 se presentan los reactivos de esta prueba.

Escala de somnolencia Epworth.
Versión mexicana UAM/UNAM

Subraya la opción que describa como te haz sentido en las ultimas semanas.

Por favor responde que posibilidad tendrías de quedarte dormido en las siguientes situaciones.

- 1.- Leyendo sentado cómodamente durante el día
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 2.- Viendo televisión durante el día.
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 3.- Sentado inactivo en un lugar público (ejem: en una conferencia, clase o en el cine).
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 4.- Viajando en trasporte público o privado durante más de una hora seguida.
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 5.- Acostado para descansar por la tarde cuando las circunstancias lo permiten.
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 6.- Sentado platicando con alguien.
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 7.- Sentado cómodamente después de comer (sin haber tomado bebidas alcohólicas).
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada 3 = Severa
- 8.- Manejando mientras espero unos minutos en el tráfico.
 0 = ninguna, 1 = Leve, 2 = Moderada y 3 = Severa

Figura 2.3 Cuestionario *Epworth*

2.1.4 Cuestionario de “Matutinidad-Vespertinidad”

También conocido como “Cronotipo” está conformado por cinco reactivos orientados a determinar cuál es la tendencia habitual del sujeto a ser matutino o vespertino. En la Figura 2.4 se presenta el cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad diseñado por Horne y Östberg que se utilizó en este estudio.

CUESTIONARIO DE MATUTINIDAD-VEPERTINIDAD DE HORNE Y ÖSTBERG

Instrucciones
 Antes de contestar cada pregunta, léela atentamente por favor. Contesta todas las preguntas y hazlo consecutivamente una tras otra. Debes contestar cada pregunta independientemente de las demás. No vuelvas atrás para verificar tus respuestas. Todas las preguntas contienen respuestas preestablecidas.
 En cada pregunta pon una cruz en una sola respuesta. Algunas preguntas muestran una escala, en este caso pon una cruz en el lugar apropiado de la escala. Contesta con toda sinceridad. Tanto las respuestas como los resultados se mantendrán en estricta reserva.

1. Considerando únicamente tu propio ritmo ¿a qué hora te levantarías si fueras enteramente libre para planificar el día?

5  1
 AM 6 7 8 9 10 11 12 PM 1

2. Durante la primera media hora después de haberte despertado por la mañana te encuentras...

1. Muy cansado 2. Bastante cansado 3. Bastante “fresco” 4. Muy “fresco”

3. ¿A qué hora de la noche te encuentras cansado y sientes la necesidad de dormir?

5  1
 PM 9 10 11 12 AM 1 2 3 4

4. ¿A qué hora del día crees que te encuentras mejor?


 MEDIANOCHE 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 MEDIANOCHE

5. Suele hablarse de personas de tipo “matutino” y “vespertino” ¿De cuál de estos dos tipos te consideras?

6. Claramente “matutino” 4. Más “matutino” que “vespertino” 2. Más “vespertino” que “matutino” 0. Claramente “vespertino”

NOMBRE : _____

SEXO: H M	EDAD: _____
FECHA: _____	
PUNTAJE: _____	TIPO: _____

Anoche me fui a dormir a las: _____	Hoy me levanté a las: _____	Total de horas dormidas: _____	¿Cómo te sentiste al levantarte?
am /pm	am/pm		☐ Descansado ☐ Algo cansado ☐ Fatigado

Figura 2.4 Cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad de Horne y Östberg

2.1.5 Prueba PVT-B

La Prueba de Vigilancia Psicomotora (*Psychomotor Vigilance Task*, PVT) está diseñada para medir la respuesta a un determinado estímulo, la prueba original tiene una duración de 10 minutos; sin embargo, se desarrolló una versión corta pero significativa de tres minutos (PVT-B). La prueba consiste en colocar al sujeto frente a una pantalla de computadora y se le somete a un ambiente monótono y a un estímulo, que se trata de un punto rojo en la pantalla, al cual tendrá que reaccionar el sujeto presionando un botón de la computadora, todo esto con la finalidad de recopilar sus tiempos de reacción (TR), mismos que clasificarán el estado de alerta del sujeto: Muy rápido ($TR \leq 150$ milisegundos), Correcto ($150 \text{ milisegundos} < TR \leq 500$ milisegundos), Aletargado ($500 \text{ milisegundos} < TR \leq 30,000$ milisegundos) y Ataque de sueño ($TR > 30,000$ milisegundos). En la Figura 2.5 se presenta la interfaz de prueba PVT-B “Versión PVT de tres minutos”.

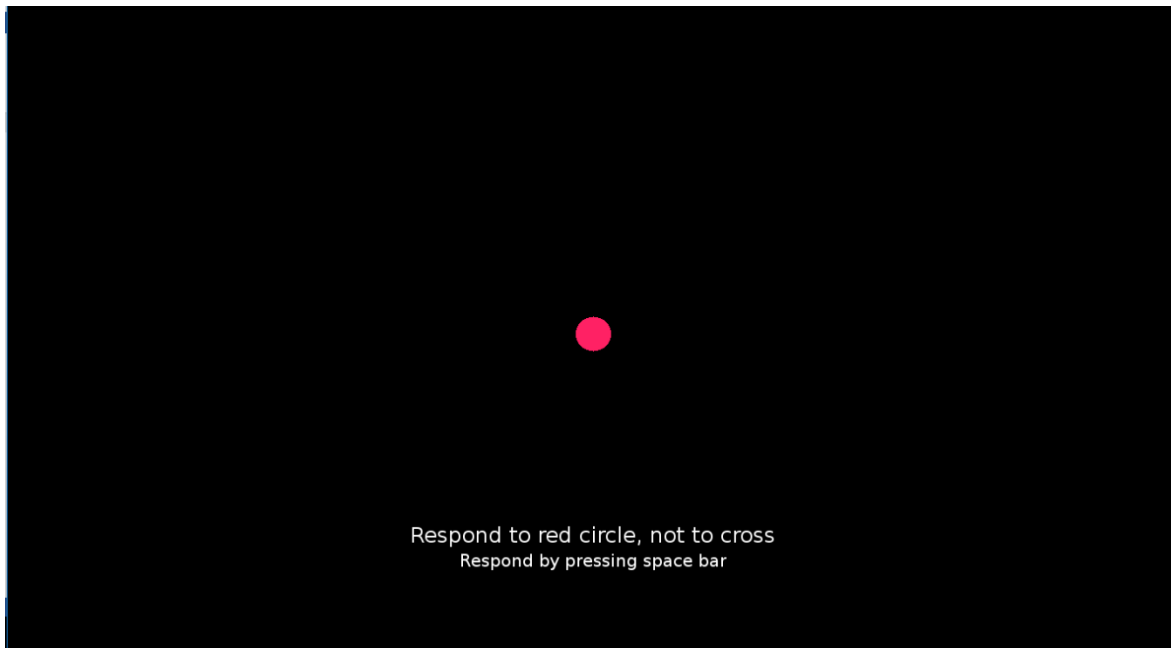


Figura 2.5 Interfaz de prueba PVT-B “Versión PVT de tres minutos”

2.1.6 Cuestionario escala de somnolencia “Karolinska”

Se trata de una escala de nueve categorías que mide de manera subjetiva el estado de somnolencia en que se auto-percibe el sujeto. En la Figura 2.6 se presenta el cuestionario a utilizar. Esta escala se complementa con la prueba PVT-B, debido a que la primera proporciona una evaluación subjetiva y la segunda proporciona una evaluación objetiva del estado de somnolencia del sujeto.

Todos los cuestionarios se aplicarán durante la misma entrevista a cada uno de los sujetos, siendo importante aplicar la escala de somnolencia Karolinska inmediatamente después de la prueba PVT-B.

Encierre con un círculo el número que represente el nivel de somnolencia durante los cinco minutos inmediatamente anteriores:

1. Extremadamente despierto
2. Muy despierto
3. Despierto
4. Más o menos despierto
5. Ni despierto, ni somnoliento
6. Algunos signos de somnolencia
7. Somnoliento, pero sin esfuerzo de mantenerse despierto
8. Somnoliento, algún esfuerzo para mantenerse despierto
9. Muy somnoliento, gran esfuerzo para mantenerse despierto, luchando contra el sueño

Figura 2.6 Cuestionario escala de somnolencia Karolinska

2.2 Tamaño de la muestra

La muestra se define de acuerdo a la expresión propuesta por Murray y Larry (2005), correspondiente a la Ecuación 1:

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

Dónde:

n = tamaño de la muestra.

N =tamaño de población.

σ = Desviación estándar.

Z = Nivel de confianza.

e = Error muestral.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la Ecuación 1 considerando los siguientes parámetros:

- **Tamaño de la población:** se estimó con base en el Transito Diario Promedio Anual (TDPA) de una de las carreteras más transitadas del país, por la cual se mueve aproximadamente el 40% de la carga a nivel nacional por ser parte del Corredor México-Nuevo Laredo. Se consideró el TDPA de la carretera México-Querétaro proyectado a 10 años el dato reportado para 2016. El tamaño de la población es de 33,921 conductores.
- **Desviación estándar:** Debido a que no se cuenta con información real de la distribución se utilizó una desviación estándar de 0.5.
- **Nivel de confianza:** el valor de confianza considerado es del 95%.
- **Error muestral:** debido a la carencia de datos reales, mencionada anteriormente, se consideró un error muestral medio que corresponde a 5%.

Sustituyendo los valores anteriores en la Ecuación 1, se obtiene un tamaño de la muestra de 90 sujetos.

2.3 Población

Se establecieron tres poblaciones a las que se dirigieron los cuestionarios y prueba, que son necesarias para obtener parámetros de comparación, dichas poblaciones son:

- **Población de conductores de automóviles** (cuya actividad profesional no es la conducción): ésta es la población de control, que será la base para hacer las comparaciones de la población en general contra la población objetivo de este estudio (conductores de autotransporte federal: pasaje y carga).
- **Población de conductores de transporte de pasajeros** (conductores profesionales del autotransporte federal): éste es el primer grupo objeto de este estudio.
- **Población de conductores de camiones de carga** (conductores profesionales del autotransporte federal): segundo grupo de estudio.

De acuerdo con el tamaño de la muestra definido anteriormente, se planteó la aplicación de los cuestionarios y prueba a 90 sujetos, distribuidos equitativamente para cada población definida.

Una vez que se definieron los cuestionarios, pruebas y el tamaño de muestra, se procedió a la aplicación de los cuestionarios y la prueba en las poblaciones planteadas. A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada uno de los cuestionarios y para cada población, iniciando con la población de control (conductores de automóviles), seguido de la población de conductores de transporte de pasajeros y finalmente la población de conductores de camiones de carga.

3 Aplicación de la encuesta

Una vez que se definieron los cuestionarios, pruebas y el tamaño de muestra, se procedió a la aplicación de los cuestionarios y la prueba en las poblaciones planteadas. En este capítulo se describen los resultados obtenidos para cada uno de los cuestionarios y para cada población, iniciando con la población de control (conductores de automóviles), seguido de la población de conductores de transporte de pasajeros y finalmente la población de conductores de camiones de carga.

Inicialmente se planteó la aplicación de los cuestionarios en las estaciones de control de peso y dimensiones de la SCT, sin embargo, durante el desarrollo de la presente investigación se consiguió el apoyo de diferentes instituciones para la aplicación de las mismas.

3.1 Población de conductores de automóviles

La población de conductores de automóviles es la población de control del presente estudio, es decir se aplicaron los cuestionarios y pruebas a la población general de conductores de la ciudad de Querétaro.

Las pruebas se realizaron a 30 conductores de vehículos particulares, que no se dedican profesionalmente a la conducción de vehículos de cualquier tipo, es decir, que únicamente conducen para realizar sus labores de la vida diaria, trasladarse de un sitio a otro, sin que la conducción represente para ellos una actividad económica.

3.2 Población de conductores de transporte de pasajeros

Las pruebas de la población de conductores de transporte de pasajeros se realizaron a conductores profesionales cuya actividad económica consiste en conducir un vehículo que presta un servicio de transporte de pasajeros pertenecientes al SPF, específicamente de autobuses, es decir, están excluidos los servicios de taxi o similares.

Las pruebas se realizaron a 30 conductores profesionales del servicio de pasajeros, las cuales se llevaron a cabo en la Terminal de Autobuses de Querétaro, a conductores de servicio de pasajeros de largo itinerario de servicio de primera clase.

Las pruebas se realizaron en horario diurno a aquellos conductores que llegaban de un servicio, es decir, justo después de un periodo de conducción.

3.3 Población de conductores de camiones de carga

Las pruebas de la población de conductores de camiones de carga se realizaron a conductores profesionales cuya actividad económica consiste en conducir un vehículo que presta un servicio de transporte de carga del SPF.

Las pruebas se realizarán a 30 conductores profesionales del servicio de carga, las cuales se llevaron a cabo en las instalaciones de una empresa de paquetería internacional, en una de sus estaciones de transferencia ubicada en las inmediaciones de la Carretera México – Querétaro cercano a la Ciudad de México.

La población objetivo son los conductores de largo itinerario que llegan a la estación de transferencia, en un horario de madrugada, por ser la hora de mayor afluencia de conductores; de igual forma que para los conductores del servicio de pasajeros, los cuestionarios y prueba se aplicaron justo después de un periodo de conducción.

4 Análisis de los resultados

Una vez recopiladas el total de 90 encuestas a conductores, distribuidos equitativamente para cada población definida, se analizaron los resultados estimando la cantidad de conductores que presentan alta probabilidad de padecer trastornos de sueño. A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada uno de los cuestionarios y prueba para cada población.

4.1 Cuestionario “STOP-BANG”

El cuestionario “STOP-BANG” consta de ocho preguntas sencillas relacionadas con el comportamiento y fisionomía del conductor, estas preguntas se aplicaron con la finalidad de detectar el riesgo de padecer AOS. La Figura 4.1 muestra los porcentajes de sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de riesgo de padecer apnea obstructiva de sueño.

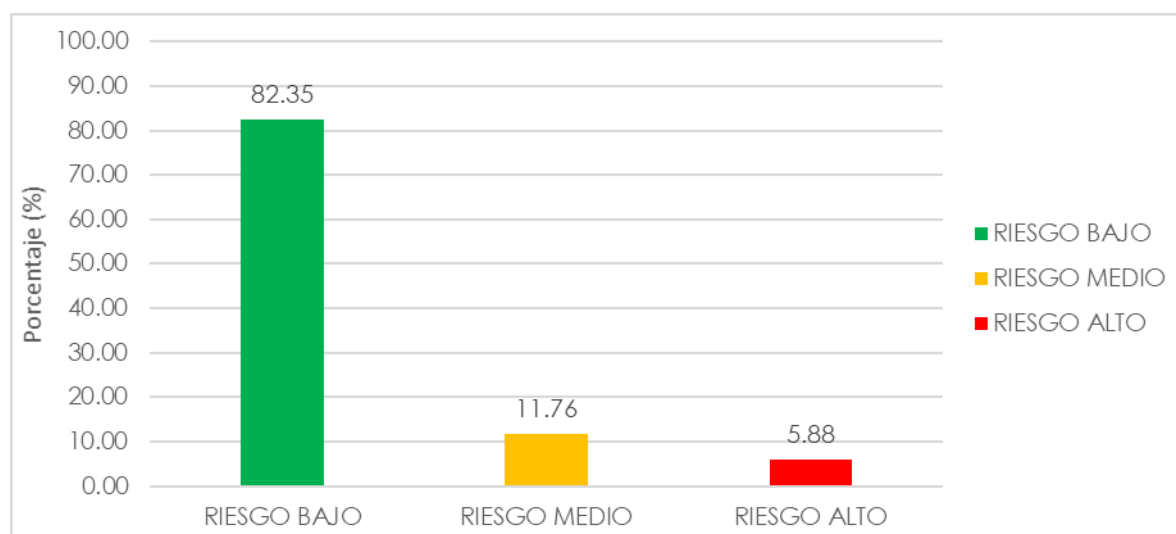


Figura 4.1 Porcentaje para sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de riesgo de padecer AOS. Resultados cuestionario STOP-BANG

En la prueba STOP-BANG aplicada a la población de conductores de automóviles se obtuvo que el 5.88% de los sujetos tienen riesgo alto de padecer AOS, 11.76% poseen un riesgo medio y 82.35% de sujetos de esta población tienen un riesgo bajo de padecer AOS.

En la Figura 4.2 se presentan los resultados para sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros, por tipo de riesgo de padecer AOS.

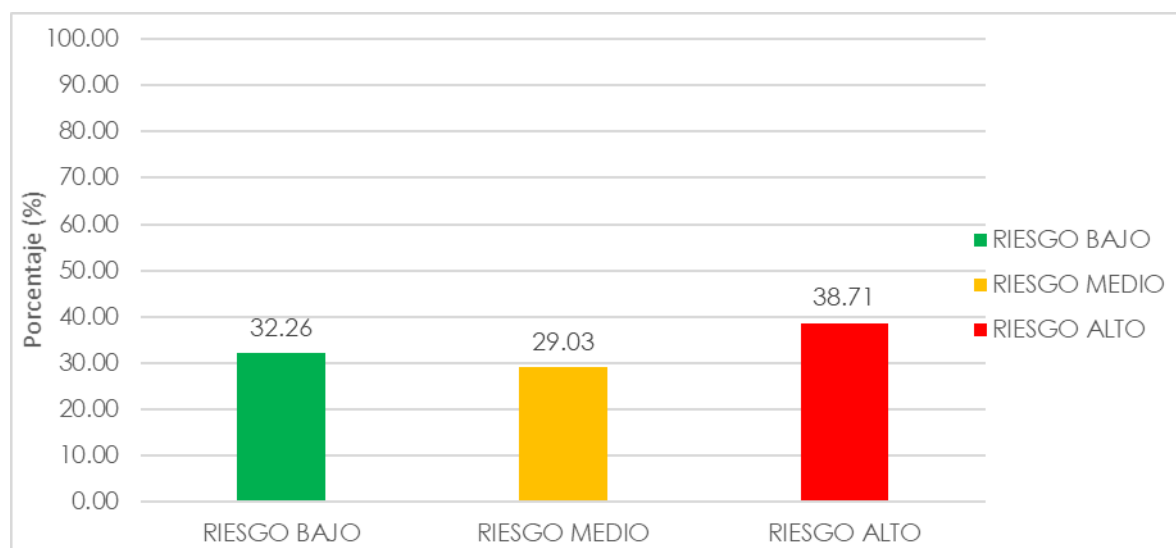


Figura 4.2 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por tipo de riesgo de padecer AOS, resultados del cuestionario STOP-BANG

En la prueba STOP-BANG aplicada a la población de conductores de transporte de pasajeros se obtuvo que el 38.71% de los sujetos tienen riesgo alto de padecer AOS, 29.03% poseen un riesgo medio y 32.26% de los sujetos tienen un riesgo bajo. Se puede apreciar un claro y considerable incremento en los porcentajes de riesgo medio y alto para los sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros, con respecto a los porcentajes para la población de conductores de automóviles, ya que estos se triplican.

En la Figura 4.3 se presentan los porcentajes de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por tipo de riesgo de padecer AOS.

En la prueba STOP-BANG aplicada a la población de conductores de camiones de carga se observa que el 25.81% de los sujetos tienen riesgo alto de padecer AOS, 25.81% poseen un riesgo medio y 48.38% de los sujetos en estudio tienen un riesgo bajo. Se puede apreciar un claro y considerable incremento en el riesgo medio y alto de padecer AOS respecto a la población de conductores de automóviles, al igual que en la población de conductores de transporte de pasajeros.

Comparando a la población de conductores profesionales del autotransporte federal se observa que son los conductores de transporte de pasajeros los que presentan el mayor porcentaje de conductores con riesgo alto de padecer AOS.

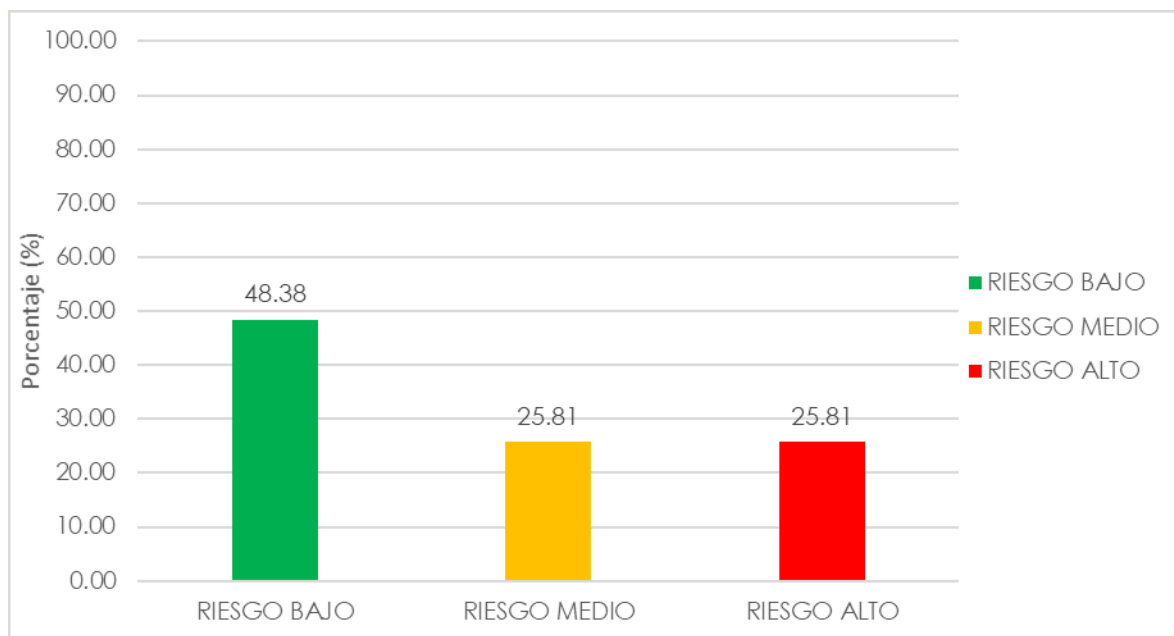


Figura 4.3 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de camiones de carga por tipo de riesgo de padecer AOS, resultados del cuestionario STOP-BANG

4.2 Cuestionario “STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal”

El cuestionario “STOP-BANG- Conductores del Servicio Público Federal” es una variante propuesta en esta investigación, con preguntas adicionales a las ocho habituales del “STOP-BANG”, dirigidas a conocer los hábitos de conducción y tiempo de descanso de los conductores del autotransporte federal; buscando determinar las condiciones de trabajo a las que están sujetos con la finalidad de detectar distancias recorridas, tiempos de conducción, pausas y hábitos de descanso y alimentación.

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre los valores registrados mediante el cuestionario STOP-BANG Conductores del Servicio Público Federal, respecto a los tiempos de conducción y pausas establecidos en la NOM-087. Este análisis se hace para los conductores de transporte de pasajeros y para los conductores de camiones de carga, ya que dicha normativa aplica únicamente para estas dos poblaciones de conductores.

Los tiempos de conducción y pausas establecidos en la NOM-087 considerados en este análisis son los siguientes:

- Todo conductor debe realizar una pausa de 30 minutos cuando ha conducido hasta cinco horas continuas.
- Para conductores de transporte de pasajeros, si el tiempo de conducción de una ruta de un servicio directo es mayor a cinco pero menor a siete horas, el conductor

podrá omitir la pausa de 30 minutos, teniendo posteriormente una pausa de descanso mínima de cuatro horas continuas.

- Para conductores de camiones de carga, en rutas que impliquen un tiempo de conducción máxima de 14 horas, el conductor debe tener una pausa no menor a ocho horas continuas, sin menoscabo de cumplir con la pausa mínima establecida de 30 minutos; sin exceder las 14 horas de conducción en un periodo de 24 horas.

4.2.1 Conductores del transporte de pasajeros

La Figura 4.4 muestra la relación entre la cantidad de pausas y las horas de conducción para los conductores de transporte de pasajeros, se observa que aquellos que conducen más de cinco horas continuas realizan un descanso, mientras que la mayoría que realizan viajes cortos (menores a cinco horas) no realizan ningún descanso. Comparando los valores reportados contra lo estipulado en la normativa, se observa que la totalidad de sujetos de la población cumple con los criterios de descanso (pausa) estipulados en la NOM-087.

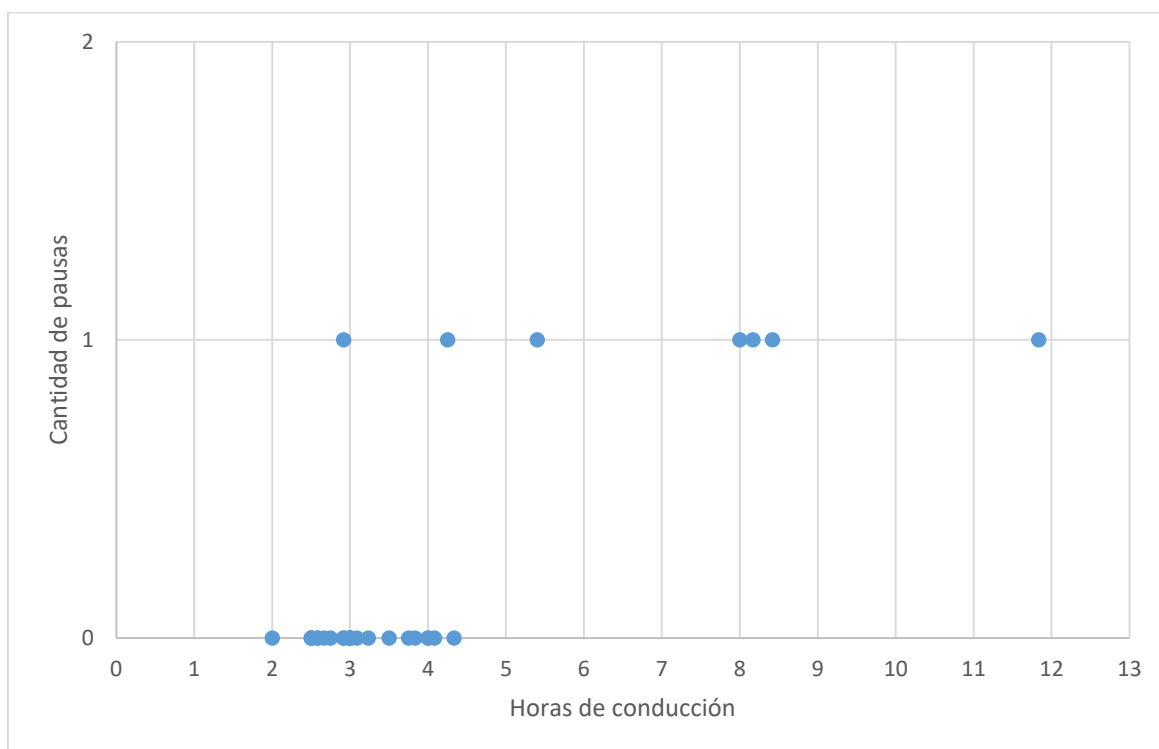


Figura 4.4 Relación entre cantidad de pausas y horas de conducción para los conductores de transporte de pasajeros

En la Figura 4.5 se muestra un análisis similar, pero en este caso se hizo para la relación entre las horas de descanso y las horas de conducción a la semana; haciendo una comparación con lo reportado por los conductores entrevistados contra lo estipulado en la NOM-087. De acuerdo a la norma, la cantidad máxima de

horas de conducción continua para los conductores de transporte de pasajeros es de siete horas, estando establecido un descanso intermedio mínimo de cuatro horas; al ser acumuladas estas cifras para una semana, el límite máximo de horas de conducción es de 98 horas, mientras que el mínimo de horas de descanso es de 63 horas (indicada con una línea continua en la figura). Comparando estos parámetros indicados en la norma con la realidad de los conductores de transporte de pasajeros se observa que la mayoría de los sujetos entrevistados cumplen con lo estipulado en la norma, únicamente dos sujetos reportan relaciones de horas de conducción contra horas de descanso a la semana superiores a las estipuladas en la norma.

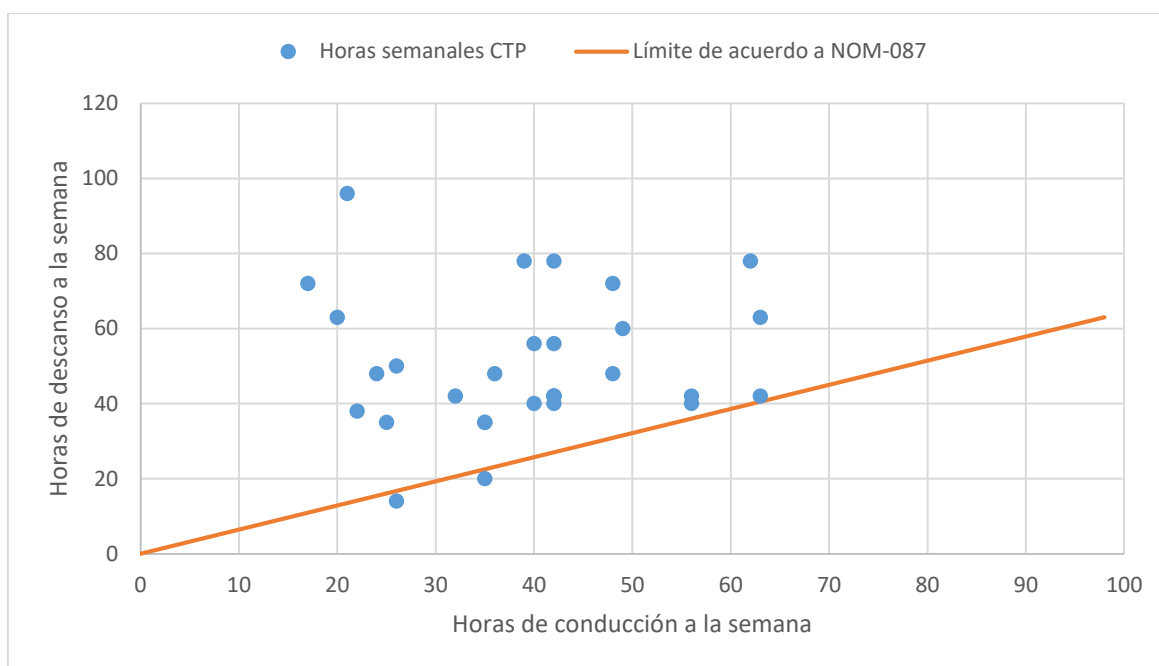


Figura 4.5 Relación entre horas de descanso y horas de conducción a la semana, para los conductores de transporte de pasajeros

En la Figura 4.6 se muestra la relación entre las horas de descanso previas al último viaje y las horas de conducción registradas por los conductores de transporte de pasajeros; se indica con una línea continua delgada las horas mínimas de descanso y con una línea continua gruesa las horas máximas de conducción. En la figura se observa que sólo uno de los conductores entrevistados no cumple con las cuatro horas mínimas de descanso estipuladas en la NOM-087; sin embargo, se observa que el 52% de la población no cubre el descanso mínimo de ocho horas previas a su viaje. Adicionalmente se observa que son únicamente cuatro sujetos los que condujeron más de ocho horas continuas (de las siete como máximas establecidas en la norma), incluso se reportó un caso de más de 11 horas de conducción continua.

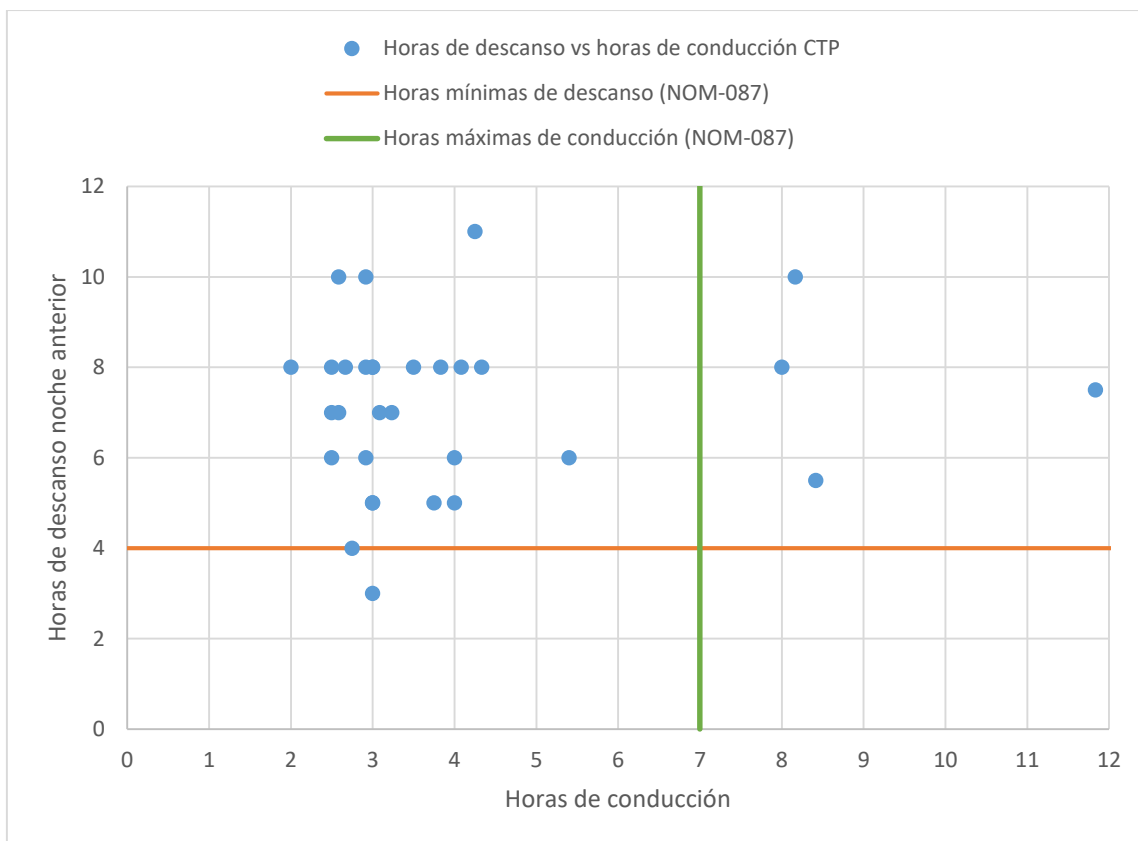


Figura 4.6 Relación entre las horas de descanso de la noche anterior al viaje y horas de conducción para los conductores de transporte de pasajeros

4.2.2 Conductores de camiones de carga

La Figura 4.7 muestra la relación entre la cantidad de pausas y las horas de conducción para los conductores de camiones de carga, se observa que los que reportan 10 o más horas de conducción realizan un descanso, mientras que los que presentan menos de cuatro horas de conducción no realizaron ninguna pausa. De acuerdo a la normativa todos aquellos sujetos que han conducido por periodos mayores a las 5.5 horas deben realizar un descanso; sin embargo, se observa que aproximadamente el 10% de la población de conductores de camiones de carga no cumplen con esta especificación de la NOM-087.

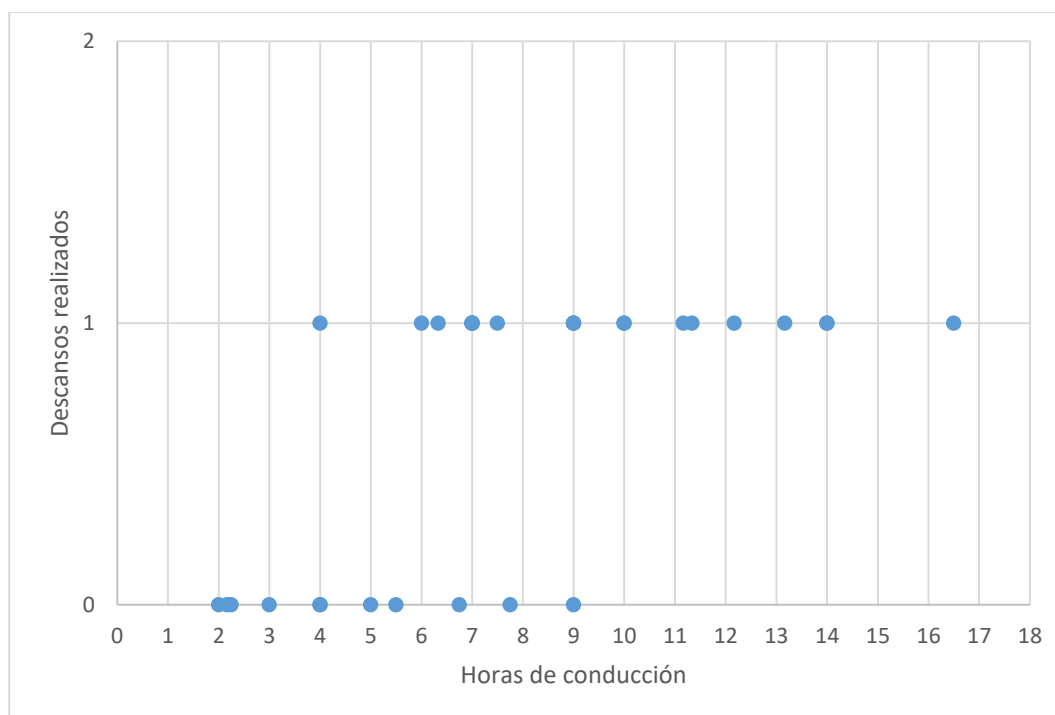


Figura 4.7 Relación entre cantidad de pausas y horas de conducción para los conductores de camiones de carga

En la Figura 4.8 se muestra la relación entre las horas de descanso y las horas de conducción a la semana para los conductores de camiones de carga; haciendo una comparación similar al caso de los conductores del transporte de pasajeros, lo reportado por los conductores entrevistados contra lo estipulado en la NOM-087. De acuerdo a la norma, para 98 horas de conducción a la semana se requieren 63 horas de descanso (indicada con una línea continua en la gráfica); en la figura se observa que únicamente dos de los conductores de camiones de carga entrevistados son los que no cumplen con sus horas de descanso mínimas de acuerdo a las horas de conducción reportadas para una semana.

Finalmente, en la Figura 4.9 se muestra la relación entre las horas de descanso previas al último viaje y las horas de conducción registradas por los conductores de camiones de carga; se indica con una línea continua delgada las horas mínimas de descanso y con una línea continua gruesa las horas máximas de conducción. En la figura se observa que el 32% de los conductores entrevistados no descansan ocho horas antes de la realización de un viaje; de éstos se reportan tres casos críticos en los que los conductores manifiestan no haber descansado nada antes de su último viaje con duraciones siete, 10 y 14 horas. El restante 68% de la población de conductores entrevistados reportan haber descansado por lo menos ocho horas, previo a viajes que van desde las dos hasta las 14 horas de duración. Adicionalmente se observa que un sujeto de la población es el que no respeta el límite máximo de horas de conducción de 14 horas establecidas en la norma, al reportar más de 16 horas de conducción.

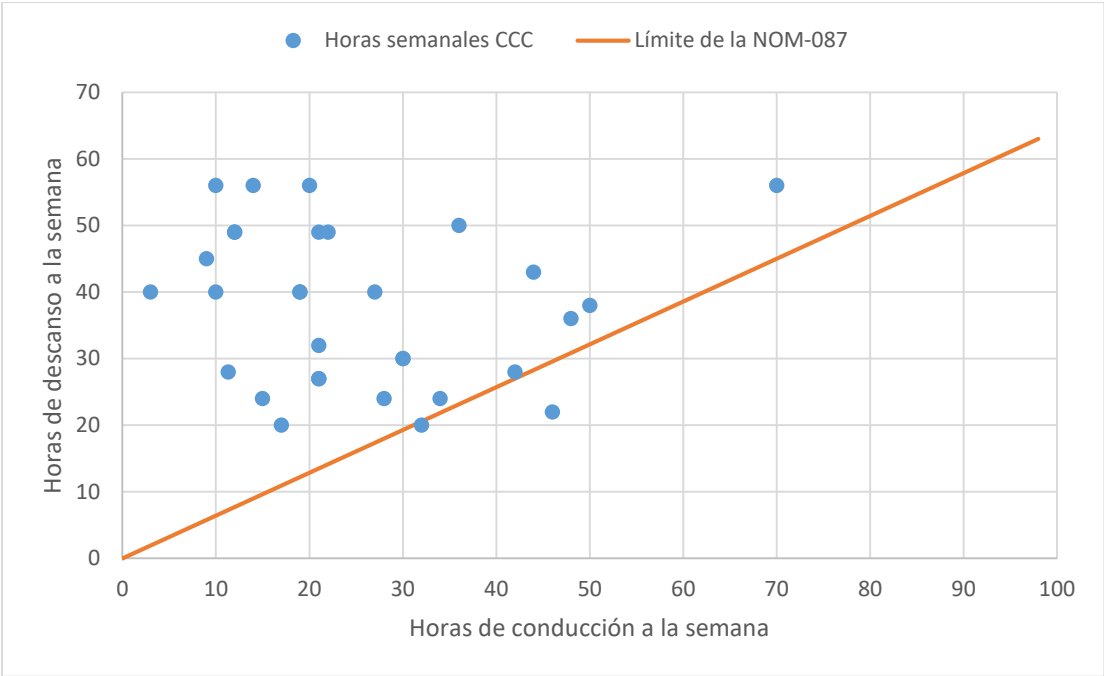


Figura 4.8 Relación entre horas de descanso intermedios y horas de conducción para los conductores de camiones de carga

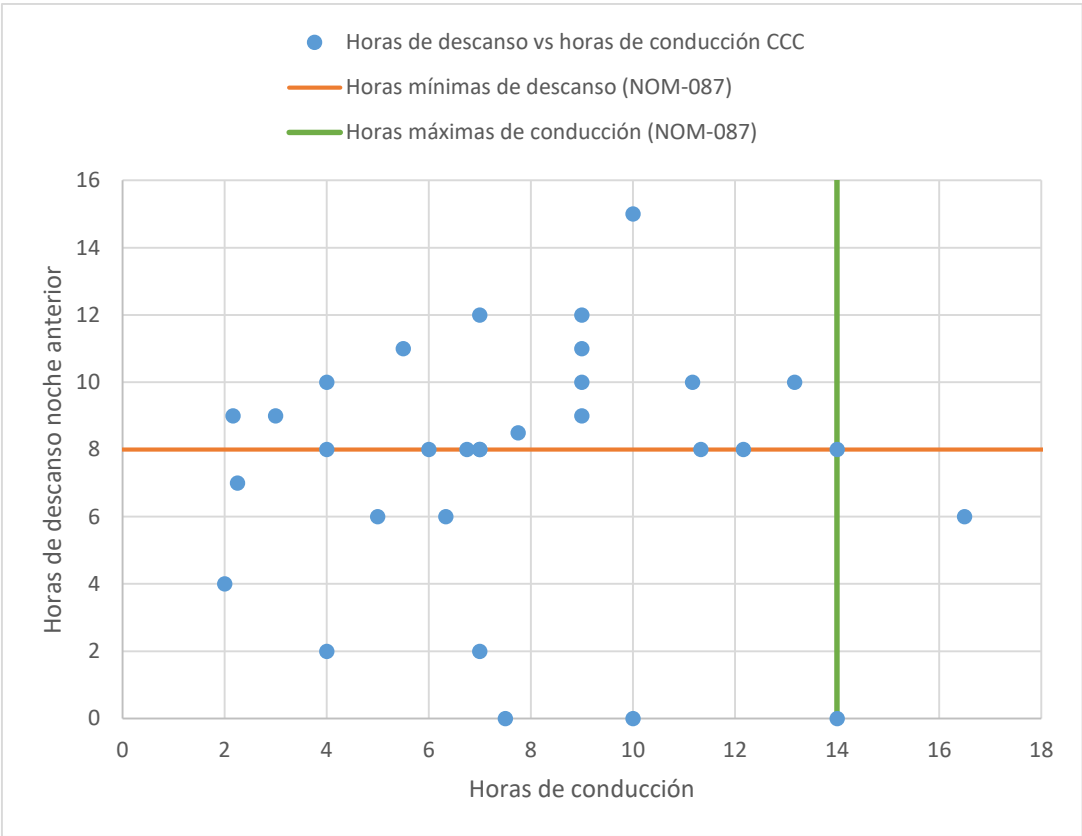


Figura 4.9 Relación entre horas de descanso de la noche anterior al viaje y horas de conducción para los conductores de camiones de carga

4.3 Cuestionario *Epworth*

El cuestionario *Epworth* consta de ocho preguntas vinculadas a la predisposición del conductor a quedarse dormido: Severa o Excesiva, Moderada o Marginal y Leve o Normal. Si el usuario presenta Somnolencia Excesiva Diurna (SED), indica una alta probabilidad de quedarse dormido durante el día mientras conduce; si presenta Somnolencia Marginal Diurna (SMD), indica que pudiera presentar sueño durante el día y si presenta Somnolencia Normal Diurna (SND), indica que casi no manifiesta sueño durante el día, encontrándose dentro de la media poblacional.

En la Figura 4.10 se muestran los porcentajes para sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de somnolencia.

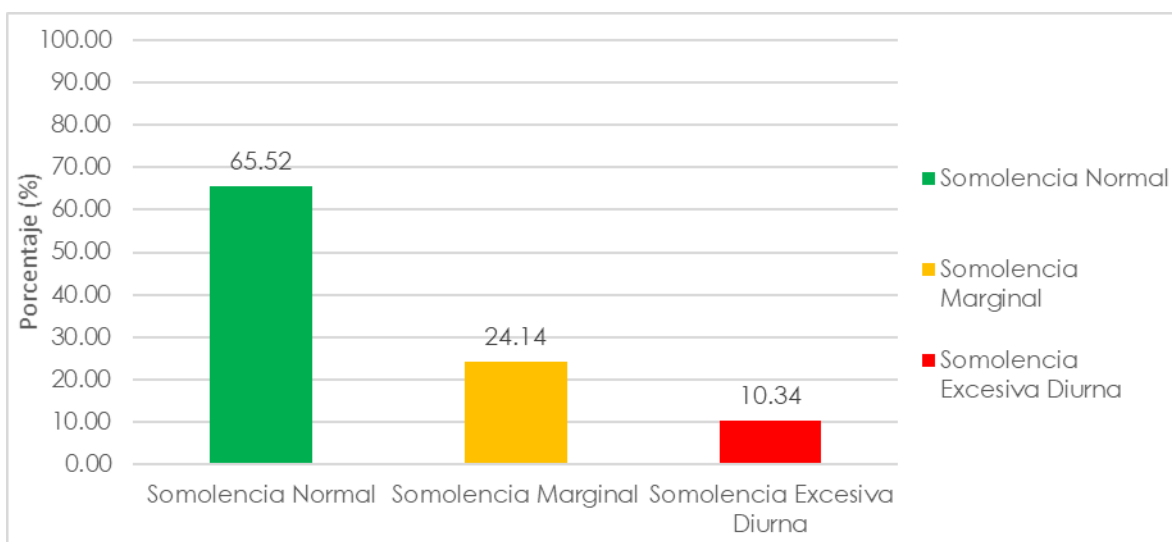


Figura 4.10 Porcentaje para sujetos de la población de conductores de automóviles por tipo de somnolencia. Resultados cuestionario Epworth

En los resultados mostrados en la Figura 4.10 se puede observar que el 10.34% de los sujetos poseen SED, que indica una alta probabilidad de quedarse dormido, el 24.14% de ellos presenta SMD, es decir, que pudiera presentar sueño durante el día, mientras que el restante 65.52% presentan SND, es decir, que casi no manifiesta sueño durante el día.

En la Figura 4.11 se muestra el porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por tipo de somnolencia. En los resultados se observa que el 3.23% de los sujetos poseen SED, 25.81% presentan SMD, mientras que el 70.97% reportan SND.

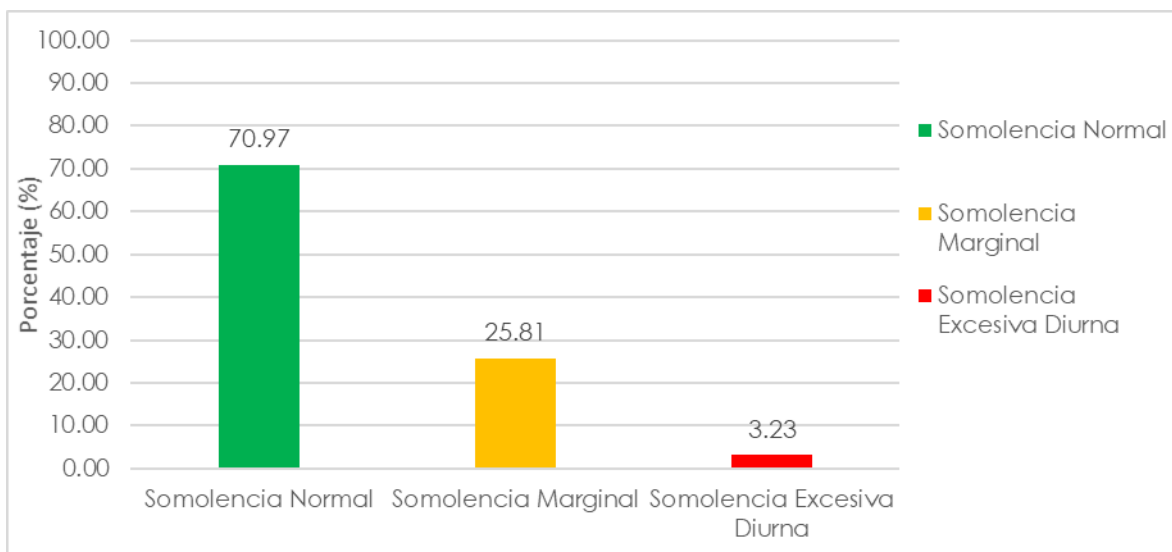


Figura 4.11 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por tipo de somnolencia, resultados del cuestionario Epworth

Al comparar los porcentajes por tipo de somnolencia de los conductores de transporte de pasajeros contra los conductores de automóviles, se observa que son estos últimos los que reportan un mayor porcentaje de sujetos con SED, mientras que el porcentaje de los sujetos con SMD se conserva muy similar para ambas poblaciones.

En la Figura 4.12 se muestra el porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por tipo de somnolencia.

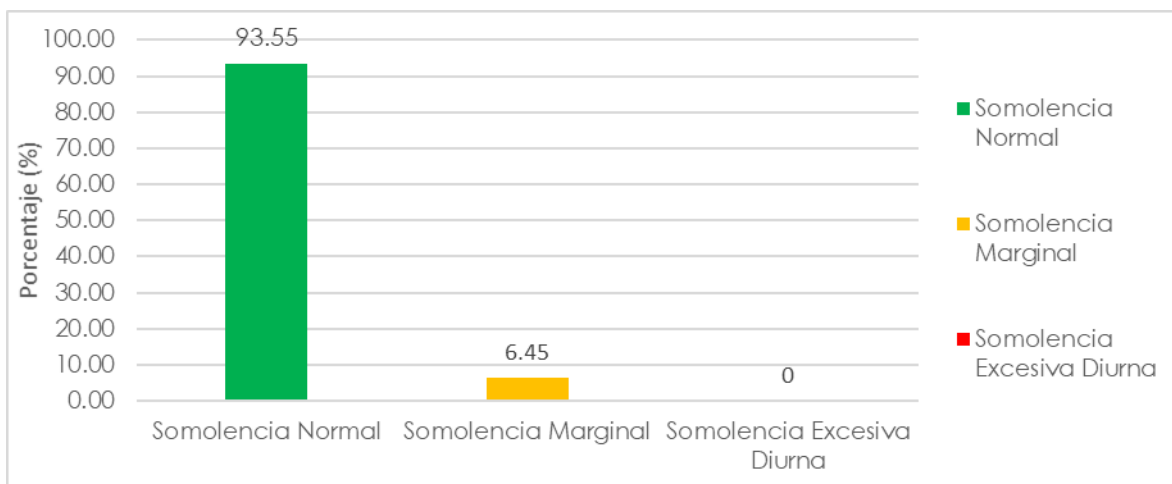


Figura 4.12 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por tipo de somnolencia, resultados del cuestionario Epworth

En los resultados mostrados en la Figura 4.12 se puede observar que ninguno de los sujetos entrevistados reporta SED, el 6.45% de los conductores presentan SMD y el 93.55% reportan SND.

Se observan grandes cambios en la distribución de porcentajes de sujetos por tipo de somnolencia con respecto a los porcentajes obtenidos para la población de conductores de automóviles y la población de conductores de transporte de pasajeros, ya que en la población de conductores de camiones de carga se contabilizan más los sujetos con SND e incluso se puede apreciar que no hubo casos de conductores con SED.

4.4 Cuestionario de “Matutinidad-Vespertinidad”

El cuestionario de “Matutinidad-Vespertinidad” o también conocido como “Cronotipo” está conformado por cinco reactivos que se aplican con el fin de saber cuál es la tendencia habitual del sujeto a ser matutino o vespertino, pudiéndose presentar los siguientes casos: “Claramente Matutinos”, “Moderadamente Matutinos”, “Ningún Tipo”, “Moderadamente Vespertino” y “Claramente Vespertino”.

La Figura 4.13 muestra los porcentajes de sujetos de la población de conductores de automóviles por cronotipo.

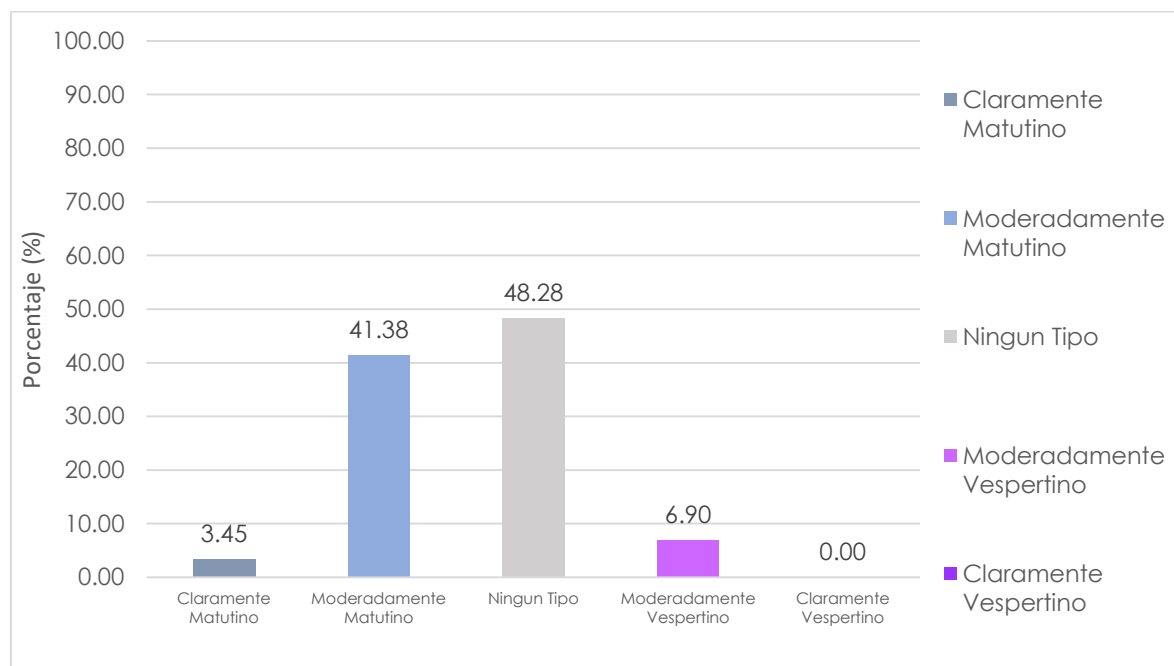


Figura 4.13 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad

En los resultados mostrados en la Figura 4.13 se puede observar que 3.45% de los sujetos son del tipo “Claramente Matutinos”, 41.38% son del tipo “Moderadamente Matutinos”, 48.28% es de la categoría “Ningún Tipo”, 6.90% son del tipo “Moderadamente Vespertino” y no se reportan casos del tipo “Claramente Vespertino”. De la figura se observa que casi la mitad de la población entrevistada no presenta tendencia alguna hacia lo matutino o vespertino.

La Figura 4.14 presenta los porcentajes de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por cronotipo.

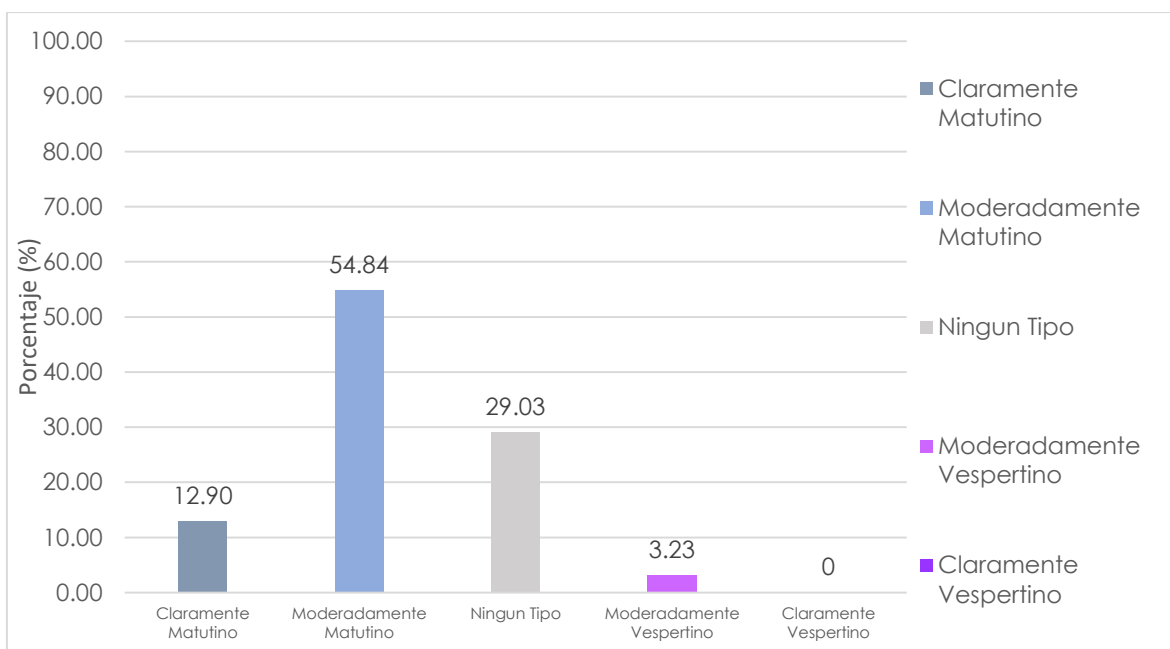


Figura 4.14 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad

De los resultados mostrados en la Figura 4.14 se obtiene que 12.90% de los sujetos son del tipo “Claramente Matutinos”, 54.84% son del tipo “Moderadamente Matutinos”, 29.03% es de la categoría “Ningún Tipo”, 3.23% son del tipo “Moderadamente Vespertino” y no se reportaron casos con “Claramente Vespertino”. A diferencia de los conductores de automóviles cuya mayoría no reporta tendencia hacia lo matutino o vespertino, en el caso de los conductores de transporte de pasajeros es evidente su tendencia a ser personas matutinas.

La Figura 4.15 ilustra los porcentajes de sujetos de la población de conductores de carga por cronotipo.

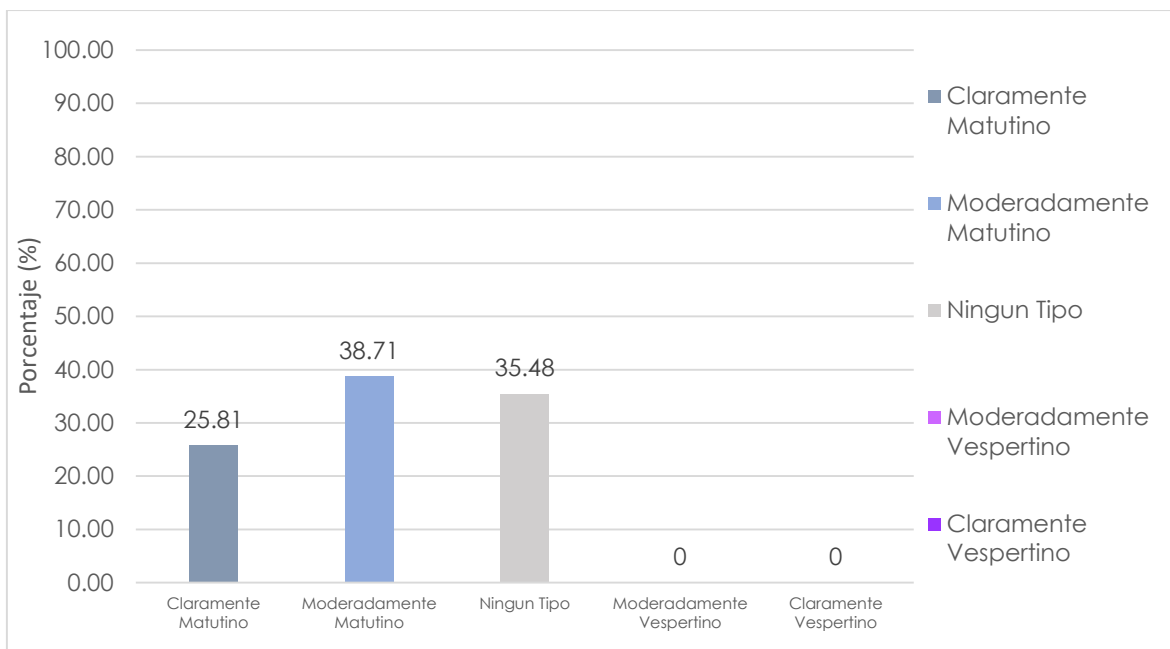


Figura 4.15 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por su cronotipo, resultados del cuestionario de Matutinidad-Vespertinidad

De los resultados mostrados en la Figura 4.15 se observa que el 25.81% de los sujetos son del tipo “Claramente Matutinos”, 38.71% son del tipo “Moderadamente Matutinos” y el restante 35.48% es de la categoría “Ningún Tipo”, para esta población no se registraron sujetos que se clasifiquen en el cronotipo de vespertinos. También se observa una preferencia totalmente matutina en este tipo de conductores.

4.5 Prueba PVT-B

Se aplicó la prueba “PVT-B” a cada una de las poblaciones estudiadas en esta investigación. La prueba consiste en una variación de la prueba original “PVT” de 10 minutos en una versión corta, pero significativa, de tres minutos, en donde se sitúa al sujeto de estudio frente a una pantalla de computadora y se le somete a un ambiente monótono con un estímulo generado de manera aleatoria por un círculo rojo en la pantalla, al cual tiene que reaccionar presionando un botón de la computadora, todo esto con la finalidad de recopilar los tiempos de reacción que clasifican el estado de alerta de cada sujeto en: Muy rápido ($TR \leq 150$ milisegundos), Correcto ($150 \text{ milisegundos} < TR \leq 500 \text{ milisegundos}$), Letargo ($500 \text{ milisegundos} < TR \leq 30,000 \text{ milisegundos}$) y Ataque de sueño ($TR > 30,000 \text{ milisegundos}$).

En la Figura 4.16 se presenta el porcentaje de conductores de automóviles de acuerdo a su estado de alerta obtenido con base en los tiempos de reacción medidos con la prueba PVT-B. De igual forma, la Figura 4.17 muestra los porcentajes para los conductores de transporte de pasajeros y la Figura 4.18 muestra los porcentajes para los conductores de camiones de carga.

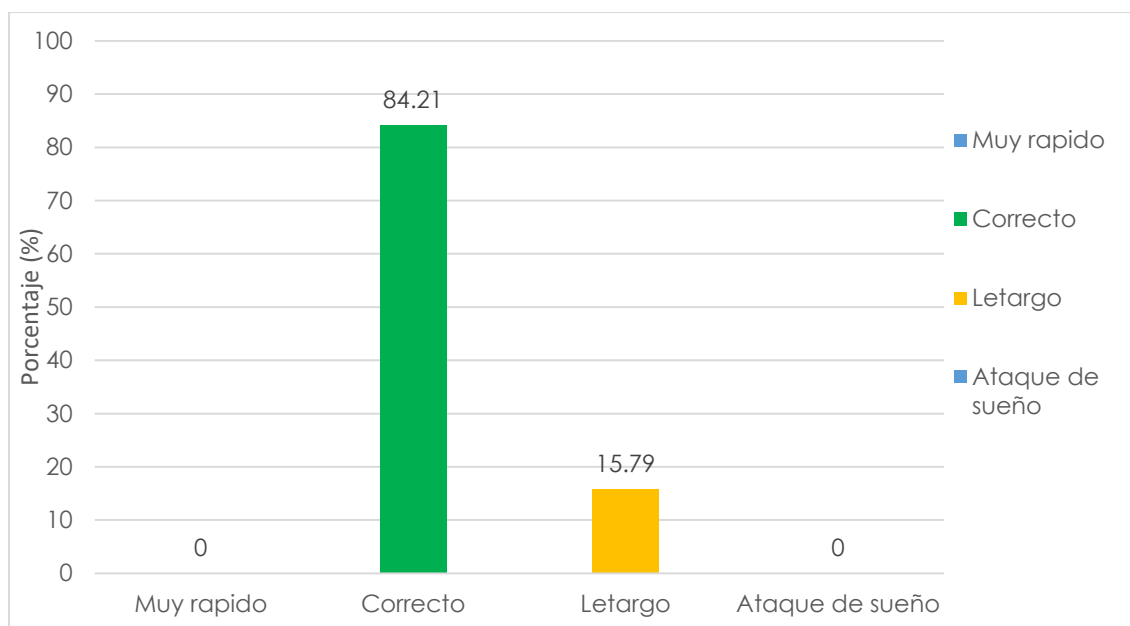


Figura 4.16 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B

Como resultado de la prueba PVT-B aplicada a los conductores de automóviles, en la Figura 4.16 se aprecia que el 84.21% de sujetos se encontraban en un estado de alerta correcto, 15.79% se encontraban en un estado alestargado y no se presentaron conductores en un estado de alerta muy rápido o en un ataque de sueño.

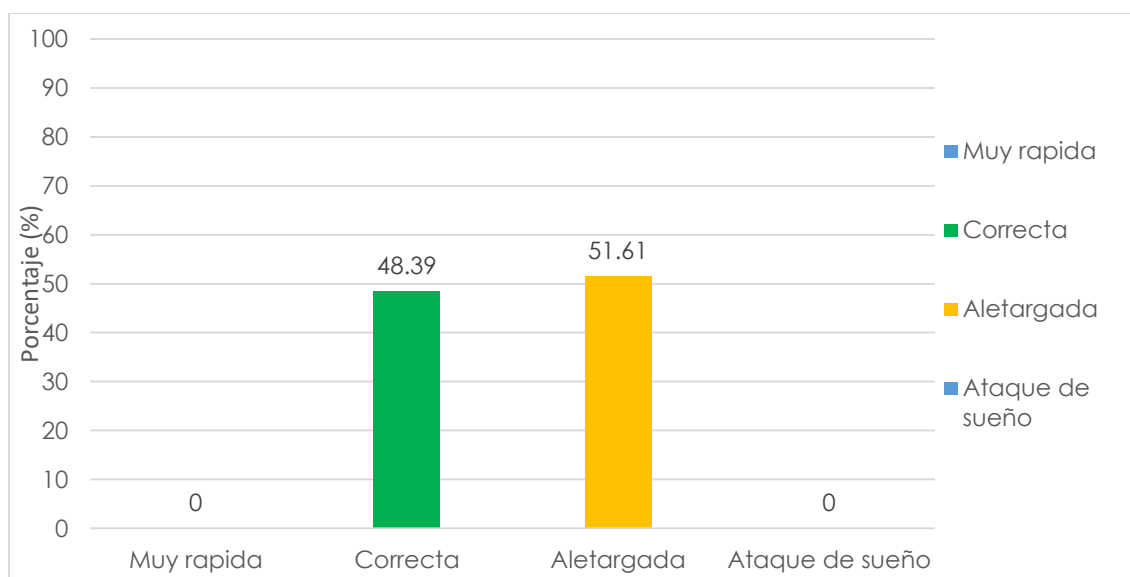


Figura 4.17 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B

En la Figura 4.17 se aprecia que para los conductores de transporte de pasajeros el 51.61% de los sujetos de la población se encontraban en un estado alestargado y 48.39% se encontraban en un estado correcto; al igual que para la población de

conductores de automóviles, no se obtuvieron registros de sujetos en un estado de alerta muy rápido o en un ataque de sueño.

A diferencia de los conductores de automóviles, que en su mayoría presentan un estado de alerta correcto, para los conductores de transporte de pasajeros se observa un incremento en el tiempo de reacción promedio, incrementándose la cantidad de sujetos en estado aletargado.

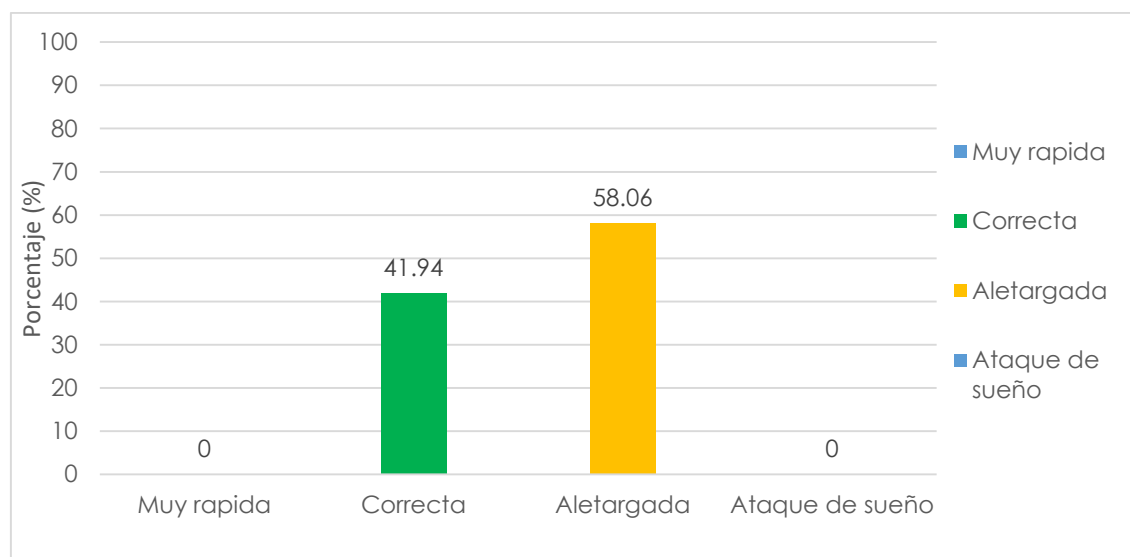


Figura 4.18 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por estado de alerta, resultados de la prueba PVT-B

En la Figura 4.18 se aprecia que para los conductores de camiones de carga el 58.06% de sujetos de la población se encontraban en un estado aletargado y 41.94% de sujetos se encontraban un estado de alerta correcto. Al igual que en la población de conductores de automóviles y transporte de pasajeros, no se obtuvieron registros de sujetos en un estado de alerta muy rápido o en ataque de sueño.

Se observa el incremento considerable en el porcentaje de los conductores de camiones de carga en estado aletargado (58.06%) con respecto a la población de conductores de automóviles (15.79%), considerándose que más de la mitad de los sujetos de esta población no se encuentra en un estado de alerta óptimo para conducir ($TR > 500$ milisegundos). Por otro lado, a diferencia de algunos conductores de transporte de pasajeros que llegan a reportar tiempos de reacción promedio superiores a los 800 milisegundos, para esta población de conductores de camiones de carga los datos registrados no superan los 700 milisegundos.

En las Figuras 4.19, 4.20 y 4.21 se presentan las ojivas de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción promedio de los sujetos de cada una de las poblaciones analizadas, mediante las cuales se determina el Percentil 85 (P-85) que representa el comportamiento general de cada población.

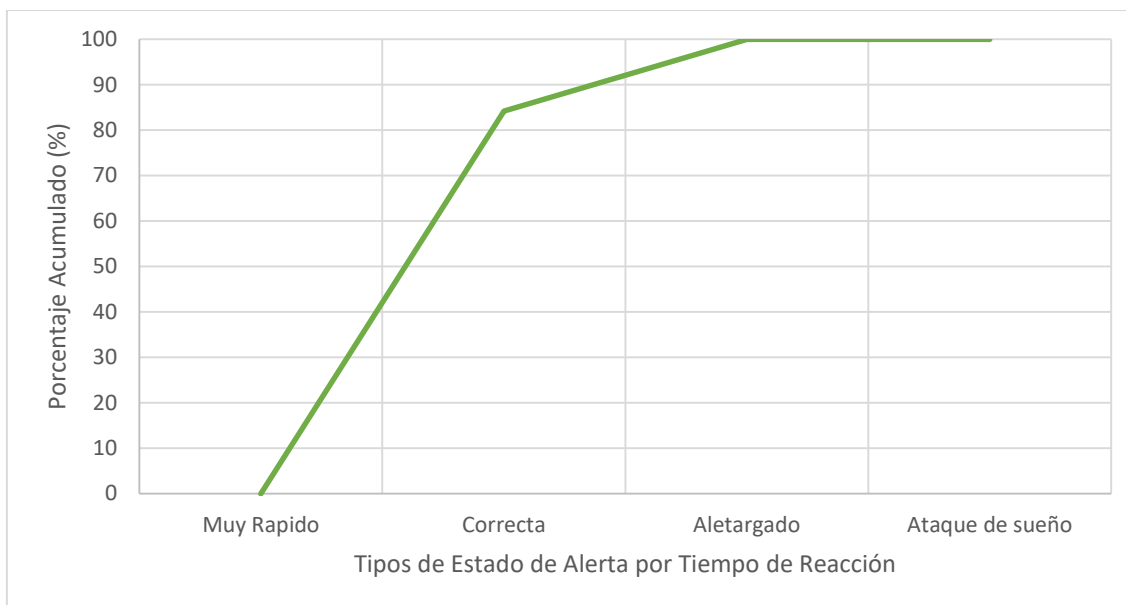


Figura 4.19 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de automóviles, resultados de la prueba PVT-B

La Figura 4.19 presenta los tiempos de reacción promedio de los sujetos de la población de conductores de automóviles, en porcentaje acumulado. Se puede observar que el P-85 para estos conductores es de aproximadamente 400 milisegundos, lo que indica que en general los conductores de automóviles reportan un estado de alerta correcto.

La Figura 4.20 presenta el promedio de los tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros, en porcentaje acumulado. Para este tipo de conductores se observa que el P-85 de los tiempos de reacción es de 860 milisegundos, es decir, que para esta población en general, los conductores reportan un estado aletargado.

La Figura 4.21 presenta el promedio de los tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de camiones de carga, en porcentaje acumulado. Se observa esta vez que el P-85 de los tiempos de reacción es de 650 milisegundos, lo que indica que, en general, los conductores de camiones de carga reportan un estado aletargado.

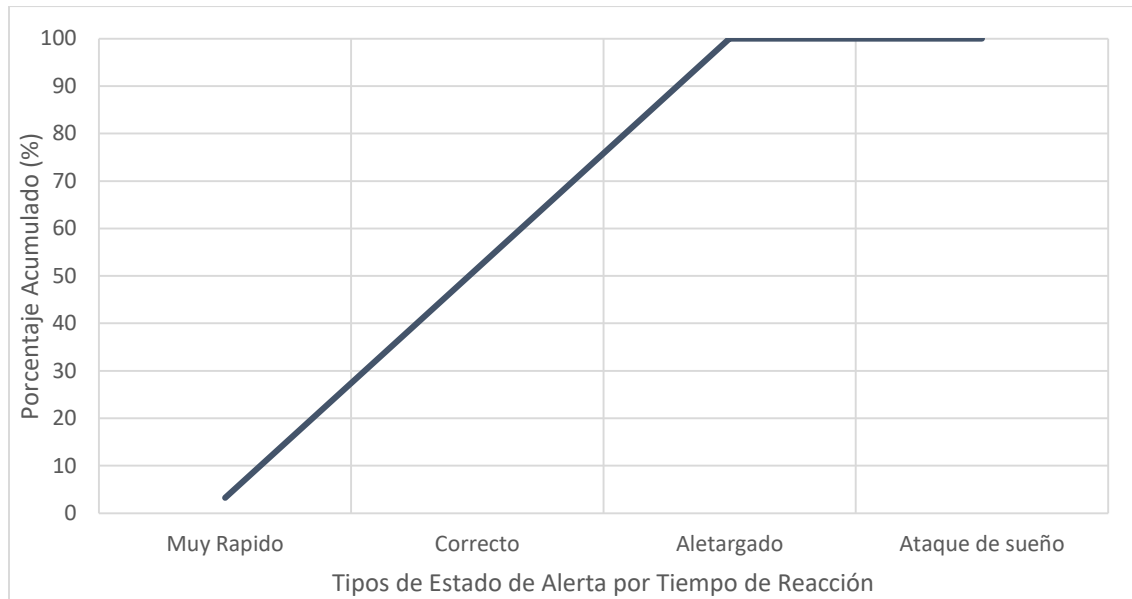


Figura 4.20 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros, resultados de la prueba PVT-B

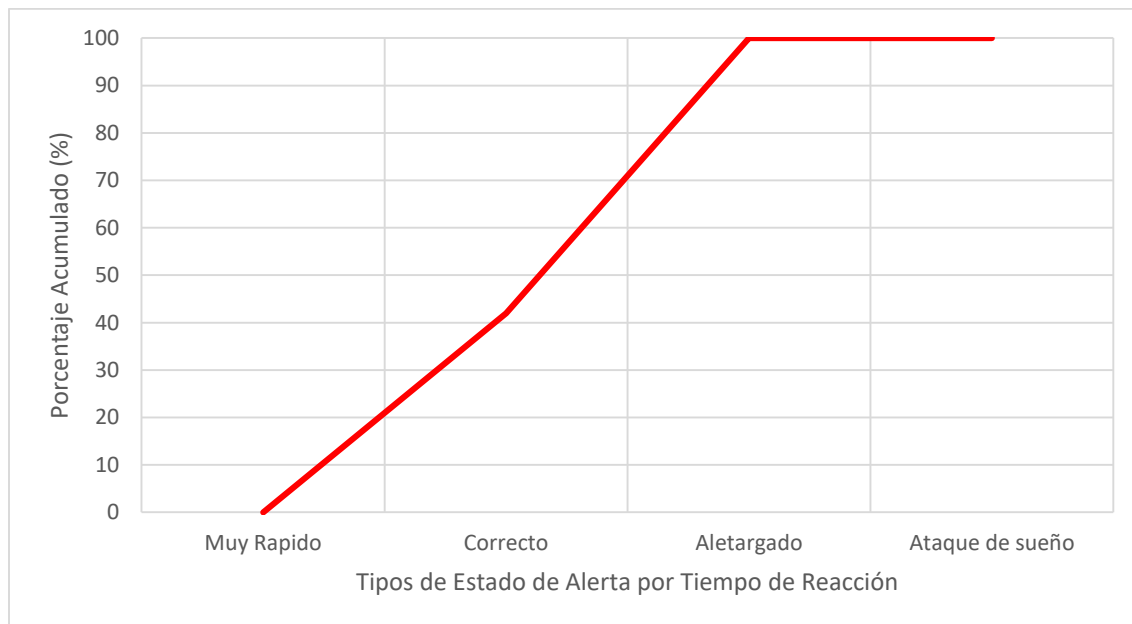


Figura 4.21 Ojiva de distribución de porcentajes acumulados de tiempos de reacción de los sujetos de la población de conductores de camiones de carga, resultados de la prueba PVT-B

Comparando los resultados de cada población, se observa que son los conductores de transporte de pasajeros los que reportan los mayores tiempos de reacción, presentando un estado aletargado, con mayores tiempos de reacción promedio, en más de 200 milisegundos, con respecto a los conductores de camiones de carga y en más de 400 milisegundos, con respecto a los conductores de automóviles. En ambas poblaciones, conductores de transporte de pasajeros y de camiones de

carga, presentan altos porcentajes de conductores (más del 50%) que no se encuentran en un estado de alerta óptimo para conducir ($TR > 500$ milisegundos).

4.6 Cuestionario escala de somnolencia “Karolinska”

Por último, el cuestionario escala de somnolencia Karolinska mide de manera subjetiva el estado en cómo se siente el conductor en términos de somnolencia en nueve categorías. Este cuestionario se ligó estrechamente a la prueba PVT-B, debido a que se complementan por brindar una evaluación subjetiva por parte de este cuestionario y una evaluación objetiva por parte de la prueba “PVT-B”. Este cuestionario es el único que está condicionado a aplicarse en el instante inmediato siguiente a la aplicación de la prueba PVT-B. Las nueve categorías en las que se cataloga a cada conductor según su estado son: 1. Extremadamente despierto, 2. Muy despierto, 3. Despierto, 4. Más o menos despierto, 5. Ni despierto, ni somnoliento, 6. Algunos signos de somnolencia, 7. Somnoliento, pero sin esfuerzo para mantenerse despierto, 8. Somnoliento, algún esfuerzo para mantenerse despierto y 9. Muy somnoliento, gran esfuerzo para mantenerse despierto, luchando contra el sueño.

En las Figuras 4.22, 4.23 y 4.24 se muestran los porcentajes de los sujetos por tipo de estado de autopercepción en prueba Karolinska, para cada población evaluada en la presente investigación.

En la Figura 4.22 se muestran los resultados de la prueba Karolinska aplicada a la población de conductores de automóviles y se observa que el 5.26% de sujetos se percibe en estado tipo dos “muy despierto”, 78.95% en estado tipo tres “despierto”, 5.26% en estado tipo cinco “ni despierto ni somnoliento” y 10.53% en estado tipo seis “algunos signos de somnolencia”, para los demás tipos de estado de somnolencia no se obtuvieron registros.

En la Figura 4.23 se muestran los resultados de la prueba Karolinska aplicada a la población de conductores de transporte de pasajeros y se observa que el 6.45% de sujetos se percibe en estado tipo uno “extremadamente despierto”, 29.03% en estado tipo dos “muy despierto”, 54.84% en estado tipo tres “despierto”, 3.23% en estado tipo cuatro “más o menos despierto”, 3.23% en estado tipo cinco “ni despierto ni somnoliento” y el restante 3.23% en estado tipo seis “algunos signos de somnolencia”, en los demás tipos de estado no se obtuvieron registros.

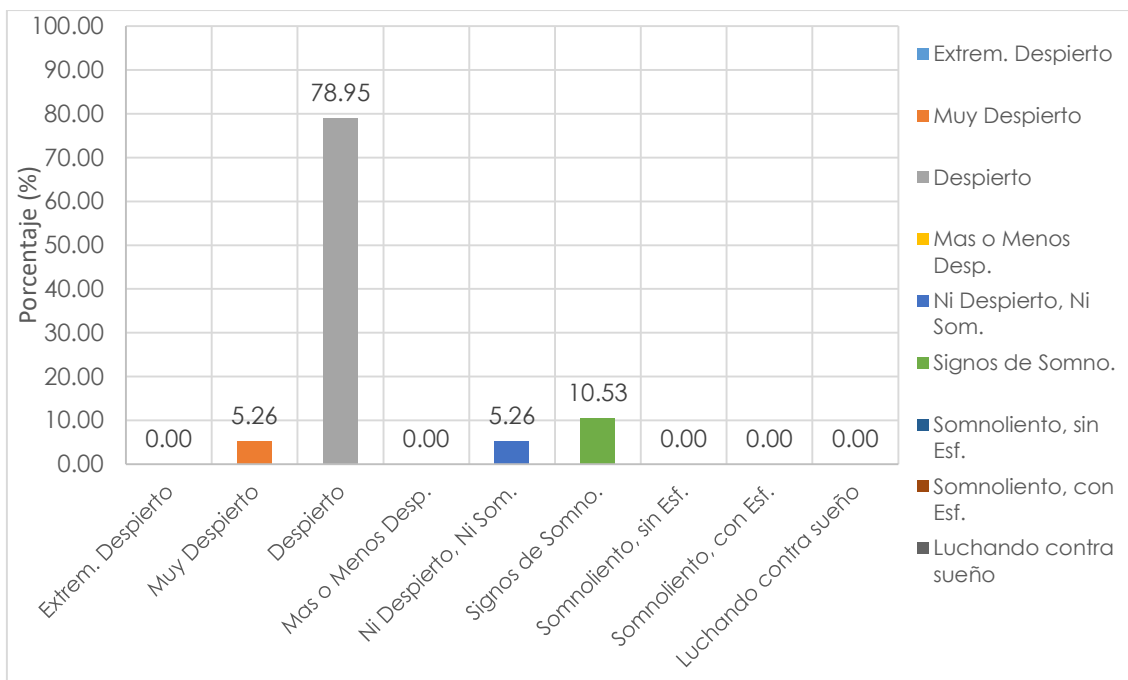


Figura 4.22 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de automóviles por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska

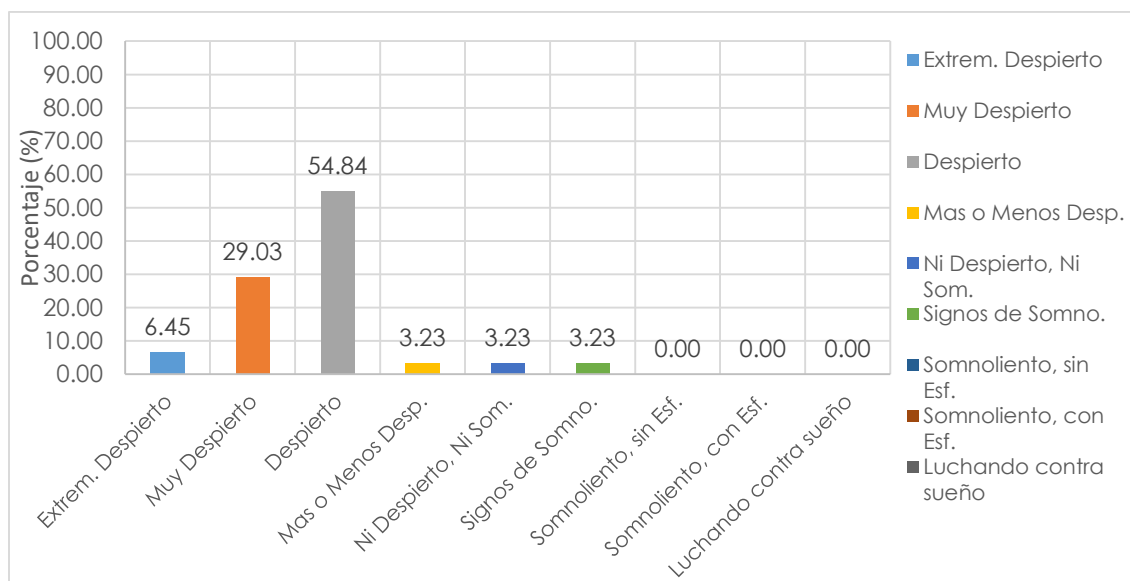


Figura 4.23 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de transporte de pasajeros por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska

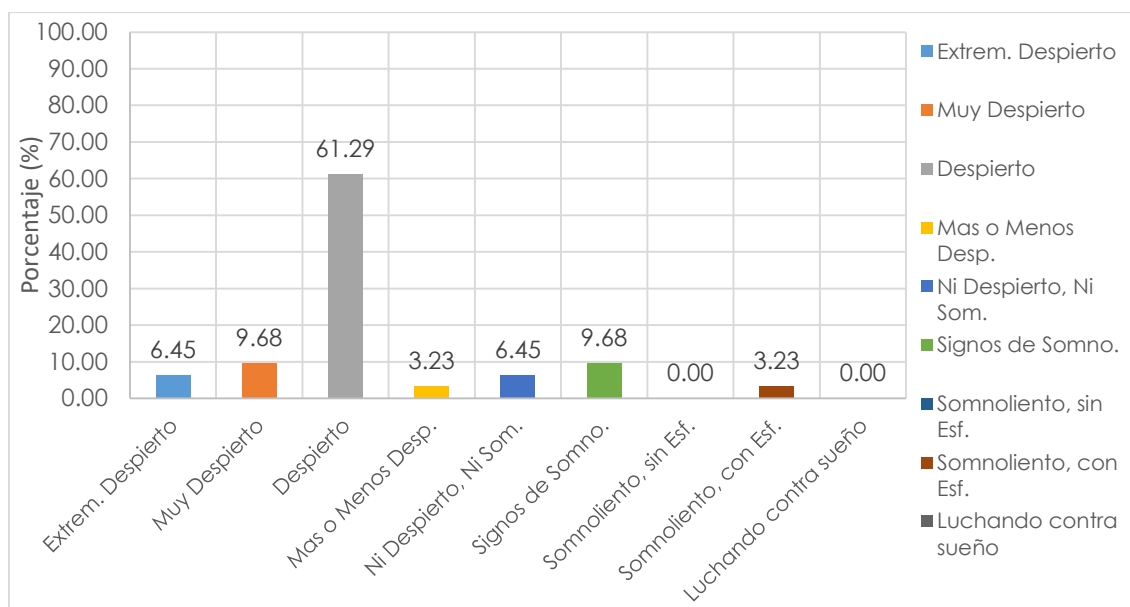


Figura 4.24 Porcentaje de sujetos de la población de conductores de camiones de carga por estado de somnolencia, resultados del cuestionario de escala de somnolencia Karolinska

En la Figura 4.24 se muestran los resultados de la prueba Karolinska aplicada a la población de conductores de camiones de carga y se observa que el 6.45% de sujetos se encuentran en estado tipo uno “extremadamente despierto”, 9.68% de sujetos están en estado tipo dos “muy despierto”, 61.29% de sujetos están en estado tipo tres “despierto”, 3.23% de sujetos están en estado tipo cuatro “más o menos despierto”, 6.45% de sujetos están en estado tipo cinco “ni despierto ni somnoliento”, 9.68% de sujetos están en estado tipo seis “algunos signos de somnolencia”, el restante 3.23% de sujetos están en estado tipo ocho “somnoliento, con algún esfuerzo para mantenerse despierto” y para los demás tipos de estado no se registraron sujetos.

Más de la mitad de los conductores encuestados en las tres poblaciones se autopercebe como “despierto”; la población de los conductores de automóviles es la que tiene mayor porcentaje (78.95%), seguida de los conductores de carga (61.29%) y, finalmente, los conductores del transporte de pasajeros (54.84%). Destaca el porcentaje de 29.03% de conductores del transporte de pasajeros que se percibe como “muy despierto”.

5 Conclusiones y recomendaciones

La aplicación de los cuestionarios a los conductores del Servicio Público Federal permitió estimar la posibilidad de que los conductores del transporte de carga y de pasajeros encuestados presenten problemas de fatiga, malos hábitos de conducción y descanso e incrementos en los tiempos de reacción como consecuencia de un trastorno de sueño. Cada uno de los cuestionarios y pruebas realizados arroja resultados que sirven para estimar la probabilidad de que los conductores padezcan algún trastorno de sueño.

Con el cuestionario *STOP BANG* se pudo observar que la probabilidad de padecer Apnea Obstructiva de Sueño (AOS) es tres veces mayor en las poblaciones de conductores, que tienen como actividad económica la conducción, como los conductores del transporte de pasajeros y de carga, que la población de automovilistas (población de referencia) que no tienen como actividad económica la conducción. También, se observó que son los conductores de transporte de pasajeros los que presentan el mayor porcentaje de conductores con riesgo alto de padecer AOS.

La aplicación de un cuestionario de ocho preguntas adicionales a la prueba típica del *STOP BANG*, consideradas en este estudio, permitió conocer los tiempos de conducción y descanso de los conductores encuestados. Se compararon estos resultados con los lineamientos descritos en la NOM-087 en relación con las horas de conducción, cantidad de pausas durante la conducción y horas previas de descanso antes de una jornada de conducción. Se observó que en lo que se refiere a las horas de conducción y cantidad de pausas, la mayoría de los sujetos entrevistados en ambas poblaciones (transporte de pasajeros y de carga), cumplen con lo estipulado en la norma; sin embargo, en lo que se refiere a las horas previas de descanso antes de una jornada de conducción, aproximadamente un tercio de la población encuestada de conductores de carga y la mitad de los conductores de transporte de pasajeros no descansan las horas indicadas en la NOM-087.

Los tipos de somnolencia observados, obtenidos de los datos del cuestionario *Epworth*, mostraron que la población de conductores de automóviles presentó la más alta probabilidad de quedarse dormido durante el día mientras conducen, lo que se le llama “Somnolencia Excesiva Diurna (SED)”. También se observó que la mayoría de los conductores profesionales (transporte de pasajeros y de carga) presentaron baja posibilidad de presentar sueño durante el día.

Los cuestionarios de “Matutinidad – Vespertinidad” mostraron que los conductores de automóviles no reportan tendencia hacia lo matutino o vespertino, en el caso de los conductores de transporte de pasajeros fue evidente ver su tendencia a ser

personas matutinas y se observó una preferencia totalmente matutina a los conductores de carga.

La aplicación de la prueba “PVT-B” permitió recopilar los tiempos de reacción promedio después de una jornada de conducción de cada una de las poblaciones estudiadas en esta investigación. A diferencia de los conductores de automóviles que en su mayoría presentaron un estado de alerta correcto (tiempos de reacción promedio entre 150 y 500 milisegundos), más de la mitad de las poblaciones de los conductores de transporte de pasajeros y de carga presentaron un estado aletargado (tiempos de reacción promedio mayores a 500 milisegundos). Algunos conductores del transporte de pasajeros reportaron tiempos de reacción promedio superiores a los 800 milisegundos y para la población de conductores de camiones de carga los datos registrados no superan los 700 milisegundos.

El cuestionario “Karolinska”, aplicado inmediatamente después de la prueba “PVT-B”, mostró que más de la mitad de los conductores encuestados de las tres poblaciones se auto-perciben como “despierto”; la población de los conductores de automóviles es la que tiene mayor porcentaje (78.95%), seguida de los conductores de carga (61.29%) y, finalmente, los conductores del transporte de pasajeros (54.84%), destacando que el 29.03% de éstos se percibe como “muy despierto”.

De los resultados obtenidos en los cuestionarios se concluye que los conductores del Servicio Público Federal que se dedican al transporte de carga y pasajeros tienen una alta probabilidad de padecer AOS por lo que pueden presentar problemas de fatiga, los cuales pueden estar relacionados con su condición física

Lo anterior hace relevante la importancia de considerar a esta población en los lineamientos de la NOM-087, en donde se describan particularidades de estos tipos de conductores en las horas de conducción y descanso.

Aunque los resultados indicaron que las horas de conducción y cantidad de pausas por parte de los encuestados están dentro de los lineamientos establecidos en la NOM-087, se tiene que trabajar en los mecanismos de control de dichos registros en las bitácoras de conducción, para garantizar que dichos lineamientos se cumplan, principalmente en las horas de descanso previas a las jornadas de conducción.

En términos de preferencia de Matutinidad-Vespertinidad, a pesar que los conductores del transporte de pasajeros y de carga son en mayor medida del tipo matutinas, contradictoriamente prefieren realizar la actividad de conducción en la noche o madrugada por cuestiones de menor tráfico.

El estado de aletargamiento encontrado en los conductores encuestados se considera como una condición no óptima para continuar conduciendo por lo que es muy importante que estos conductores tengan horas suficientes de descanso para estar en condiciones óptimas de volver a conducir, descansando al menos las horas estipuladas en la NOM-087.

Los datos obtenidos en el cuestionario Karolinska contrastan con los de la prueba PVT-B, ya que se observa que no existe una relación entre el estado de alerta (tiempo de reacción promedio) y como el conductor auto-percibe su estado de somnolencia (“despierto” o “muy despierto”). Se aprecia que existe una subestimación de su estado para conducir por parte de las poblaciones de conductores del transporte de pasajeros y de carga, ya que a pesar de que la gran mayoría se siente “despierto” más de la mitad se encuentra en estado de letargo.

Si bien estos resultados no son concluyentes para determinar los problemas de fatiga en los conductores del Servicio Público Federal, este estudio presenta avances en la aplicación de cuestionarios que estiman la posibilidad de tener diversos padecimientos relacionados con la falta de sueño como el AOS, posibilidad de quedarse dormido durante el día, aumento en el tiempo de reacción, etc.; se necesita completar las siguientes etapas de la investigación para comprobarlos, además de hacer la comparación respectiva con otras poblaciones, con otras condiciones operativas y desarrollar un modelo de predicción.

Bibliografía

Borghini, G., Astolfi, L., Vecchiato, G., Mattia, D., & Babiloni, F. (2012). Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, in press, 1-18.

Buckley, Russell J., Helton, William S., Innes, Carrie R.H., Dalrymple-Alford, John C., Jones, Richard D. (2016) Attention lapses and behavioural microsleeps during tracking, psychomotor vigilance, and dual tasks.

Caldwell, John A., Prazinko, Brian, Caldwell, J. Lynn. (2016). Body posture affects electroencephalographic activity and psychomotor vigilance task performance in sleep-deprived subjects.

Da Silveira, T., Kozakevicius, A. J., & Rodrigues, C. R. (2016). Automated drowsiness detection through wavelet packet analysis of a single EEG channel. *Expert Systems With Applications*, 55, 1-31.

Diario Oficial de la Federación. 14 de mayo de 1982. Convenio internacional del trabajo No. 153 sobre duración del trabajo y períodos de descanso en los transportes por carretera.

Diario Oficial de la Federación. 28 de junio de 2018. NORMA Oficial Mexicana NOM-087-SCT-2-2017, Que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal.

Haraldsson, P., & Akerstedt, T. (2001). Drowsiness-greater traffic hazard than alcohol. Causes, risks and treatment. *Lakartidningen*, 98, 3018–3023.

Hirshkowitz, M. (2014). Drowsiness. *Encyclopedia of the Neurological Sciences* (Second Edition), 4086.

Jackson, M. L., Kennedy, G. A., Clarke, C., Gullo, M., Swann, P., Downey, L. A., Howard, M. E. (2016). The utility of automated measures of ocular metrics for detecting driver drowsiness during extended wakefulness. *Accident Analysis and Prevention*, 87, 127–133.

Murata, A., Fujii, Y., & Naitoh, K. (2015). Multinomial logistic regression model for predicting driver's drowsiness using behavioral measures. *Procedia Manufacturing*, 3, 2426 – 2433.

Organización Internacional del Trabajo, OIT (1939). C067-Convenio sobre las horas de trabajo y descanso (transporte por carretera),1939. Ginebra 25ª Reunión del CIT.

Romero Navarrete, J. A., Martínez Madrid, M., Betanzo Quezada, E., Ramírez Cano, O., & Fortanell Romeri, J. M. (2004). Aspectos de la fatiga del conductor y estudio de las tecnologías para detectarla y prevenirla. Publicación Técnica No 241. Instituto Mexicano del Transporte y Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1-52.

Schumacher, M.J. (2002). Nasal congestion and airway obstruction: the validity of available objective and subjective measures. *Current Allergy and Asthma Reports*, 2(3), 245–251.

Solaz, J., Hernández, L., Bande, D., Rodríguez, N., Veleff, S., Gerpe, J., & Medina, E. (2016). Drowsiness detection based on the analysis of breathing rate obtained from real-time image recognition. *Transportation Research Procedia*, 14, 3867 – 3876.

Wang, X., & Xu, C. (2015). Driver drowsiness detection based on non-intrusive metrics considering individual specifics. *Accident Analysis and Prevention*, 1-8.

Yang, J. H., Mao, Z.-H., Tijerina, L., Pilutti, T., Coughlin, J., & Feron, E. (2009). Detection of driver fatigue caused by sleep deprivation. *IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics. A, Systems Humans*, 39(4), 694–705.

Young GB. (2014). Sleep, Condition of. *Encyclopedia of the Neurological Sciences* (Second Edition), 1052.



Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado-Galindo”
Parque Tecnológico San Fandila
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México
CP 76703
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>

Esta publicación fue desarrollada en el marco de un sistema de gestión de calidad
certificada bajo la norma ISO 9001:2015